ECONOMIA APLICADA

Crecimiento y Convergencia[1]

[1] Basado en Acemoglu (2008) y Barro y Sala-i-Martin (2004)

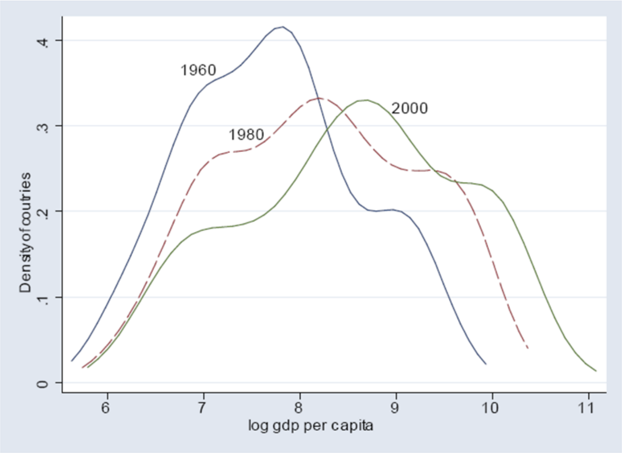
Outline

1. Algunos hechos
   - Diferencias entre países
   - Crecimiento y otras variables
2. Modelo de Solow
   - El modelo de Solow básico
   - El modelo de Solow ampliado
   - El modelo de Solow y la convergencia

Diferencias de Ingreso entre países

- Existen grandes diferencias de ingreso per capita y por trabajador entre países. Los más ricos tienen ingresos per capita mucho mayores a los ingresos de los más pobres.
- Algunos ejemplos, PIB per capita para el año 2010: Noruega \$54600 EEUU \$47200, España \$29400, Botswana \$14000, Uruguay \$13700, Brasil \$10800, Nigeria \$2500 (valores en dólares de 2010, ajustados por paridad del poder de compra, según CIA World Factbook).
- La siguientes figuras muestran la distribución de países según el ingreso per capita y el ingreso por trabajador.

Diferencias de Ingreso entre países



Distribución de países según GDP por trabajador en 1960, 1980 y 2000 (Fuente: Acemoglu 2008).

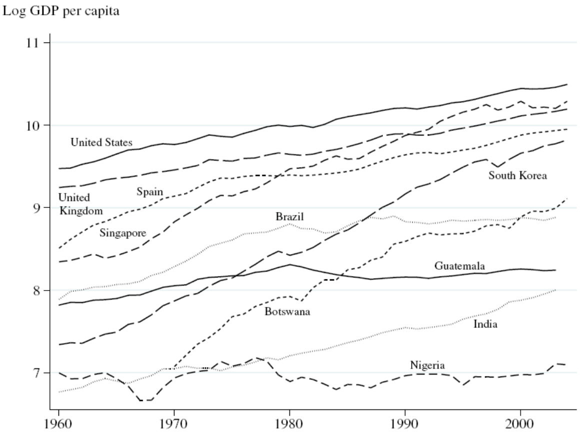
Diferencias de Ingreso entre países

Fuente: Acemoglu(2008)

Crecimiento y Diferencias de Ingreso entre países

- Grandes diferencias también en cuanto a crecimiento. Estados Unidos o Reino Unido tienen patrones de crecimiento muy distintos a los de otras partes del mundo.
- Otro grupo de países ha logrado crecer a un ritmo tan alto que, si bien comenzaron con niveles muy bajos de ingresos, hoy sus niveles de ingreso per capita se acercan a la de los países occidentales. Son los casos de Japón, Singapur, Corea del Sur.
- Hay países que tenían niveles similares de ingreso en 1960 y tienen hoy ingresos muy diferentes (Botswana y Nigeria por ejemplo).
- España creció relativamente rápido por unos 20 años y luego no tanto.

Crecimiento y Diferencias de Ingreso entre países



Fuente: Acemoglu(2008)

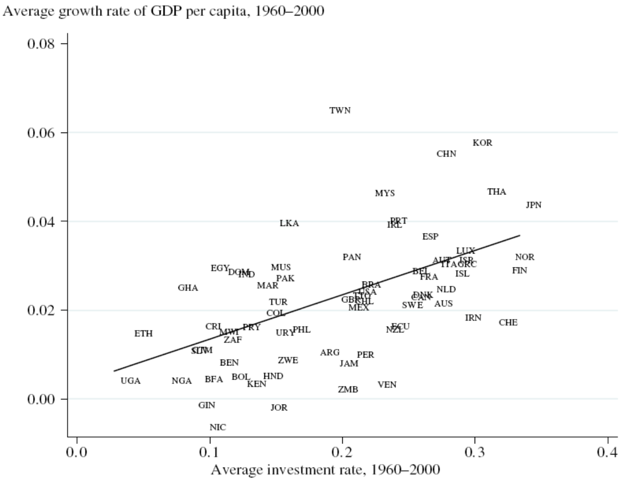
Diferencias de ingreso y de crecimiento entre países

- Gran desigualdad en ingreso per capita e ingreso por trabajador entre países: lo vemos en la dispersión de las distribuciones.
- "Leve" incremento en la desigualdad entre países (no necesariamente entre individuos).
- Diferentes patrones de crecimiento en distintos países.
- ¿Nos debería importar esta diferencia de ingresos y crecimiento entre países?

Crecimiento y otras variables

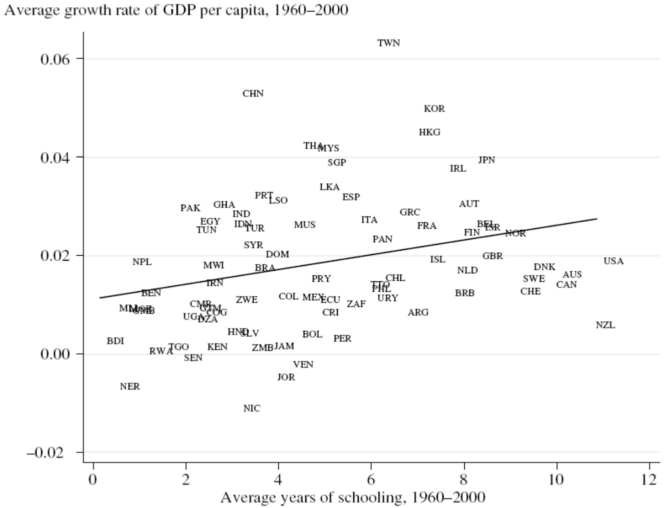
- Nos gustaría saber qué características específicas han sido la causa del crecimiento para los diferentes países.
- Eso significa que nos gustaría llegar a estimar un efecto causal.
- Empecemos por mirar cómo se relaciona el crecimiento con otras variables que a priori pensamos pueden ser importantes, como inversión y educación.

Crecimiento y otras variables



Fuente: Acemoglu(2008)

Crecimiento y otras variables



Fuente: Acemoglu(2008)

Crecimiento y otras variables

- Correlación positiva entre crecimiento y tasa de inversión y entre crecimiento y escolarización.
- Esto sugiere que los países que invirtieron más en capital humano y físico han crecido más.
- No implica que estos factores fueron la causa del crecimiento.
- Potenciales causas:
  - aspectos institucionales
  - aspectos geográficos
  - aspectos culturales
  - suerte...
- Para intentar aproximarnos a los factores detrás del crecimiento necesitamos un modelo para confrontar con los datos.

Modelo de Solow

- Modelo sencillo para aproximarnos a las causas del crecimiento y de las diferencias entre países.
- Empezamos por una función de producción:

$$Y_t = F[L_t, K_t, A_t]$$

- El producto depende del trabajo (L_t), del capital (K_t) y de A_t que representa la productividad.
- Las fuentes potenciales de crecimiento del producto son tres: trabajo, capital físico o productividad (tecnología).

El modelo de Solow y los datos: regresiones

- Una manera de llevar el modelo de Solow a los datos es mediante regresiones (Barro (1991), Mankiw, Romer y Weil (1992), Levine y Renelt (1992), Durlauf and Johnson (1995)).
- Para eso debemos formular un modelo econométrico en base al modelo de Solow
- Usemos la siguiente función Cobb-Douglas para simplificar la derivación del modelo econométrico:

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

El modelo de Solow

- El modelo asume que una fracción constante del producto, s, se invierte. La evolución de K en el modelo es:

$$
\begin{aligned}
K_t &= (1-\delta)K_{t-1} + I_t \\
&= (1-\delta)K_{t-1} + sY_{t-1} \\
&= (1-\delta)K_{t-1} + s[(A_{t-1}L_{t-1})^{1-\alpha}K_{t-1}^{\alpha}]
\end{aligned}
$$

  donde δ es la tasa de depreciación del capital.
- Además se asume que L_t crece a la tasa fija n y A_t crece a la tasa fija g.

El modelo de Solow

- Se define k como el stock de capital por unidad efectiva de trabajo ($k_t = K_t/(A_t L_t)$), e y como el nivel de producto por unidad efectiva de trabajo ($y_t = Y_t/(A_t L_t)$).
- Usando las variables en términos de trabajo efectivo en la función de producción obtenemos:

$$
\begin{aligned}
y_t &= \frac{Y_t}{A_t L_t} \\
&= \frac{(A_t L_t)^{1-\alpha} K_t^{\alpha}}{A_t L_t} = \frac{(A_t L_t)(A_t L_t)^{-\alpha} K_t^{\alpha}}{A_t L_t} \\
&= k_t^{\alpha}
\end{aligned}
$$

El modelo de Solow

- De la evolución de K_t, A_t y L_t se obtiene la evolución de k_t:

$$\begin{aligned} k_t &= \frac{K_t}{A_t L_t} \\ &= (1-\delta)k_{t-1}\frac{A_{t-1}L_{t-1}}{A_t L_t} + sk_{t-1}^{\alpha}\frac{A_{t-1}L_{t-1}}{A_t L_t} \\ &= \frac{(1-\delta)k_{t-1} + sk_{t-1}^{\alpha}}{(1+g+n)} \end{aligned}$$

- Si dividimos entre k_{t-1} obtenemos la tasa de crecimiento del capital por unidad de trabajo efectivo.

$$\frac{k_t}{k_{t-1}} = \frac{1-\delta+sk_{t-1}^{\alpha-1}}{(1+g+n)}$$

El modelo de Solow

- El nivel de estado estacionario por lo tanto se da en $k_t = k_{t-1}$:

$$k^* = \left[\frac{s}{(n+g+\delta)}\right]^{1/(1-\alpha)}$$

- Y por tanto la ecuación para el ingreso per capita de estado estacionario (tomando logaritmos) es:

$$\begin{aligned} ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) &= ln(A_t) + ln(y_t) = ln(A_t) + ln(k_t^{\alpha}) \\ &= ln(A_t) + ln\left(\left[\frac{s}{(n+g+\delta)}\right]^{\alpha/(1-\alpha)}\right) \end{aligned}$$

El modelo de Solow y los datos: regresiones

- Asumiendo que $ln(A_t) = a + gt + \varepsilon$ la ecuación del producto per capita en un momento dado $(t = 0)$ es:

$$ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = a + \frac{\alpha}{1-\alpha} ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} ln(n + g + \delta) + \varepsilon \qquad (1)$$

- Esta ecuación es la base de muchos trabajos empíricos.
- ¿Qué necesitamos suponer para estimarla usando MCO?
- Estimaremos este modelo siguiendo a Mankiw, Romer y Weil en su artículo del QJE de 1992.

El modelo de Solow ampliado

- De hecho Mankiw, Romer y Weil también analizan el modelo de Solow "ampliado".
- Llaman modelo ampliado a un modelo que agrega acumulación de capital al modelo de crecimiento de Solow.
- Empiricamente, es de esperar cambios en las estimaciones si creemos que capital humano es una variable omitida en la ecuación que vimos antes.
- Para verificarlo, veamos el modelo teórico ampliado.

El modelo de Solow ampliado

- Usemos la siguiente función Cobb-Douglas, donde H es el stock de capital humano:

$$Y_t = H_t^{\beta}(A_t L_t)^{1-\alpha-\beta} K_t^{\alpha}$$

- Definiendo $h = H/AL$, s_k como la fracción de ingreso invertida en capital físico y s_h la fracción invertida en capital humano, la evolución de la economía es:

$$\dot{k}_t = s_k y_t - (n+g+\delta)k_t$$
$$\dot{h}_t = s_h y_t - (n+g+\delta)h_t$$

El modelo de Solow ampliado

- Se supone $\alpha+\beta<1$: retornos decrecientes a todo el capital.
- El estado estacionario correspondiente a las ecuaciones anteriores es:

$$k_t^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^{\beta}}{n+g+\delta}\right)^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

$$h_t^* = \left(\frac{s_k^{\alpha} s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta}\right)^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

El modelo de Solow ampliado

- Sustituyendo estas ecuaciones en la función de producción, obtenemos el logaritmo del producto por trabajador:

$$
\begin{aligned}
ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) &= a - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} ln(n+g+\delta) && (2)\\
&+ \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} ln(s_h) + \varepsilon && (3)
\end{aligned}
$$

- La ecuación muestra el ingreso per capita como función del crecimiento de la población y de la acumulación de capital físico y humano.
- También analizaremos empíricamente esta ecuación, siguiendo a Mankiw, Romer y Weil (1992).

Modelo de Solow y Convergencia

- El modelo de Solow también puede usarse para analizar la idea de convergencia. Para eso usamos el modelo fuera del estado estacionario.
- Partiendo de la ecuación de estado estacionario del producto per capita, la velocidad de convergencia está dada por:

$$\frac{d lny_t}{dt} = (1-\alpha)(n+g+\delta)[lny^* - lny_t]$$

- Si "calibramos" la velocidad de convergencia con valores para economías avanzadas: $g \approx 0.02$, $n \approx 0.01$, $\delta \approx 0.05$, $\alpha \approx 1/3$
  - El coeficiente de convergencia sería de 0.053 (5.3% de la brecha entre y e y^* desaparece en un año).
  - El tiempo que lleva eliminar la mitad de la brecha inicial es de aproximadamente 13 años.

Modelo de Solow y Convergencia

- Usando la ecuación de convergencia también obtenemos ecuaciones de regresión similares a las de Barro(1991):

$$g_{i,t,t-1} = \beta_0 + \beta_1 logy_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

- $g_{i,t,t-1}$ es la tasa de crecimiento entre $t-1$ y t para el país i
- $\varepsilon_{i,t}$ captura las variables relevantes omitidas
- Barro y Sala-i-Martin definen esta ecuación como de *convergencia incondicional*.

Modelo de Solow y Convergencia

- Pero quizás la convergencia incondicional sea muy demandante
- Implica que la brecha de ingresos entre dos países debe disminuir más allá de las oportunidades tecnológicas, las políticas e instituciones de cada país.
- Si los países son diferentes en otros aspectos, una ecuación más apropiada podría ser:

$$g_{i,t,0} = \beta_0 + \beta_1 log y_{i,0} + \theta X_i + \varepsilon_{i,t}$$

donde g representa la tasa de crecimiento y X_i características relevantes de los países

- Es la llamada *convergencia condicional*
- Basados en el modelo de Solow esas variables son tasa de inversión y crecimiento del trabajo efectivo.

Modelo de Solow y Convergencia

- Los modelos de convergencia que solemos encontrar en economía aplicada se basan en esta idea, menos "demandante"
- Donde X incluye entre otras variables: tasa de escolarización por sexo, tasa de fertilidad, tasa de inversión, tasa de inflación, apertura de la economía, variables institucionales.
- Este tipo de regresiones tienden a mostrar $\beta_1 < 0$.
- También estimaremos ecuaciones de convergencia en clase.

Análisis de Regresión - Problemas

- Este tipo de modelos también se han usado para estimar los "determinantes del crecimiento económico"
- En esos casos, θ refleja el efecto causal de las distintas variables incluidas en X en el crecimiento económico.
- Pero podemos pensar en varios problemas con ese tipo de análisis.
  - Algunas variables en X_i e y_i son endogenas en un sentido econométrico: se determinan conjuntamente con g_i
  - Error en medición o shocks temporales en y_i.
  - El modelo de Solow es un modelo de economía cerrada