

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA  
LICENCIATURA EN ECONOMÍA

UNIDAD DE APRENDIZAJE: ECONOMIA DEL  
DESARROLLO

UNIDAD DE COMPETENCIA: CRECIMIENTO  
CON PROGRESO TECNICO

**DRA. ALMA ROSA MUÑOZ JUMILLA**

Octubre del 2015

# GUION EXPLICATIVO



Este material ha sido elaborado en presentación Power Point, no obstante para los fines requeridos se ha convertido a PDF; sin embargo, esto no representa obstáculo alguno para su manejo, ya que ambos programas resultan de gran facilidad para su ejecución.

Se presenta la Unidad de Competencia III denominada “Crecimiento con Progreso Técnico”, que pertenece a la Unidad de Aprendizaje Economía del Desarrollo que se imparte en el octavo semestre de la licenciatura en Economía en la Facultad de Economía.

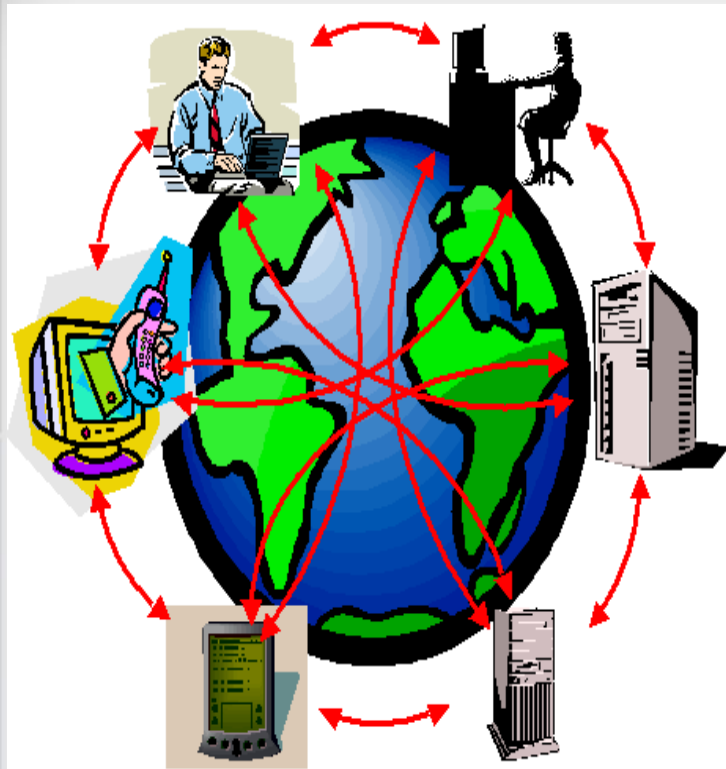
# GUION EXPLICATIVO



Este material ha sido elaborado en presentación Power Point, no obstante para los fines requeridos se ha convertido a PDF; sin embargo, esto no representa obstáculo alguno para su manejo, ya que ambos programas resultan de gran facilidad para su ejecución.

Se presenta la Unidad de Competencia III denominada “Crecimiento con Progreso Técnico”, que pertenece a la Unidad de Aprendizaje Economía del Desarrollo que se imparte en el octavo semestre de la licenciatura en Economía en la Facultad de Economía.

# GUION EXPLICATIVO

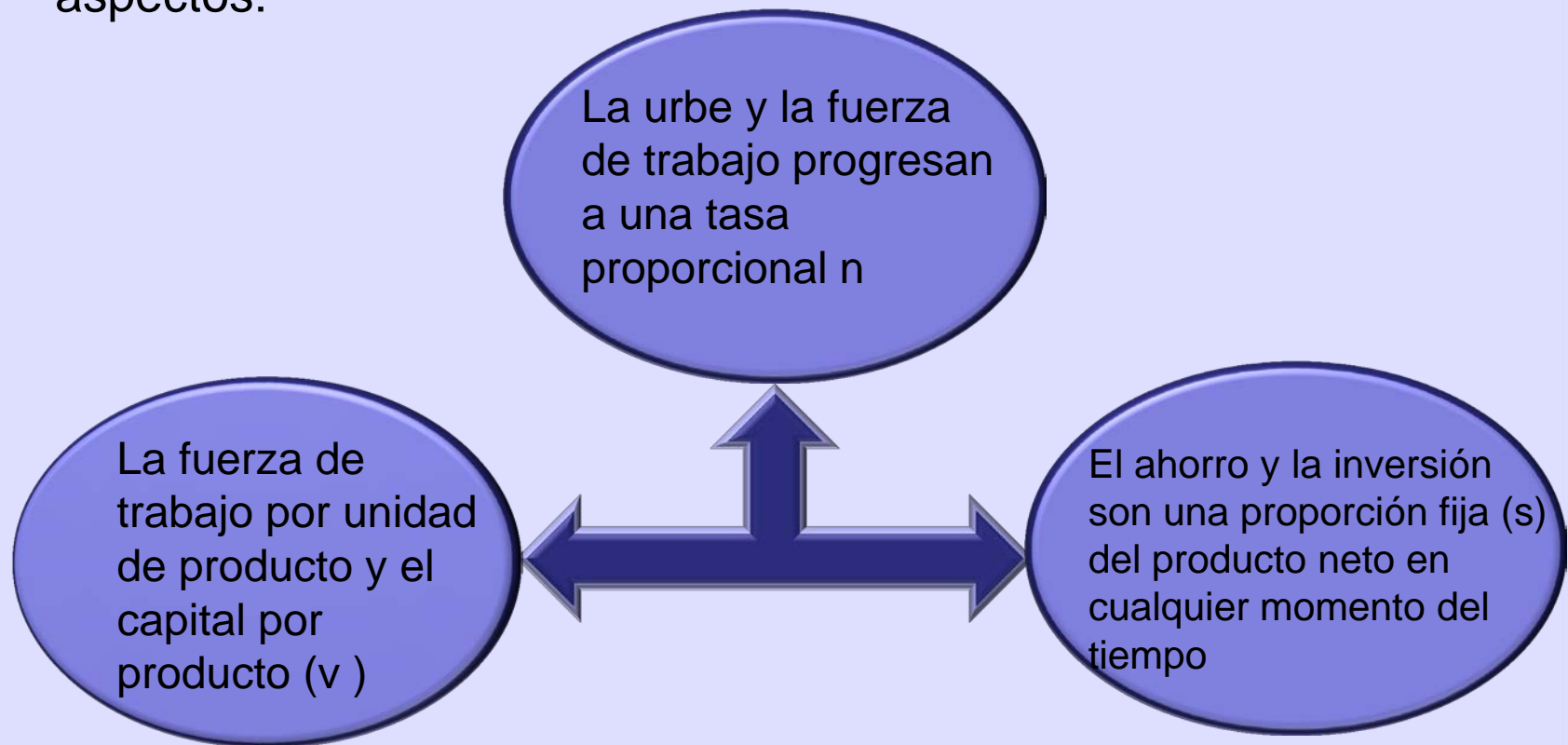


Con respecto al contenido temático: tenemos en primer lugar la parte conceptual, en donde se parte conceptualmente y como antecedente el modelo Solow-Swan, a partir del cual se intenta explicar la evolución de los modelos de crecimiento al incorporar el progreso tecnológico que hace posible que a partir de la utilización de los factores en una función de producción los rendimientos obtenidos sean crecientes y se evite llegar al estado estacionario, esto es posible a través del avance tecnológico (Romer, 1994).

Este tipo de modelos son denominados como crecimiento endógeno y se han convertido en parte de la discusión actual, derivado de que el crecimiento es inducido de manera interna. A su vez la tecnología juega un gran papel al considerarse a la vez la aplicación de la mano como capital humano.

# MODELO DE SOLOW Y EL PROCESO DE ACUMULACION DEL CRECIMIENTO

- Según Galindo y Malgesini (1994), la teoría de Solow parte de tres aspectos:



# EL PROGRESO TÉCNICO

En ausencia de progreso técnico, un país no puede mantener indefinidamente el crecimiento de la renta per cápita.

El capital debe crecer más de prisa que la población

La hipótesis de los rendimientos decrecientes implica que la contribución marginal del capital a la producción debe disminuir

Esto provoca una reducción de la tasa de crecimiento de la producción, y por lo tanto, del capital.



## Qué ocurre ante avances técnicos continuos:



Si la función de producción se desplaza en sentido ascendente con el paso del tiempo a medida que aumentan los conocimientos y se aplican

Fuentes del crecimiento: a) utilización de métodos de producción mejores y más avanzados (progreso técnico) y, b) continua construcción de planta, maquinaria y otros factores que aumentan la capacidad productiva.

El modelo de Solow argumenta que en ausencia de la primera fuente de crecimiento, la segunda no es suficiente para que la renta per cápita crezca frecuentemente.

El progreso técnico contribuye a la eficiencia de la productividad de la fuerza de trabajo, así como la educación.

Si se retoma la acumulación de cápita y se separa la población trabajadora ( $P_t$ ) de la población efectiva  $L(t)$  "unidades de eficiencia"  
 $L(t) = E(t)P(t)$

$E(t)$  es eficiencia o productividad de una persona en el periodo ( $t$ ) donde no solamente crece la población a la tasa  $n$ , sino también la eficiencia a la tasa  $\pi$ . Por lo tanto,  $E(t+1) = (1 + \pi)E_t$ .  
 $\pi$  representa la tasa de progreso técnico.



# Tecnología AK: un fundamento para el Crecimiento Endógeno

-Mientras que en el modelo Solow-Swan los resultados del crecimiento dependían fuertemente de una tasa de ahorro exógena y del consumo como único medio de evaluación de la eficiencia social del crecimiento,

-En Ramsey-Cass-Koopmans tanto la tasa de ahorro como el consumo se determinan endógenamente

Existe una microfundamentación plenamente apegada a las exigencias de la teoría neoclásica que da oportunidad para demostrar que el equilibrio estacionario es "Walrasiano y, como tal, es un óptimo social en el sentido de Pareto; hecho que se ratifica a partir de su correspondencia con la regla de oro

-El primero de estos modelos (Solow) expande sus posibilidades analíticas gracias al segundo (Ramsey-Cass-Koopmans).



La explicación de la teoría de crecimiento endógeno es que existen fuerzas en acción que evitan que el producto marginal del capital disminuya (y que la razón capital-producto aumente), a medida que la inversión crece.

Ahora el crecimiento se describe mediante una función de producción que permite considerar recomendaciones de políticas económicas a la vez que puede explicar el crecimiento a largo plazo.



Estas teorías parten de un modelo del tipo:

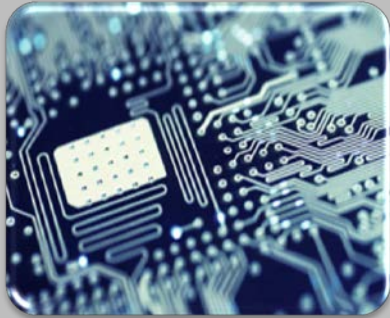
$$Y_t = AK_t (1)$$

Donde:

$Y_t$  = Producción total

$A$  = Tecnología

$K_t$  = Capital total (incluye capital físico y humano)



Esta función es denominada “Tecnología AK”, donde  $A$  es una constante, y se ignora totalmente la existencia de trabajo, porque se considera que el trabajo es otra forma de capital, y por tanto  $K$  se divide en: i) capital físico y ii) capital humano. Lo anterior, porque para que el trabajo sea productivo se requiere invertir recursos en él, que toman la forma de alimentos, medicinas, entre otros.

# LA TECNOLOGÍA AK

Paul M. Romer (1986), por medio de *Increasing Returns and Long-Run Growth*, expuso con insuperable claridad los aspectos fundamentales del nuevo debate, e

Los determinantes del crecimiento al interior mismo de los modelos, es decir, de modelar el crecimiento endógeno.

Mostró la incompatibilidad existente entre las posibilidad de incorporar procesos de cambio tecnológico endógeno y la hipótesis de rendimientos a escala constantes.

Si en competencia perfecta el total del producto se agota en la remuneración de los factores existentes, nada queda para financiar la presencia de un factor adicional o proceso que genere internamente el crecimiento,

# LA TECNOLOGÍA AK

$$Q = AK^\alpha T^\beta,$$

- Una función de producción tipo Cobb-Douglas, con A como parámetro propio del nivel de la tecnología. Entonces, en el supuesto de tasa de crecimiento  $n$ , constante para la fuerza de trabajo, y conocida  $s$ , mediante los procesos descritos en los modelos previos se arriba a la siguiente expresión en términos de variables per cápita
  - $k' = sAk^{\alpha-1}T^{\beta} - (n + \delta)k$
- Dividiendo ambos miembros entre  $k$ , se logra la tasa de crecimiento de  $k$ :
- Igualando a cero, se obtiene el resultado de equilibrio estacionario:
- $1 - k' = (g + (n + \delta))k^{\alpha-1} sA$ 

$$g_k = sAk^{\alpha-1}T^{\beta} - (n + \delta)$$

# LA TECNOLOGÍA AK

- Diferenciando respecto del tiempo y dividiendo miembro a miembro el resultado entre, se consigue finalmente:

$$(\alpha - 1)g_k = 0$$

- Esta expresión obliga a que la tasa de crecimiento de  $k$  en estado estacionario sea nula, para que guarde consistencia con las condiciones del modelo. Esto significa que cualquier diferencial tecnológico debe, necesariamente, provenir de fuera del modelo.
- Los cambios en la productividad de los factores, por tanto, se gestarán exógenamente.



La función AK no cumple todas las condiciones de la teoría neoclásica del crecimiento, debido a que este nuevo modelo se sustenta en los siguientes supuestos, Sala-i-Martin (2002):

- a) Exhibe rendimientos constantes a escala
- b) Exhibe rendimientos positivos pero no decrecientes del capital, dado que  $\partial Y/\partial K = A$  y  $\partial^2 Y/\partial^2 K = 0$ , es decir que la segunda derivada es cero y no negativa
- c) No satisface las condiciones de Inada, dado que el producto marginal del capital es siempre igual a A, por lo que no se aproxima a cero cuando K se aproxima a infinito y no se aproxima a infinito cuando K se aproxima a cero.

En tal sentido la tasa de crecimiento es una constante, al ser la diferencia de dos constantes, como se observa en la siguiente ecuación:

(2)

Donde:

= Es la tasa de crecimiento del capital

s = Tasa de ahorro

= tasa de depreciación

n = tasa de crecimiento de la población

$$= \frac{1}{2} m v^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\theta}{2} = \frac{m}{m}$$

$$M_e = \sigma T^4$$

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$

$$E = \hbar \omega$$

$$f = \frac{U_m}{E} = \frac{U_m}{\hbar \omega}$$



$$U = \frac{W_{AB}}{r^2}$$

$$v = \frac{\hbar \omega}{2 \pi r m_e}$$


$$\varphi_E = \frac{E_e}{\varphi_0}$$

$$2 m \mu_0 = \frac{M_m}{N_A} = \frac{M_r \cdot 10^{-3}}{N_A}$$


$$l_t =$$




La tasa de ahorro y de población, así como la tecnología son variables constantes y por lo tanto si tenemos que:  $sA > +n$ , entonces la tasa de crecimiento será positiva y constante. El ingreso per cápita crecería y sería positivo sin necesidad de la existencia de una variable que crece continua y exógenamente, tal como señala la teoría neoclásica.



La economía carece de una transición hacia el estado estacionario, ya que siempre crecerá a una tasa constante igual a  $\lambda$ , con independencia del valor que adopte el stock de capital.

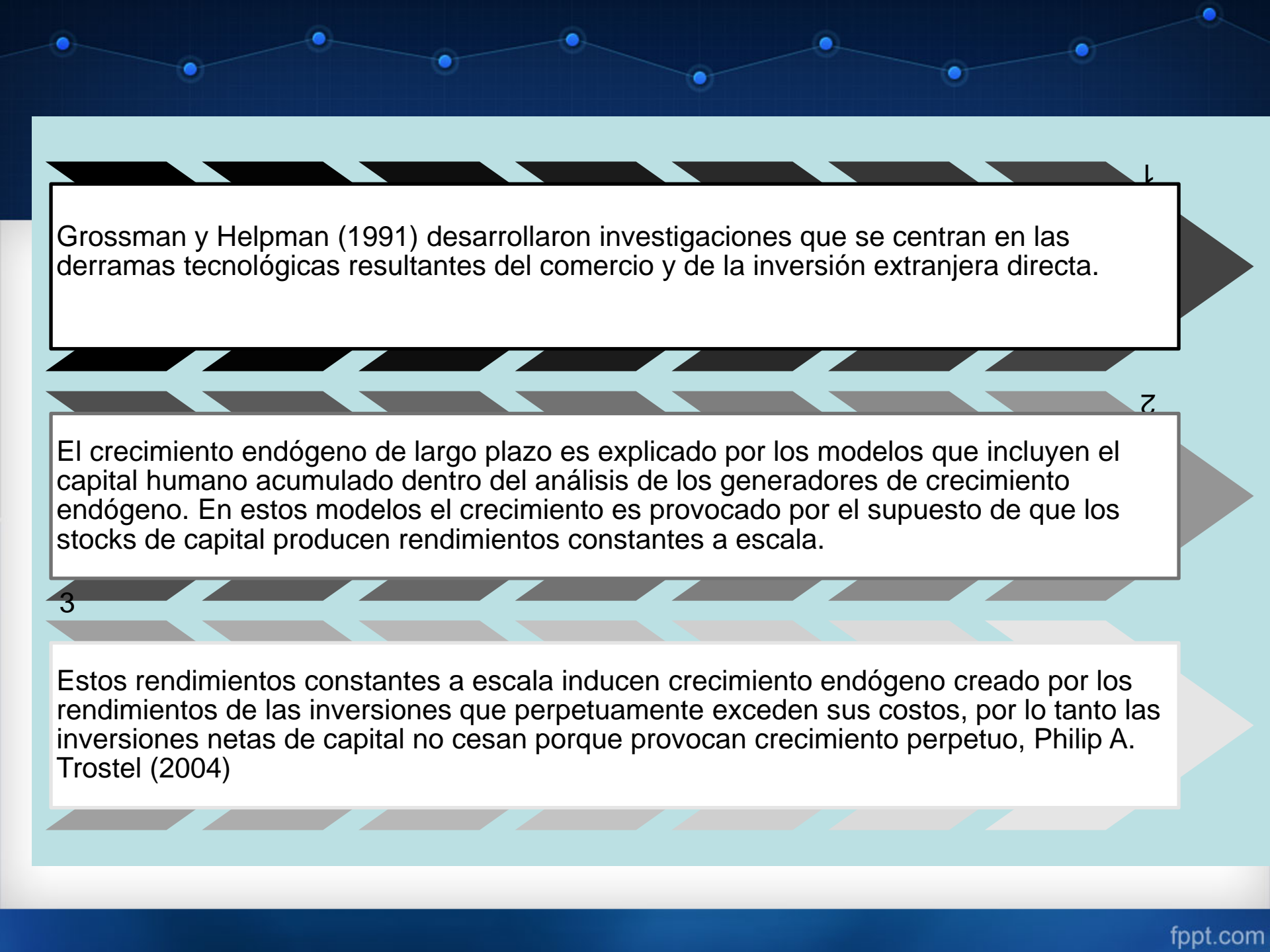


Los modelos de crecimiento endógeno predicen que no existe ningún tipo de relación entre la tasa de crecimiento de la economía y el nivel alcanzado por el ingreso nacional, con lo cual no puede predecir convergencia.



Paul Romer (1986) fue el primero que sugirió la presencia de externalidades en el gasto en investigación y desarrollo; y a Robert Lucas (1988) que enfocó su análisis de las externalidades en la formación de capital humano.





Grossman y Helpman (1991) desarrollaron investigaciones que se centran en las derramas tecnológicas resultantes del comercio y de la inversión extranjera directa.

El crecimiento endógeno de largo plazo es explicado por los modelos que incluyen el capital humano acumulado dentro del análisis de los generadores de crecimiento endógeno. En estos modelos el crecimiento es provocado por el supuesto de que los stocks de capital producen rendimientos constantes a escala.

Estos rendimientos constantes a escala inducen crecimiento endógeno creado por los rendimientos de las inversiones que perpetuamente exceden sus costos, por lo tanto las inversiones netas de capital no cesan porque provocan crecimiento perpetuo, Philip A. Trostel (2004)

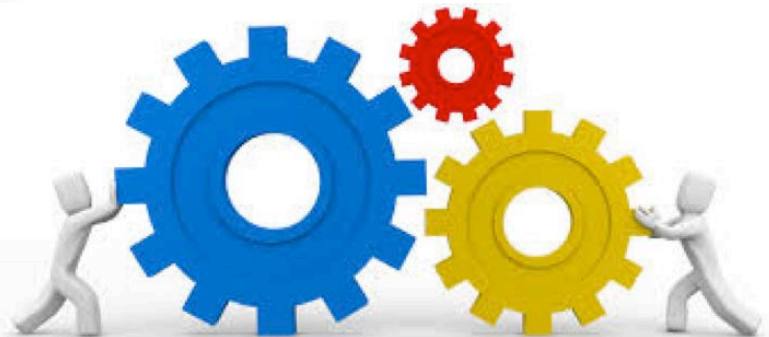
La población efectiva se divide  $E(t)P(t)$  para obtener el capital y la renta per cápita por unidades de trabajo eficiente se les identifica como  $\hat{k}$ ,  $\hat{y}$  para distinguirlas de los valores per cápita.



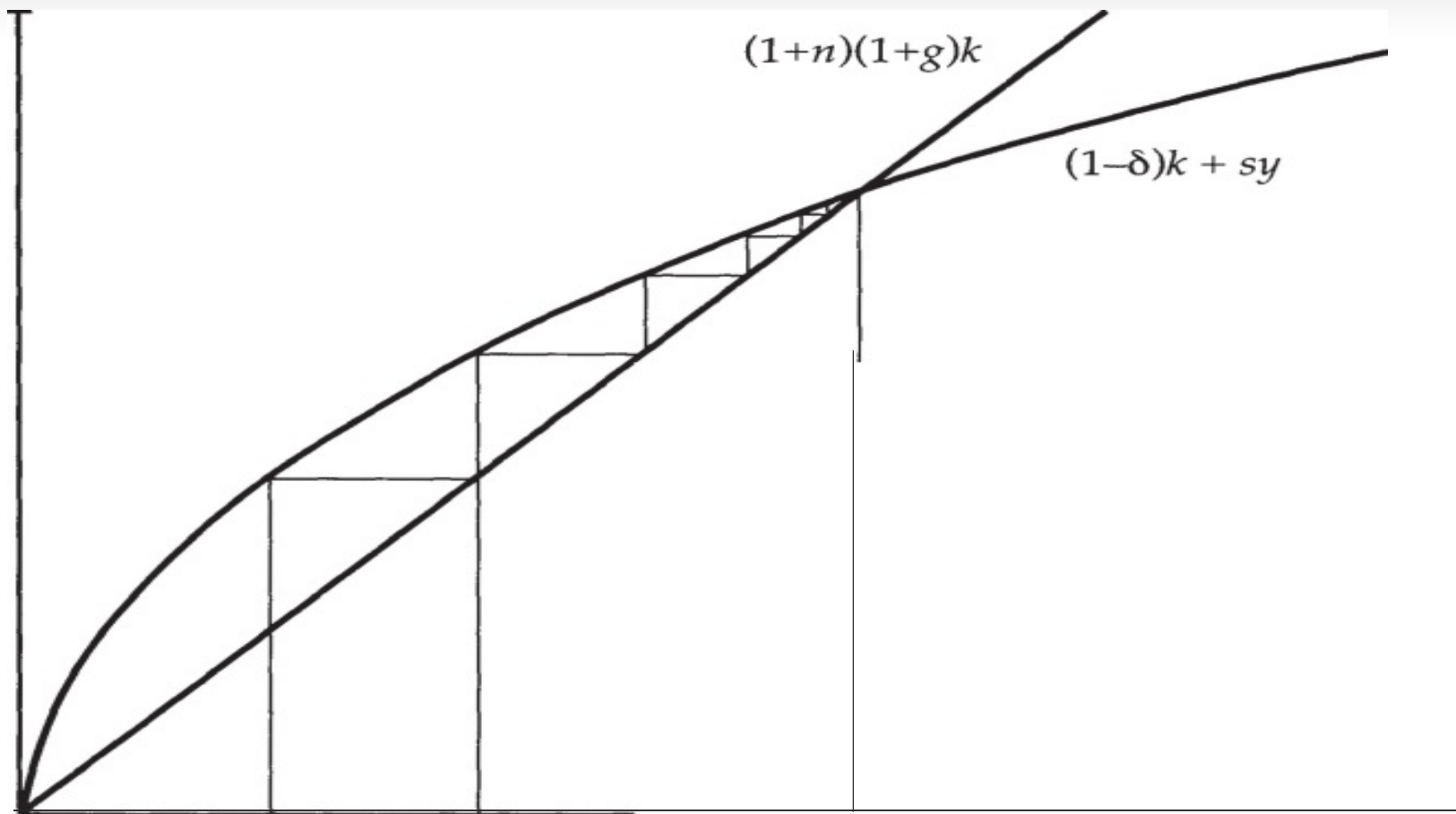
$$(1 + n)(1 + \pi)\hat{k}(t + 1) = (1 - \delta)\hat{k}(t)s\hat{y}(t)$$

El capital por unidad de trabajo eficiente  $\hat{k}$  genera una producción por unidad de trabajo eficiente  $\hat{y}$ !

Al igual que en el modelo de Solow, si hay demasiado capital por unidad de trabajo eficiente, tenemos escasez de trabajo efectivo y la relación producto capital tiende a disminuir: siguen aplicándose los rendimientos decrecientes de un factor, pero en esta ocasión a unidades de trabajo eficiente



# El modelo de Solow con cambio técnico





La cantidad de trabajo puede aumentar o disminuir con el paso del tiempo.



Si éste aumenta significa que el capital fijo está creciendo más de prisa que la tasa de crecimiento de la población y la de progreso técnico juntas.



Al entrar en juego los rendimientos decrecientes y la producción por unidad de trabajo eficiente aumenta, pero no en la misma proporción.

# Convergencia incondicional



Uno de los elementos fundamentales del modelo de Solow es la predicción de la convergencia, la predicción más extrema es la incondicional.



Si se postula que los países no tienen en el largo plazo a diferir en sus tasas de progreso técnico, de ahorro, de crecimiento de la población y de depreciación del capital, el modelo de Solow predice que en todos los países el capital por unidad de trabajo eficiente converge hacia un valor  $\hat{k}^*$ .



La tesis de convergencia sostiene que si los parámetros que rigen la evolución de la economía son similares, como es lo que se plantea en cuatro países.

La cantidad de capital por trabajo efectivo puede aumentar o disminuir con el paso del tiempo. eso significa que el capital físico está creciendo más deprisa que la tasa de crecimiento de la población y la de progreso técnico *juntas*.

Entran en juego los rendimientos decrecientes y la *producción* por unidad de trabajo eficiente aumenta, pero no en la misma proporción lo que reduce la tasa de crecimiento del capital por unidad de trabajo eficiente..

Al nivel del estado estacionario  $k^*$ . *aun cuando* el capital por unidad de trabajo eficiente converge hacia un estado estacionario, la cantidad de capital por miembro de la población trabaja *dora* continúa aumentando.

De hecho, ¡el aumento a largo plazo de la renta per cápita se produce exactamente a la tasa de progreso técnico!



# Representación de la convergencia incondicional.

una tasa constante de crecimiento (como la que se registra en el estado estacionario) se traduce en una línea recta.

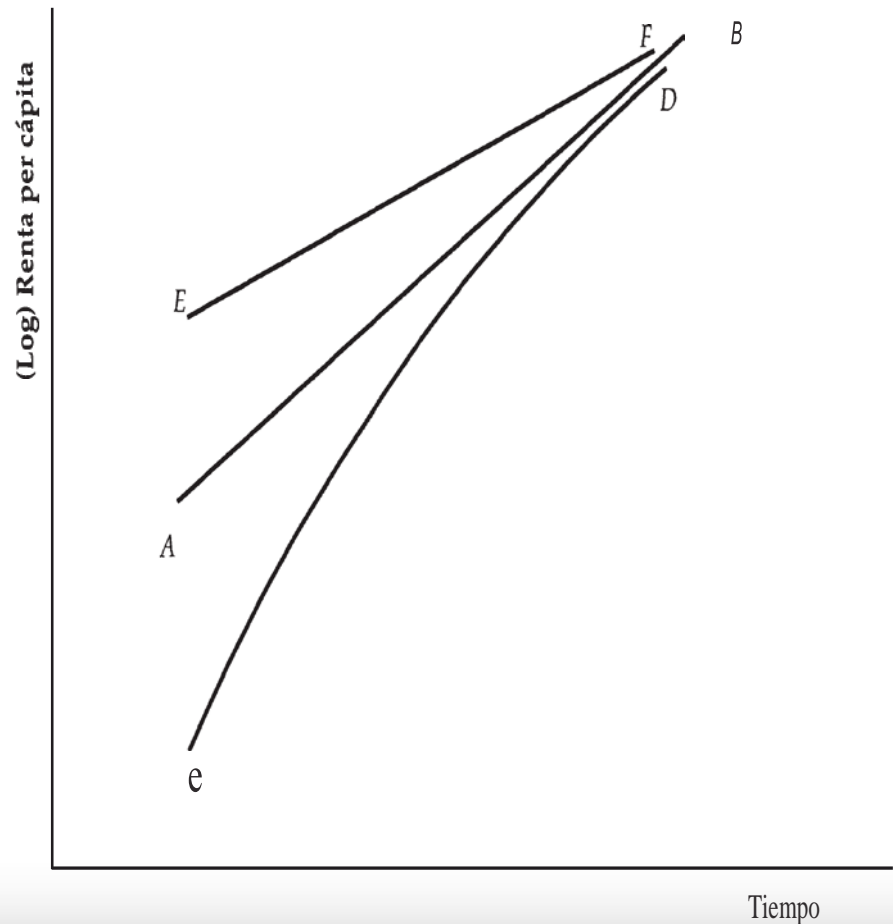


La línea recta AB representa la senda temporal (del logaritmo) de la renta per cápita en el estado estacionario, en el que la renta por unidad de trabajo eficiente se encuentra precisamente en el nivel generado por  $k^*$ .



La senda CD representa un país que comienza encontrándose por debajo del nivel por unidad de trabajo eficiente del estado estacionario.

Según el modelo de Solow, este país mostrará al principio una tasa de crecimiento superior a la propia del estado estacionario y su senda temporal (del logaritmo) de la renta per cápita se desplazará asintóticamente hacia la línea recta AB como mostramos en la figura.





El eslabón más débil de la predicción de la convergencia incondicional : es el supuesto de que en todos los países el nivel de conocimientos técnicos (y su evolución), la tasa de ahorro, la tasa de crecimiento demográfico y la tasa de depreciación son iguales.

Esta idea es contraria a los hechos: los países se diferencian en muchos de estos aspectos, si no en todos.

Aunque eso no influye en la predicción de Solow de que los países deben converger hacia *sus* estados estacionarios, los estados estacionarios ahora pueden variar de unos países a otros, por lo que no es necesario que dos países converjan *uno con otro*.

Esta hipótesis más moderada nos lleva al concepto de *convergencia condicional*.

1

- Mantenemos el supuesto de que el saber circula libremente de unos países a otros, por lo que los conocimientos tecnológicos son los mismos en todos los países.

2

- Pero permitimos que difieran otros parámetros, como las tasas de ahorro y las tasas de crecimiento de la población.

3

- Estos parámetros sólo producen efectos en el nivel de la renta per cápita.



La tasa de crecimiento de la renta per cápita a largo plazo depende totalmente de la tasa de progreso técnico, que hemos supuesto que es idéntica en todos los países.

Eso nos lleva a la predicción de la *convergencia de las tasas de crecimiento*: aunque la renta per cápita a largo plazo varía de un país a otro.

Las tasas de crecimiento per cápita a largo plazo de todos los países son (se predice que son) iguales.

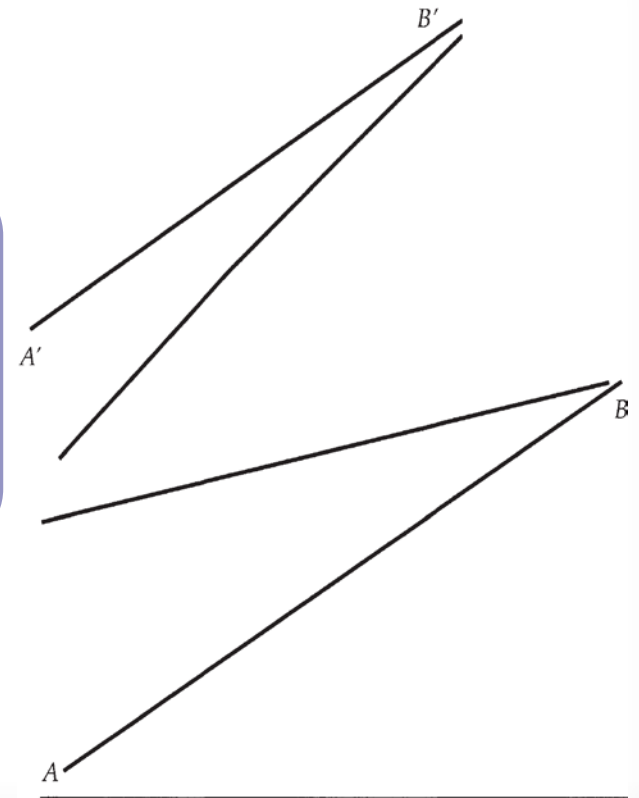


## Convergencia de las tasas de crecimiento

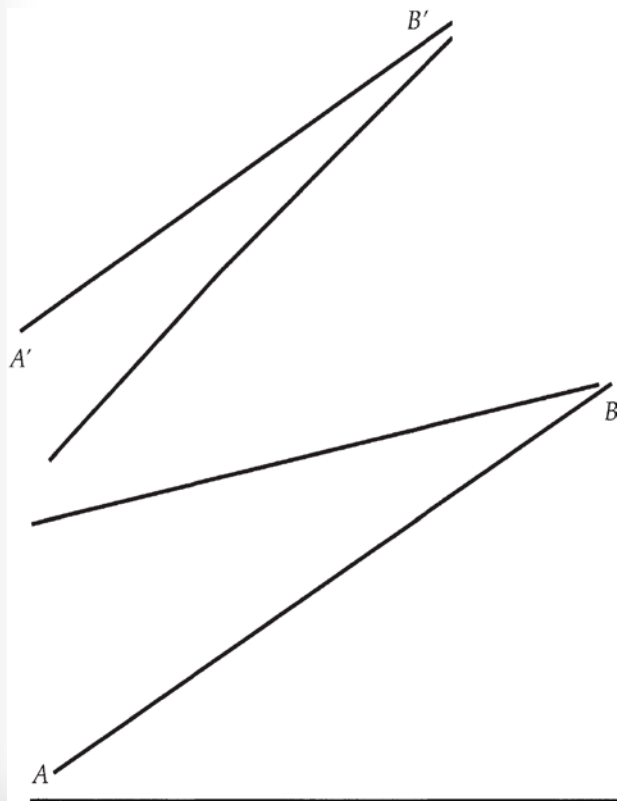
Imaginemos ahora que el país que tiene la senda de estado estacionario  $AB$  se encuentra inicialmente en el punto  $C$  situado por encima de esta senda.

El modelo de Solow predice que este país mostrará con el paso del tiempo una tasa de crecimiento inferior a la correspondiente a la senda del estado estacionario a medida que vaya acercándose a su senda del estado estacionario  $AB$ .

Esta senda viene dada por la curva  $CD$ .



## Convergencia de las tasas de crecimiento



Asimismo, un país que se encuentre inicialmente en el punto  $E$  situado por debajo de su senda del estado estacionario  $A'B'$  mostrará una tasa de crecimiento superior a la del estado estacionario y la senda resultante  $EF$  convergerá en sentido ascendente hacia su senda del estado estacionario.



Una vez que abandonamos el supuesto de que todos los parámetros son iguales en todos los países, el modelo de Solow sí se ajusta hasta cierto punto a los datos.



Sin embargo, eso nos plantea otro tipo de problema. Aunque el ejercicio anterior fuera absolutamente satisfactorio.



¿no haría falta comprender *por qué* exactamente las tasas de ahorro y las tasas de crecimiento de la población varían sistemáticamente de unos países a otros?



*Suponer* simplemente que es cierto no es una explicación muy satisfactoria de lo que observamos.



Si creemos que los seres humanos de todo el mundo se mueven por las mismas motivaciones económicas y que no existe ninguna diferencia fundamental entre sus deseos genéticos de ahorrar o de procrear



¿no será que las diferencias que observamos se deben a sus particulares experiencias económicas, más que a diferencias culturales o sociales irreconciliables?

Eso nos lleva a la cuestión de la endogeneidad de estas variables. Una teoría más completa debería explicar por qué las propensiones a ahorrar y las tasas de crecimiento de la población varían de unos países a otros.



# REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



Debraj Ray (1999) Economía del Desarrollo. Alianza, España

Noriega Ureña, Fernando. Crecimiento exógeno y endógeno. Bases para el debate. Universidad Autónoma Metropolitana