Desenvolvimento econômico

Capital humano e o crescimento econômico de longo prazo

João Ricardo Costa Filho

Good ideas shine far more brightly when supported by good models
Avinash Dixit ("The making of Economic Policy", 1996, p. 17)

Models are to be used, not believed.
Henri Theil ("Principles of Econometrics", 1971, p. vi)

O modelo de Solow-Swan na sua versão original de livro-texto consegue explicar a diferença na riqueza das nações?

Solow-Swan e os dados

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

- O que o modelo prescreve: quanto maior a taxa de poupança/investimento (s) e/ou menor a taxa de crescimento populacional (n), maior o nível da renda por trabalhador (Y/L).

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

- O que o modelo prescreve: quanto maior a taxa de poupança/investimento (s) e/ou menor a taxa de crescimento populacional (n), maior o nível da renda por trabalhador (Y/L). Mankiw, Romer, and Weil (1992) analisam econometricamente essa questão e os dados corroboram com esses resultados teóricos.

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

- O que o modelo prescreve: quanto maior a taxa de poupança/investimento (s) e/ou menor a taxa de crescimento populacional (n), maior o nível da renda por trabalhador (Y/L). Mankiw, Romer, and Weil (1992) analisam econometricamente essa questão e os dados corroboram com esses resultados teóricos.
- Os autores encontram que as difereças nas taxas de poupança e no crescimento da população explicam 59% da variação entre países na renda per capita.

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

- O que o modelo prescreve: quanto maior a taxa de poupança/investimento (s) e/ou menor a taxa de crescimento populacional (n), maior o nível da renda por trabalhador (Y/L). Mankiw, Romer, and Weil (1992) analisam econometricamente essa questão e os dados corroboram com esses resultados teóricos.
- Os autores encontram que as difereças nas taxas de poupança e no crescimento da população explicam 59% da variação entre países na renda per capita.
- Contudo, os efeitos estimados de mudanças na taxa de poupança e no crescimento da população implícitos nas regressões são maiores do que o modelo prediz.

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

Como será que o modelo de Solow-Swan performa quando comparado com dados de vários países?

- O que o modelo prescreve: quanto maior a taxa de poupança/investimento (s) e/ou menor a taxa de crescimento populacional (n), maior o nível da renda por trabalhador (Y/L). Mankiw, Romer, and Weil (1992) analisam econometricamente essa questão e os dados corroboram com esses resultados teóricos.
- Os autores encontram que as difereças nas taxas de poupança e no crescimento da população explicam 59% da variação entre países na renda per capita.
- Contudo, os efeitos estimados de mudanças na taxa de poupança e no crescimento da população implícitos nas regressões são maiores do que o modelo prediz.

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

- Os resultados econométricos também implicam em uma maior “capital share” do que o observado.

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

- Os resultados econométricos também implicam em uma maior "capital share" do que o observado.
- O que podemos fazer?

Modelo de Solow-Swan: uma avaliação empírica

- Os resultados econométricos também implicam em uma maior "capital share" do que o observado.
- O que podemos fazer?
- Mankiw, Romer, and Weil (1992) propõem diferenciarmos **capital físico** de **capital humano**.

Capital humano no modelo de Solow-Swan

O modelo de Solow-Swan com capital humano

Vamos estender o modelo neoclássico de crescimento econômico (Solow 1956, 1957; Swan 1956) e incluir capital humano.

O modelo de Solow-Swan com capital humano

Vamos estender o modelo neoclássico de crescimento econômico (Solow 1956, 1957; Swan 1956) e incluir capital humano.

- Para isso, nesta primeira aula sobre o tema, vamos utilizar a abordagem do capítulo 3 de Jones and Vollrath (2013).

O modelo de Solow-Swan com capital humano

Vamos estender o modelo neoclássico de crescimento econômico (Solow 1956, 1957; Swan 1956) e incluir capital humano.

- Para isso, nesta primeira aula sobre o tema, vamos utilizar a abordagem do capítulo 3 de Jones and Vollrath (2013).
- O autor considera que os indivíduos gastam tempo na acumulação de habilidades (qualificação), como em Lucas Jr (1988).

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**
- **O capital humano surge à partir da obtenção de qualificação.**

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**
- **O capital humano surge à partir da obtenção de qualificação.**
- Mercados perfeitamente competitivos.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**
- **O capital humano surge à partir da obtenção de qualificação.**
- Mercados perfeitamente competitivos.
- O progresso tecnológico é exógeno.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**
- **O capital humano surge à partir da obtenção de qualificação.**
- Mercados perfeitamente competitivos.
- O progresso tecnológico é exógeno.
- O crescimento da força de trabalho é exógeno.

Estrutura do modelo

- Economia fechada e sem governo.
- Apenas um bem final.
- A tecnologia de produção possui retornos contantes de escala.
- **Dois tipos de capital: capital físico e capital humano.**
- **O capital humano surge à partir da obtenção de qualificação.**
- Mercados perfeitamente competitivos.
- O progresso tecnológico é exógeno.
- O crescimento da força de trabalho é exógeno.
- Tempo contínuo.

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K), capital humano (H) e trabalho (L) para produzir o bem final (Y),

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K), capital humano (H) e trabalho (L) para produzir o bem final (Y), dado o nível de produtividade total dos fatores de produção (A):

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K), capital humano (H) e trabalho (L) para produzir o bem final (Y), dado o nível de produtividade total dos fatores de produção (A):

$$Y(t) = F(K(t), A(t)H(t)) = K^{\alpha}(t)\,(A(t)H(t))^{1-\alpha}$$

O capital humano

Seja $0 \leq u$ a quantidade de tempo gasto em aprender/desenvolver novas habilidades (por exemplo, anos de estudo)

O capital humano

Seja $0 \leq u$ a quantidade de tempo gasto em aprender/desenvolver novas habilidades (por exemplo, anos de estudo) e L a quantidade total de trabalhadores usada na produção,

O capital humano

Seja $0 \leq u$ a quantidade de tempo gasto em aprender/desenvolver novas habilidades (por exemplo, anos de estudo) e L a quantidade total de trabalhadores usada na produção, tal que $L = (1 - u)P$, onde P representa a população da economia. Temos que:

O capital humano

Seja $0 \leq u$ a quantidade de tempo gasto em aprender/desenvolver novas habilidades (por exemplo, anos de estudo) e L a quantidade total de trabalhadores usada na produção, tal que $L = (1 - u)P$, onde P representa a população da economia. Temos que:

$$H(t) = e^{\psi u} L(t),$$

onde $\psi > 0$.

Seja $0 \leq u$ a quantidade de tempo gasto em aprender/desenvolver novas habilidades (por exemplo, anos de estudo) e L a quantidade total de trabalhadores usada na produção, tal que $L = (1 - u)P$, onde P representa a população da economia. Temos que:

$$H(t) = e^{\psi u} L(t),$$

onde $\psi > 0$. Note que se $u = 0$, temos $H(t) = L(t)$.

O capital humano – Variações no tempo de qualificação

O que acontece com $H(t)$ se $\uparrow u$?

O capital humano – Variações no tempo de qualificação

O que acontece com $H(t)$ se $\uparrow u$? Se u aumentar em uma unidade (1 ano, por exemplo), temos:

$$\frac{d \ln H(t)}{du} = \psi.$$

O capital humano – Variações no tempo de qualificação

O que acontece com $H(t)$ se $\uparrow u$? Se u aumentar em uma unidade (1 ano, por exemplo), temos:

$$\frac{d \ln H(t)}{du} = \psi.$$

E.g. Se $\psi = 0,1$, temos que $H(t)$ aumenta 10% (Jones and Vollrath 2013).

A lei de movimento do capital

A dinâmica do capital depende do investimento $(I(t))$ e da taxa de depreciação (δ) do mesmo:

A lei de movimento do capital

A dinâmica do capital depende do investimento $(I(t))$ e da taxa de depreciação (δ) do mesmo:

$$\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t).$$

A lei de movimento do capital

A dinâmica do capital depende do investimento $(I(t))$ e da taxa de depreciação (δ) do mesmo:

$$\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t).$$

Em equilíbrio, temos que $S(t) = I(t)$ e, assumindo que os agentes poupem uma fração constante da renda, temos:

$$\dot{K}(t) = s_k Y(t) - \delta K(t), \tag{1}$$

onde $\dot{K}(t) = \frac{dK(t)}{dt}$.

A dinâmica da produtividade

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = g \implies, A(t) = A(0)e^{gt}$$

Vamos escrever o modelo como variáveis por trabalhado intensivo.

Dinâmica do modelo

A equação (1) pode ser reescrita como:

$$\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = \frac{sY(t)}{K(t)} - \delta. \tag{2}$$

Dinâmica do modelo

A equação (1) pode ser reescrita como:

$$\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = \frac{sY(t)}{K(t)} - \delta. \tag{2}$$

assim como a função de produção:

$$y(t) = k^{\alpha}(t)$$

onde $y(t) = Y(t)/A(t)H(t)$ e $k(t) = K(t)/A(t)H(t)$.

Dinâmica do modelo

Defina $k(t) = \frac{K(t)}{A(t)H(t)}$.

Dinâmica do modelo

Defina $k(t) = \frac{K(t)}{A(t)H(t)}$. Passe o log em $k(t)$ e diferencie em relação ao tempo:

$$\frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} - g - n.$$

Dinâmica do modelo

Defina $k(t) = \frac{K(t)}{A(t)H(t)}$. Passe o log em $k(t)$ e diferencie em relação ao tempo:

$$\frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} - g - n.$$

Substituindo (2) no resultado acima, temos:

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (g + n + \delta)k(t). \tag{3}$$

“Balance growth path”

Com base nos resultados do modelo de Solow-Swan básicos, sabemos que, quando $\dot{k}(t) = 0$, temos:

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

“Balance growth path”

Com base nos resultados do modelo de Solow-Swan básicos, sabemos que, quando $\dot{k}(t) = 0$, temos:

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

E, portanto:

“Balance growth path”

Com base nos resultados do modelo de Solow-Swan básicos, sabemos que, quando $\dot{k}(t) = 0$, temos:

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

E, portanto:

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

“Balance growth path”

Se quisermos o PIB por trabalhador no “balance growth path”, podemos reescrever a equação anterior da sequinte forma:

“Balance growth path”

Se quisermos o PIB por trabalhador no “balance growth path”, podemos reescrever a equação anterior da sequinte forma:

$$y_L^* = A(t)h(t)\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

onde $h(t) = H(t)/L(t) = e^{\psi u}$.

"Balance growth path"

Se quisermos o PIB por trabalhador no "balance growth path", podemos reescrever a equação anterior da sequinte forma:

$$y_L^* = A(t)h(t)\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

onde $h(t) = H(t)/L(t) = e^{\psi u}$.

Como já vimos anteriormente, no longo prazo, o crescimento do PIB por trabalhador é dado pelo progresso tecnológico e, neste modelo, o nível é influenciado pelo capital humano.

Exercício 1

Considere duas economias (1 e 2) que possuem as seguintes características: $s_k = 0,2, n = 0,01, g = 0,02, \delta = 0,03$, $\psi = 0,1$ e $A(0) = 1$. Vamos simular o comportamento do PIB por trabalhador no balance growth path para cada uma das economias ($y^*_{L,1}$ e $y^*_{L,2}$), durante 30 anos ($t = 1, 2, \dots, 30$). **Para isso considere:** $u_1 = 8$ e $u_2 = 11$.

a) Faça o gráfico de $y^*_{L,1}(t)$ e $y^*_{L,2}(t)$ ao longo do tempo. (Lembre-se que isso representa o ln do PIB por trabalhador).
b) Faça o gráfico do nível do PIB por trabalhador ($Y^*_{L,1}(t)$ e $Y^*_{L,2}(t)$) ao longo do tempo.
c) Faça o gráfico da razão $\frac{Y^*_{L,1}(t)}{Y^*_{L,2}(t)}$ ao longo do tempo.
d) Explique o comportamento de cada um dos gráficos.

Exercício 2

Considere duas economias (1 e 2) que possuem as seguintes características: $s_k = 0,2, n = 0,01, g = 0,02, \delta = 0,03$, $\psi = 0,1$ e $u = 8$. Vamos simular o comportamento do PIB por trabalhador no balance growth path para cada uma das economias ($y^*_{L,1}$ e $y^*_{L,2}$), durante 30 anos ($t = 1, 2, \ldots, 30$). **Para isso considere:** $A_1(0) = 1$ e $A_2(0) = 1,1$.

a) Faça o gráfico de $y^*_{L,1}(t)$ e $y^*_{L,2}(t)$ ao longo do tempo. (Lembre-se que isso representa o ln do PIB por trabalhador).

b) Faça o gráfico do nível do PIB por trabalhador ($Y^*_{L,1}(t)$ e $Y^*_{L,2}(t)$) ao longo do tempo.

c) Faça o gráfico da razão $\frac{Y^*_{L,1}(t)}{Y^*_{L,2}(t)}$ ao longo do tempo.

d) Explique o comportamento de cada um dos gráficos.

Exercício 3

Considere duas economias (1 e 2) que possuem as seguintes características: $s_k = 0,2, n = 0,01, g = 0,02, \delta = 0,03$, $\psi = 0,1$ e $A(0) = 1$. Vamos simular o comportamento do PIB por trabalhador no balance growth path para cada uma das economias ($y^*_{L,1}$ e $y^*_{L,2}$), durante 30 anos ($t = 1, 2, \ldots, 30$). **Para isso considere:**
$u_1 = u_2 = 8$ se $t < 15$ e $u_2 = 10$ quando $t \geq 15$.

a) Faça o gráfico de $y^*_{L,1}(t)$ e $y^*_{L,2}(t)$ ao longo do tempo. (Lembre-se que isso representa o ln do PIB por trabalhador).
b) Faça o gráfico do nível do PIB por trabalhador ($Y^*_{L,1}(t)$ e $Y^*_{L,2}(t)$) ao longo do tempo.
c) Faça o gráfico da razão $\frac{Y^*_{L,1}(t)}{Y^*_{L,2}(t)}$ ao longo do tempo.
d) Explique o comportamento de cada um dos gráficos.

Exercício 4

Considere duas economias (1 e 2) que possuem as seguintes características: $s_k = 0,2, n = 0,01, g = 0,02, \delta = 0,03$, $\psi = 0,1$ e $A(0) = 1$. Vamos simular o comportamento do PIB por trabalhador no balance growth path para cada uma das economias ($y^*_{L,1}$ e $y^*_{L,2}$), durante 30 anos ($t = 1, 2, \ldots, 30$). **Para isso considere:** $u_1(t) = e^{0,01t}$ e $u_2(t) = e^{0,015t}$.

a) Faça o gráfico de $y^*_{L,1}(t)$ e $y^*_{L,2}(t)$ ao longo do tempo. (Lembre-se que isso representa o ln do PIB por trabalhador).
b) Faça o gráfico do nível do PIB por trabalhador ($Y^*_{L,1}(t)$ e $Y^*_{L,2}(t)$) ao longo do tempo.
c) Faça o gráfico da razão $\frac{Y^*_{L,1}(t)}{Y^*_{L,2}(t)}$ ao longo do tempo.
d) Explique o comportamento de cada um dos gráficos.

Leia os livros e os artigos, não fique só com os slides!!!!

Referências

Jones, Charles I, and Dietrich Vollrath. 2013. *Introduction to Economic Growth*. Third edition. W.W. Norton & Company.

Lucas Jr, Robert E. 1988. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22 (1): 3–42.

Mankiw, N Gregory, David Romer, and David N Weil. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 107 (2): 407–37.

Solow, Robert M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 70 (1): 65–94.

———. 1957. "Technical Change and the Aggregate Production Function." *The Review of Economics and Statistics* 39 (3): 312–20.

Swan, Trevor W. 1956. "Economic Growth and Capital Accumulation." *Economic Record* 32 (2): 334–61.