Desenvolvimento econômico

Crescimento econômico endógeno

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)

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

- O progresso tecnológico é decorrente da adição de novas variedades de produtos.

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

- O progresso tecnológico é decorrente da adição de novas variedades de produtos.
- O progresso tecnológico é endógeno.

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

- O progresso tecnológico é decorrente da adição de novas variedades de produtos.
- O progresso tecnológico é endógeno.
- Ele é decorrente da busca por novas ideias que sejam lucrativas.

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

- O progresso tecnológico é decorrente da adição de novas variedades de produtos.
- O progresso tecnológico é endógeno.
- Ele é decorrente da busca por novas ideias que sejam lucrativas.
- O modelo parece explicar melhor o crescimento sustentado de economias desenvolvidas.

Pesquisa, desenvolvimento e crescimento (Jones and Vollrath 2013)

Vamos trabalhar com a versão de Jones (1995) do modelo de Romer (1990):

- O progresso tecnológico é decorrente da adição de novas variedades de produtos.
- O progresso tecnológico é endógeno.
- Ele é decorrente da busca por novas ideias que sejam lucrativas.
- O modelo parece explicar melhor o crescimento sustentado de economias desenvolvidas.
- É, portanto, um modelo que ajuda a explicar a dinâmica da fronteira tecnológica no mundo.

Qual é o impacto das ideias na tecnologia de produção?

O modelo do Romer

A função de produção

A função de produção

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

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K) e trabalho (L_Y) para produzir o bem final (Y), dado o estoque de ideias (A):

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K) e trabalho (L_Y) para produzir o bem final (Y), dado o estoque de ideias (A):

$$Y(t) = K^{\alpha}(t)\left(A(t)L_Y(t)\right)^{1-\alpha}$$

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K) e trabalho (L_Y) para produzir o bem final (Y), dado o estoque de ideias (A):

$$Y(t) = K^{\alpha}(t)\left(A(t)L_Y(t)\right)^{1-\alpha}$$

- Se o estoque de ideias for dado, a função possui retornos constantes de escala.

A função de produção

As empresas recrutam capital físico (K) e trabalho (L_Y) para produzir o bem final (Y), dado o estoque de ideias (A):

$$Y(t) = K^{\alpha}(t)\left(A(t)L_Y(t)\right)^{1-\alpha}$$

- Se o estoque de ideias for dado, a função possui retornos constantes de escala.
- Mas, se ela também for um insumo da produção, a função terá retornos crescentes de escala.

Exercício 1 (para casa)

Mostre que ao dobrarmos o estoque de capital físico e a força de trabalho destinada à produção, dado o estoque de ideias $A(t)$, a produção dobra (retornos constantes de escala), mas se dobrarmos também o estoque de ideias, a produção mais do que dobra (retornos crescentes de escala).

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:

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

A dinâmica da força de trabalho

A dinâmica da força de trabalho

Assim como no modelo de Solow, o crescimento da força de trabalho é exógeno:

A dinâmica da força de trabalho

Assim como no modelo de Solow, o crescimento da força de trabalho é exógeno:

$$\frac{\dot{L}(t)}{L(t)} = n \implies, L(t) = L(0)e^{nt}.$$

A dinâmica do progresso tecnológico

A dinâmica do progresso tecnológico

O estoque de novas ideias depende do número de pesquisadores dedicado a descobrí-las ($L_A(t)$):

A dinâmica do progresso tecnológico

O estoque de novas ideias depende do número de pesquisadores dedicado a descobrí-las ($L_A(t)$):

$$\dot{A}(t) = \bar{\theta}(t) L_A^{\lambda}(t).$$

onde $0 < \lambda < 1$ e $\bar{\theta}(t)$ representa a taxa de descoberta de novas ideias.

A dinâmica do progresso tecnológico

A dinâmica do progresso tecnológico

$$\bar{\theta}(t) = \theta A^{\phi}(t).$$

onde θ é uma constante e $0 < \phi < 1$ é um parâmetro que indica que a produtividade dos pesquisadores ($\bar{\theta}(t)$) aumenta com o estoque de ideias.

Portanto,

$$\dot{A}(t) = \theta L_A^{\lambda}(t) A^{\phi}(t). \tag{1}$$

A força de trabalho

A força de trabalho

Trabalhemos com a seguinte restrição:

A força de trabalho

Trabalhemos com a seguinte restrição:

$$L(t) = L_Y(t) + L_A(t).$$

A força de trabalho

Trabalhemos com a seguinte restrição:

$$L(t) = L_Y(t) + L_A(t).$$

Adicionalmente, vamos assumir que

A força de trabalho

Trabalhemos com a seguinte restrição:

$$L(t) = L_Y(t) + L_A(t).$$

Adicionalmente, vamos assumir que

$$\frac{L_A(t)}{L(t)} = s_R,$$

$$\frac{L_Y(t)}{L(t)} = (1 - s_R).$$

A transição para o equilíbrio estacionário

“Balance growth path”

“Balance growth path”

Note que 1 não depende do estoque de capital. Portanto, podemos realizar as mesmas etapas do modelo de Solow.

"Balance growth path"

Note que 1 não depende do estoque de capital. Portanto, podemos realizar as mesmas etapas do modelo de Solow. Portanto, temos:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (g + n + \delta)k(t).$$

Quando $\dot{k}(t) = 0$, obtemos:

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

“Balance growth path”

Note que 1 não depende do estoque de capital. Portanto, podemos realizar as mesmas etapas do modelo de Solow. Portanto, temos:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (g + n + \delta)k(t).$$

Quando $\dot{k}(t) = 0$, obtemos:

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

E, portanto:

“Balance growth path”

Note que 1 não depende do estoque de capital. Portanto, podemos realizar as mesmas etapas do modelo de Solow. Portanto, temos:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (g + n + \delta)k(t).$$

Quando $\dot{k}(t) = 0$, obtemos:

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

E, portanto:

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

“Balance growth path”

“Balance growth path”

Como já vimos anteriormente, no longo prazo, o crescimento do PIB por trabalhador é dado pelo progresso tecnológico ($g_Y = g_K = g_A$).

Então, o que muda nesse modelo?

Progresso tecnológico no “balance growth path”

Progresso tecnológico no "balance growth path"

A taxa de progresso tecnológico no "balance growth path" é dada por:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)}$$

Progresso tecnológico no “balance growth path”

A taxa de progresso tecnológico no “balance growth path” é dada por:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)}$$

O que tem que acontecer para ela ser constante (g_A)?

Progresso tecnológico no "balance growth path"

Passe o log no numerado e no denominador da razão anterior e derive em relação ao tempo:

$$0 = \lambda \frac{\dot{L}_A(t)}{L_A(t)} - (1-\phi)\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$$

Progresso tecnológico no "balance growth path"

Passe o log no numerado e no denominador da razão anterior e derive em relação ao tempo:

$$0 = \lambda \frac{\dot{L}_A(t)}{L_A(t)} - (1 - \phi)\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$$

No longo prazo, temos $\frac{\dot{L}_A(t)}{L_A(t)} = n$. Portanto,

$$g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi}.$$

Choque permanente em P&D

Dinâmica

Vamos seguir Jones and Vollrath (2013) e assumir $\lambda = 1$ e ϕ em

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)},$$

Dinâmica

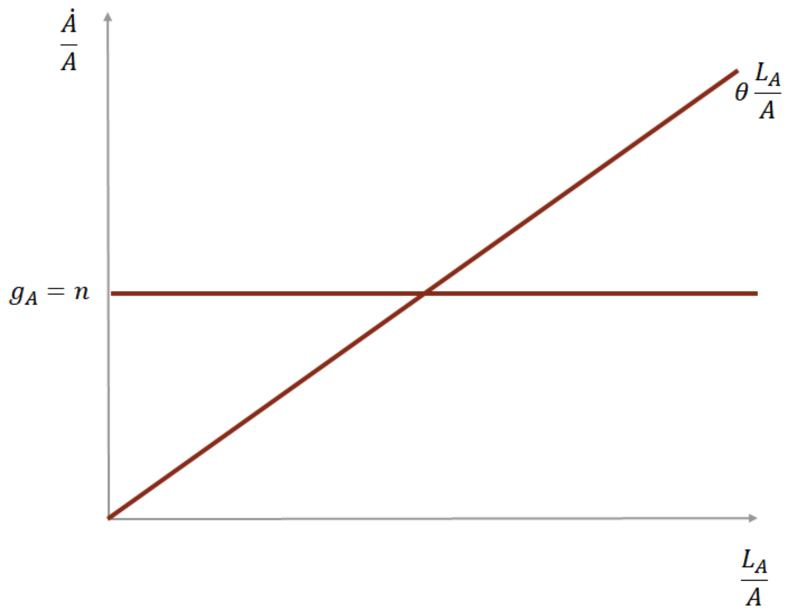
Vamos seguir Jones and Vollrath (2013) e assumir $\lambda = 1$ e ϕ em

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)},$$

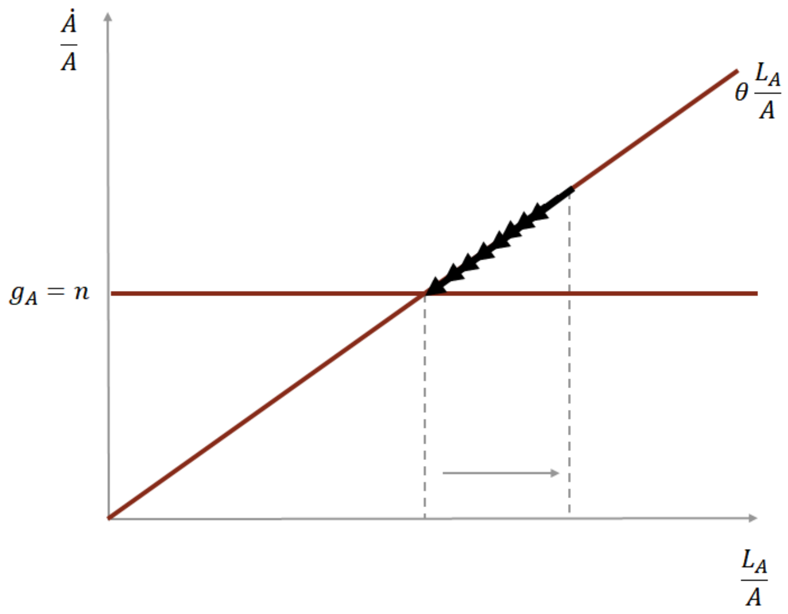
Exercício 2

Faça um gráfico com **duas curvas**: a curva 1 é $\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$ em qualquer instante do tempo e a curva 2 é $\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$ no balance growth path. (coloque $\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$ no eixo vertical e $\frac{L_A}{A(t)}$ no eixo horizontal).

Equilíbrio de longo prazo



Choque em s_R



Exercício 3

Faça um gráfico com $\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$ após o choque em s_R.

Dinâmica

Podemos reescrever a equação

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)},$$

Podemos reescrever a equação

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)},$$

como:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{(s_R L)^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)}$$

Dinâmica

Podemos reescrever a equação

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{L_A^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)},$$

como:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \theta \frac{(s_R L)^{\lambda}}{A^{1-\phi}(t)}$$

PIB no "balance growth path"

PIB no “balance growth path”

Seguindo Jones and Vollrath (2013), temos:

$$\left(\frac{y}{A}\right)^{*} = \left(\frac{s_K}{n+g_A+\delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}(1-s_R)\,.$$

PIB no "balance growth path"

Seguindo Jones and Vollrath (2013), temos:

$$\left(\frac{y}{A}\right)^* = \left(\frac{s_K}{n + g_A + \delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R)\,.$$

Temos também que

$$A(t) = \frac{\theta s_R L(t)}{g_A}.$$

PIB no “balance growth path”

Seguindo Jones and Vollrath (2013), temos:

$$\left(\frac{y}{A}\right)^{*} = \left(\frac{s_K}{n + g_A + \delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R)\,.$$

Temos também que

$$A(t) = \frac{\theta s_R L(t)}{g_A}.$$

Portanto, o PIB per capita é dado por:

PIB no “balance growth path”

Seguindo Jones and Vollrath (2013), temos:

$$\left(\frac{y}{A}\right)^{*} = \left(\frac{s_K}{n + g_A + \delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R)\,.$$

Temos também que

$$A(t) = \frac{\theta s_R L(t)}{g_A}.$$

Portanto, o PIB per capita é dado por:

$$y^{*}(t) = \left(\frac{s_K}{n + g_A + \delta}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R)\,\frac{\theta s_R}{g_A} L(t).$$

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

Referências i

Jones, Charles I. 1995. "R & d-Based Models of Economic Growth." *Journal of Political Economy* 103 (4): 759–84.

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

Romer, Paul M. 1990. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98 (5): 2.