INTRODUÇÃO À TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

Charles I. Jones
Stanford University

ELSEVIER
CAMPUS

8 TEORIAS ALTERNATIVAS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

Neste livro nos limitamos, propositalmente, a apresentar alguns modelos estreitamente relacionados, num esforço para formular uma teoria geral do crescimento e do desenvolvimento. Um resultado desse método de exposição é que não conseguimos apresentar um grande número de modelos de crescimento que foram desenvolvidos na última década. Este capítulo se destina a fazer uma breve revisão de alguns desses outros modelos.

Os modelos até aqui descritos consideram que mudanças nas políticas do governo, como subsídios à pesquisa ou impostos sobre o investimento, têm efeitos de *nível* mas não efeitos de *crescimento* de longo prazo. Isto é, essas políticas aumentam a taxa de crescimento temporariamente, enquanto a economia transita para um nível mais elevado da trajetória de crescimento equilibrado. Mas, no longo prazo, a taxa de crescimento volta para seu nível inicial.

Originalmente, a expressão "crescimento endógeno" era usada para fazer referência a modelos nos quais mudanças em tais políticas poderiam influir de modo permanente na taxa de crescimento.[1] Diferenças entre países nas taxas de crescimento eram consideradas como reflexos de diferenças permanentes nas taxas de crescimento fundamentais. Todavia, é importante entender como funcionam esses modelos alternativos. O desenvolvimento desse entendimento é o principal objetivo deste capítulo. Depois de apresentar os mecanismos, veremos algumas das evidências a favor e contra esses modelos.

---

[1]De acordo com o *Merriam Webster's Collegiate Dictionary*, "endógeno" significa "provocado por fatores que estão dentro do organismo ou sistema". A mudança tecnológica é claramente endógena nesse sentido nos modelos que apresentamos nos capítulos anteriores. Contudo, sem crescimento (exógeno) populacional, o crescimento da renda *per capita* acaba parando. Por este motivo, modelos como aquele apresentado no Capítulo 5 são às vezes considerados modelos de crescimento "semi-endógenos".

8.1 MODELO SIMPLES DE CRESCIMENTO ENDÓGENO: O MODELO "AK"

Um dos modelos mais simples que levam em conta o crescimento endógeno (no sentido de que as políticas podem influir na taxa de crescimento de longo prazo) é facilmente deduzido a partir do modelo original de Solow visto no Capítulo 2. Considere a primeira apresentação desse modelo, no qual não havia progresso tecnológico exógeno (isto é, $g \equiv \dot{A}/A = 0$). Contudo, modifique-se a função de produção de forma a que $\alpha = 1$:

$$Y = AK, \tag{8.1}$$

onde A é uma constante positiva.[2] É a função de produção que dá o nome ao modelo AK.[3] Recorde que o capital é acumulado quando as pessoas poupam e investem parte do produto gerado na economia em vez de consumi-lo:

$$\dot{K} = sY - dK, \tag{8.2}$$

onde s representa a taxa de investimento e d, a taxa de depreciação, ambos constantes. Para simplificar, vamos supor que não há crescimento populacional, de modo que podemos interpretar as letras maiúsculas como sendo variáveis *per capita* (ou seja, supomos que a economia é povoada por uma única pessoa).

Considere agora o conhecido gráfico de Solow, para esse modelo, apresentado na Figura 8.1. A linha dK reflete o montante de investimento necessário para repor a depreciação do estoque de capital. A curva sY é o investimento total como função do estoque de capital. Observe que, como Y é linear em K, a curva na verdade é uma reta, uma propriedade fundamental do modelo AK. Supomos que o investimento total é maior que a depreciação total, como mostra o gráfico.

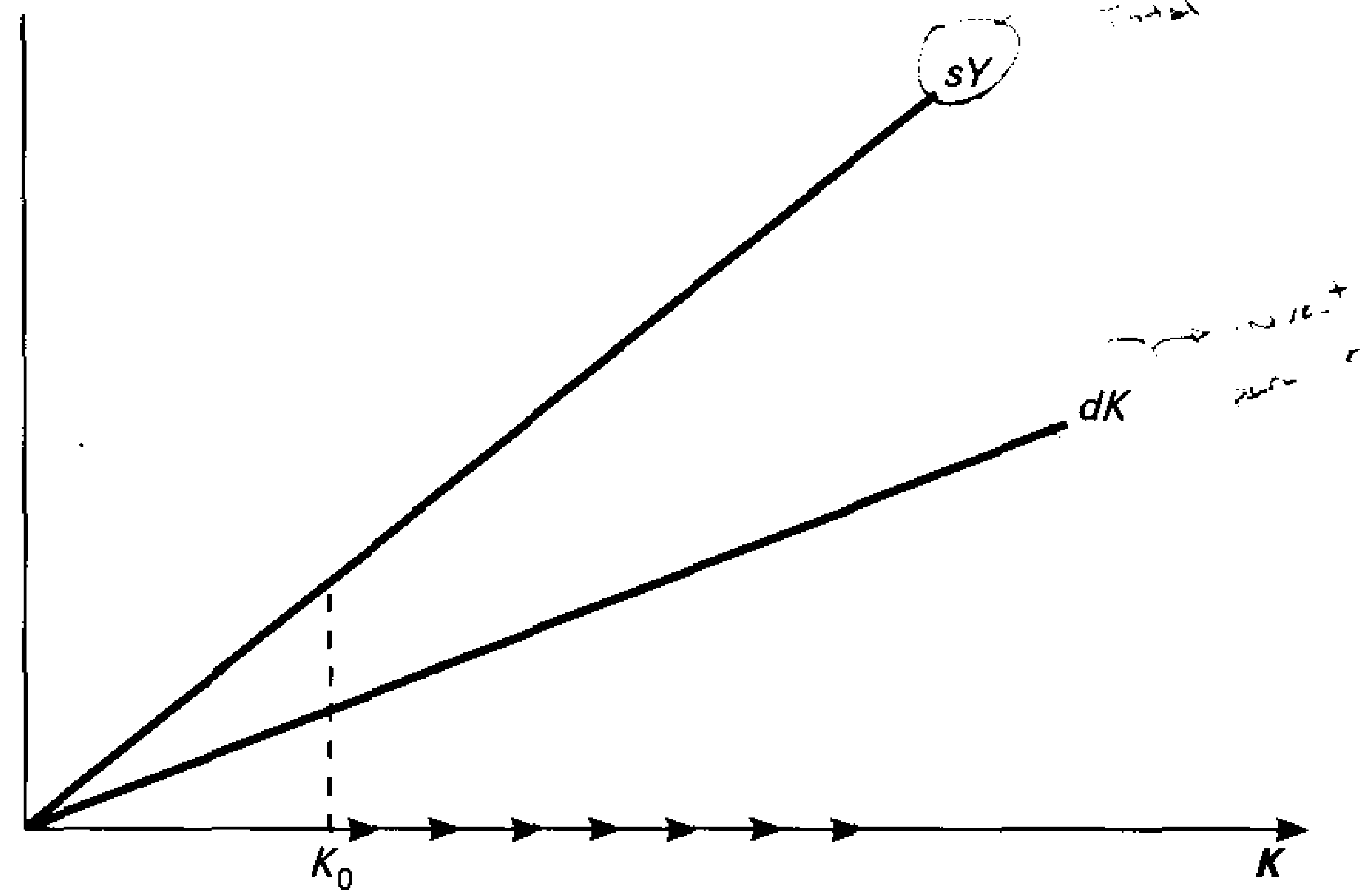
Imagine uma economia cujo início é assinalado pelo ponto K_0. Nessa economia, como o investimento total é maior que a depreciação, o estoque de capital aumenta. Como o tempo, o crescimento continua: em qualquer ponto à direita de K_0, o investimento total é maior que a depreciação. Portanto, o estoque de capital está sempre aumentando e, no modelo, o crescimento nunca pára.

---

[2] O leitor atento observará que, a rigor, com $\alpha = 1$, a função de produção do Capítulo 2 deveria ser estrita com $Y = K$. É tradicional no modelo que estamos apresentando supor que o produto é proporcional ao estoque de capital em vez de ser exatamente igual ao estoque de capital.

[3] Romer (1987) e Sergio Rebelo (1991) foram os primeiros expositores desse modelo.

FIGURA 8.1 GRÁFICO DE SOLOW PARA O MODELO AK.



A explicação desse crescimento perpétuo é vista quando se compara esta figura com o gráfico original de Solow no Capítulo 2. Como se recorda, ali a acumulação de capital se caracterizava pelos retornos decrescentes porque α < 1. Cada nova unidade de capital que era acrescentada à economia era um pouco menos produtiva que a anterior. Isto significava que finalmente o investimento total cairia para o nível da depreciação, terminando com a acumulação de capital (por trabalhador). Contudo, aqui há *retornos constantes* à acumulação de capital. O produto marginal de cada unidade de capital é sempre A. Ele não cai quando se acrescenta uma unidade adicional de capital.

Este ponto pode ser, também, mostrado em termos matemáticos. Reescreva a equação da acumulação de capital (8.2) dividindo ambos os lados por K:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s\,\frac{Y}{K} - d.$$

Obviamente, da função de produção na equação (8.1), $Y/K = A$, logo,

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA - d.$$

Finalmente, tirando o logaritmo e derivando a função de produção, vê-se que a taxa de crescimento do produto é igual à taxa de crescimento do capital e, portanto,

$$g_y \equiv \frac{\dot{Y}}{Y} = sA - d.$$

Esta álgebra simples revela um resultado fundamental do modelo de crescimento AK: a taxa de crescimento da economia é uma função crescente da taxa de investimento. Portanto, as políticas do governo que aumentam permanentemente a taxa de investimento da economia, aumentarão a taxa de crescimento da economia de modo permanente.

Esse resultado pode ser interpretado no contexto do modelo de Solow com $\alpha < 1$. Recorde que, nesse caso, a linha sY é uma curva, e que o estado estacionário é atingido quando $sY = dK$ (uma vez que supomos $n = 0$). O parâmetro α mede a "curvatura" de sY: se α é pequeno, então a curvatura é rápida e sY intercepta dK em um valor "baixo" de K^*. Por outro lado, quanto maior for α, tanto mais afastado de seu valor no estado estacionário, K^*, estará K_0. Isto implica que a transição para o estado estacionário é mais longa. O caso de $\alpha = 1$ é o caso limite, em que a transição dinâmica não tem fim. Desse modo, o modelo AK gera crescimento de modo endógeno. Isto é, não precisamos supor que qualquer coisa no modelo cresça a uma taxa exógena a fim de gerar crescimento *per capita* – certamente não a tecnologia, nem mesmo a população.

8.2 INTUIÇÃO E OUTROS MODELOS DE CRESCIMENTO

O modelo AK gera crescimento endógeno porque envolve uma linearidade fundamental em uma equação diferencial. Isto pode ser visto combinando-se a função de produção e a equação de acumulação do modelo de Solow padrão (com a população normalizada para um):

$$\dot{K} = sAK^{\alpha} - dK.$$

Se $\alpha = 1$, então essa equação é linear em K e o modelo gera um crescimento que depende de s. Se $\alpha < 1$, então a equação é "menos que linear" em K, e há retornos decrescentes para a acumulação de capital. Se dividirmos ambos os lados por K, veremos que a taxa de crescimento do estoque de capital declina à medida que a economia acumula mais capital:

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA\frac{1}{K^{1-\alpha}} - d.$$

Outro exemplo de como a linearidade é a chave para o crescimento pode ser visto ao considerarmos a taxa de crescimento exógeno da tecnologia no modelo de Solow. A hipótese padrão do modelo pode ser escrita como

$$\dot{A} = gA.$$

Esta equação diferencial é linear em A e mudanças permanentes em g aumentam a taxa de crescimento permanentemente no modelo de Solow com progresso tecnológico exógeno. Obviamente, mudanças nas políticas do governo não costumam afetar o parâmetro exógeno g, de modo que não acreditamos que esse modelo gere crescimento endógeno. Contudo, o que esses dois exemplos mostram é a estreita relação entre linearidade em uma equação diferencial e crescimento.[4]

Outros modelos de crescimento endógeno podem ser criados pela exploração dessa intuição. Por exemplo, outro modelo muito famoso nessa categoria é um modelo baseado em capital humano, criado por Robert E. Lucas Jr., ganhador do prêmio Nobel de Economia em 1995. O modelo de Lucas (1988) considera uma função de produção semelhante à que apresentamos no Capítulo 3:

$$Y = K^{\alpha}(hL)^{1-\alpha},$$

onde h é capital humano *per capita*. Lucas supõe que o capital humano evolui de acordo com

$$\dot{h} = (1 - u)h,$$

onde u é o tempo despendido com o trabalho e $1 - u$ é o tempo dedicado à acumulação de qualificações. Reescrevendo a equação, verifica-se que um aumento no tempo destinado à acumulação de capital humano aumentará a taxa de crescimento do capital humano:

$$\frac{\dot{h}}{h} = 1 - u.$$

Observe que h entra na função de produção dessa economia tal como a mudança tecnológica aumentadora de trabalho do modelo de Solow original do Capítulo 2. Assim, não precisamos continuar resolvendo o modelo. Funciona exatamente como o modelo de Solow em que chamamos A de capital humano e fazemos $g = 1 - u$. Portanto, no modelo de Lucas, uma política que conduz a um aumento permanente no tempo que as pessoas despendem obtendo qualificações gera um aumento permanente no crescimento do produto por trabalhador.

---

[4] Na verdade, essa intuição pode gerar equívocos em um modelo um pouco mais complexo. Por exemplo, em um modelo com duas equações diferenciais, uma delas pode ser "menos que linear", mas se a outra for "mais do que linear", então o modelo pode ainda gerar crescimento endógeno. Ver Mulligan e Sala-i-Martin (1993).

8.3 EXTERNALIDADES E MODELOS AK

Mostramos no Capítulo 4 que a presença de idéias ou tecnologia na função de produção significa que a produção se caracteriza por retornos crescentes à escala. Argumentamos, então, que os retornos crescentes à escala exigem a concorrência imperfeita: se o capital e o trabalho forem remunerados pelo seu produto marginal, como seria o caso em um mundo de concorrência perfeita, não restaria produto para remunerar a acumulação de conhecimento.

Há formas alternativas de lidar com os retornos crescentes que nos permitem manter a concorrência perfeita no modelo. Segundo o argumento que acabamos de apresentar, as pessoas não podem ser remuneradas pela acumulação de conhecimento. Contudo, se a acumulação de conhecimento for ela própria um subproduto acidental de outra atividade da economia, ela poderia ainda ocorrer. Isto é, a acumulação de conhecimento pode ocorrer por ser uma *externalidade*.

Considere a conhecida função de produção de uma empresa:

$$Y = BK^{\alpha}L^{1-\alpha}. \tag{8.3}$$

Nesta equação, há retornos constantes para o capital e o trabalho. Portanto, se B é acumulado endogenamente, a produção se caracteriza por retornos crescentes.

Imagine que as empresas individuais consideram o nível de B como dado. Contudo, suponha que, na verdade, a acumulação de capital gere novos conhecimentos sobre a produção da economia como um todo. Em particular, suponha que

$$B = AK^{1-\alpha}, \tag{8.4}$$

onde A é constante. Isto é, um subproduto acidental da acumulação de capital pelas empresas da economia é a melhora na tecnologia que as empresas aplicam à produção. Uma empresa individual não reconhece esse efeito quando acumula capital porque é pequena em relação à economia. É nesse sentido que o progresso tecnológico é *externo* à empresa. As empresas não acumulam capital porque ele melhora a tecnologia, elas acumulam capital porque ele é um insumo útil à produção. O capital é remunerado pelo seu produto marginal privado, $\alpha Y/K$. Contudo, acontece que a acumulação de capital proporciona um benefício inesperado ao resto da economia: resulta em novo conhecimento.[5]

---

[5]Essa externalidade é às vezes denominada "aprendizado pela prática" externo. As empresas aprendem melhores maneiras de produzir como um subproduto acidental do processo produtivo. Kenneth Arrow, ganhador do prêmio Nobel de Economia em 1972, foi o primeiro a formalizar esse processo em um modelo de crescimento (Arrow, 1962).

Combinando as equações (8.3) e (8.4), obtemos

$$Y = AKL^{1-\alpha}. \tag{8.5}$$

Supondo que a população dessa economia esteja normalizada para um, é esta exatamente a função de produção apresentada no início do capítulo.

Resumindo, há duas maneiras básicas de tratar dos retornos crescentes à escala que são exigidos se se deseja tornar endógena a acumulação do conhecimento: concorrência imperfeita ou externalidade. Pode-se abandonar a hipótese da concorrência perfeita e modelar a acumulação de conhecimento como resultado de esforços intencionais de pesquisadores que buscam novas idéias. Ou, pode-se manter a concorrência perfeita e supor que a acumulação de conhecimento é um subproduto acidental – uma externalidade – de alguma outra atividade econômica, tal como a acumulação de capital.

Como fica evidente pela ordem da apresentação e pelo espaço destinado à exposição de cada alternativa, a opinião do autor é que a acumulação de conhecimento é modelada de modo mais adequado como um resultado desejado pelo esforço empresarial do que como subproduto acidental de outra atividade. É desnecessário observar por muito tempo os grandes esforços de pesquisa desenvolvidos no Vale do Silício ou nas empresas de biotecnologia da estrada 128, em Boston, para ver a importância da busca intencional de conhecimento. Algumas outras evidências quanto a essas duas abordagens serão apresentadas na próxima seção.

Contudo, vale a pena notar que a abordagem das externalidades para tratar dos retornos crescentes é às vezes adequada, mesmo em um modelo no qual o conhecimento resulta de P&D intencional. Recorde que no Capítulo 5 lançamos mão da concorrência imperfeita para tratar dos retornos crescentes associados à geração do produto final. Todavia, também aplicamos a abordagem das externalidades em outra função de produção, aquela que se referia ao conhecimento novo. Pense em uma ligeira variação da função de produção de conhecimento do Capítulo 5. Em particular, vamos reescrever a equação (5.4) supondo que $\lambda = 1$:

$$\dot{A} = \delta L_A A^{\phi}. \tag{8.6}$$

É provável que as externalidades sejam muito importantes no processo de pesquisa. O conhecimento criado pelos pesquisadores do passado pode tornar a pesquisa de hoje muito mais efetiva; lembre-se da famosa citação de Isaac Newton a respeito de estar sobre os ombros de gigantes. Isto sugere que ϕ pode ser maior que 0.

Observe que, com $\phi > 0$, a função de produção de novo conhecimento da equação (8.6) apresenta rendimentos crescentes à escala. O retorno da mão-de-obra é um, e o retorno de A é ϕ, para retornos à escala totais de $1 + \phi$.

No Capítulo 5, tratamos A^{ϕ} como uma externalidade. Os pesquisadores individuais consideram A^{ϕ} como dado ao decidir quanta pesquisa desenvolver, e eles não são remunerados pelo "transbordamento de conhecimento" para os futuros pesquisadores em decorrência de suas pesquisas. Isto é simplesmente uma aplicação do uso da abordagem das externalidades para tratar dos retornos crescentes.

8.4 AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

O que esta breve apresentação de alguns modelos alternativos de crescimento endógeno mostra é que é relativamente fácil construir modelos nos quais mudanças permanentes nas políticas dos governos geram mudanças permanentes nas taxas de crescimento da economia. Obviamente, também é fácil construir modelos em que isso não é verdadeiro, como fizemos ao longo do livro. Qual é a melhor maneira de pensar a respeito do desenvolvimento econômico? As mudanças nas políticas do governo têm impacto permanente sobre a taxa de crescimento econômico?

Em certa medida, a resposta a essa indagação deve ser certamente "Sim". Por exemplo, sabemos que as taxas de crescimento econômico aumentaram nos últimos duzentos anos em relação ao que foram na maior parte da história. No Capítulo 4, apresentamos o argumento de vários historiadores econômicos, como Douglass North: esse aumento foi devido em larga medida ao estabelecimento dos direitos de propriedade que permitiram às pessoas auferir retornos sobre seus investimentos de longo prazo.

Contudo, esse aspecto geral do crescimento econômico é previsto pelos modelos em que, como aquele do Capítulo 5, as políticas do governo não afetam a taxa de crescimento de longo prazo. Por exemplo, se impedirmos os inventores de auferir retornos pelas suas invenções (o caso de um imposto de 100%), ninguém investirá e a economia não registrará crescimento.

A questão então é mais restrita. Por exemplo, se o governo concedesse um subsídio adicional de 10% à pesquisa, à educação ou ao investimento, isso teria um efeito permanente sobre a taxa de crescimento da economia ou teria "apenas" um efeito de nível no longo prazo? Outra maneira de fazer a mesma pergunta é a seguinte: se o governo concedesse um subsídio adicional à pesquisa ou ao investimento, as taxas de crescimento aumentariam por certo período, de acordo com muitos modelos. Contudo, por quanto tempo as taxas permaneceriam altas? A resposta poderia ser 5 ou 10 anos, 50 ou 100 anos, ou até uma duração infinita. Essa maneira de fazer a pergunta mostra que a distinção entre efeitos permanentes ou transitórios da política sobre o crescimento é um pouco enganadora. Estamos interessados em saber por quanto tempo perdurarão os efeitos.

Pode-se usar esse raciocínio como um argumento em favor dos modelos nos quais os efeitos são transitórios. Um efeito transitório muito longo pode estar arbitrariamente próximo de um efeito permanente. Contudo, o inverso não é verdadeiro: um efeito permanente não pode aproximar-se de um efeito que dure apenas cinco ou dez anos.

A literatura recente sobre o crescimento econômico oferece outras razões para a preferência pelos modelos nos quais mudanças nas políticas governamentais convencionais são modeladas como tendo efeitos de nível em vez de efeitos de crescimento. A primeira dessas razões é que não há virtualmente evidência alguma que sustente a hipótese de que as equações diferenciais relevantes são "lineares". Por exemplo, pense no modelo AK simples apresentado no início do capítulo. O modelo exige que aceitemos que o expoente do capital, α, é igual a um. Entretanto, as estimativas convencionais da participação do capital a partir da decomposição da taxa de crescimento sugerem que a participação do capital é de cerca de 1/3. Se se tenta ampliar o conceito de capital para incluir capital humano e externalidades, pode-se aumentar esse expoente para 2/3 ou talvez 4/5. Contudo, há muito poucas evidências para se admitir que o coeficiente seja um.[6]

Outro exemplo pode ser encontrado nos modelos de crescimento econômico embasados na pesquisa, como aqueles apresentados no Capítulo 5. Lembre-se de que, se a equação diferencial que rege a tecnologia for linear, então o modelo prevê que um aumento no tamanho da economia (medido, por exemplo, pelo contingente de mão-de-obra ou pelo número de pesquisadores) deveria elevar as taxas de crescimento *per capita*. Por exemplo, com λ = 1 e ϕ = 1, a função de produção de idéias pode ser representada como

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A.$$

Mais uma vez, há muitas evidências empíricas que contradizem essa previsão. Lembre-se de que, no Capítulo 4, foi visto que o número de cientistas e engenheiros envolvidos com pesquisa, uma medida aproximada de L_A, cresceu enormemente nos últimos quarenta anos. Já as taxas de crescimento ficaram em torno de 1,8% em todo o período.[7] A evidência favorece um modelo que seja "menos que linear" no sentido de que $\phi < 1$.

Outro exemplo é encontrado ao observarmos mais atentamente a experiência dos Estados Unidos no último século. Registraram-se grandes movimentos em muitas das variáveis consideradas importantes pela literatura relativa ao crescimento endógeno. Por exemplo, as taxas de investimento em educação (medido, digamos, como rendimento educacional médio de cada geração) aumentaram imensamente no último século. Em 1940, por exemplo, menos de um em cada quatro adultos tinha concluído o segundo grau; por volta de 1995, mais de 80% dos adultos possuíam o curso secundário comple-

---

[6] Ver, por exemplo, Barro e Sala-i-Martin (1992), e Mankiw, Romer e Weil (1992).
[7] Jones (1995a) desenvolve esse argumento com mais detalhes.

to. As taxas de investimento em equipamentos, como computadores, cresceram de maneira significativa. A partir de 1950, a fração da força de trabalho composta de cientistas e engenheiros dedicados a P&D formal aumentou quase três vezes. Apesar dessas mudanças, as taxas de crescimento médio dos Estados Unidos não são maiores hoje do que eram de 1870 a 1929 (lembre-se do Fato 5, no Capítulo 1).[8]

Finalmente, uma evidência extraída da observação de diferenças entre países em vez de diferenças ao longo do tempo em um único país. Vários modelos nos quais as políticas têm efeitos de crescimento prevêem que as taxas de crescimento de longo prazo devem diferir permanentemente entre os países. O modelos AK simples e o modelo de Lucas já apresentado, por exemplo, admitem essa previsão: diferenças nas taxas de investimento e diferenças na taxa à qual as pessoas acumulam qualificações conduzem a diferenças permanentes nas taxas de crescimento. Contudo, embora as taxas de crescimento variem substancialmente entre os países, essas diferenças nem sempre estão associadas a diferenças em políticas. Entre 1960 e 1988, por exemplo, Estados Unidos, Honduras e Malawi cresceram aproximadamente à mesma taxa. As grandes diferenças nas políticas econômicas entre esses países refletem nos níveis de renda e não nas taxas de crescimento.

8.5 O QUE É CRESCIMENTO ENDÓGENO?

É bastante fácil construir modelos de crescimento nos quais mudanças permanentes nas políticas públicas convencionais têm efeitos permanentes na taxa de crescimento de longo prazo. Contudo, este livro considera que esses modelos não são o melhor meio de se entender o crescimento de longo prazo. Por outro lado, o desenvolvimento de tais modelos e o trabalho empírico desenvolvido pelos economistas para testá-los e entendê-los tem sido extremamente útil em formar nossa compreensão do processo de crescimento.

O crescimento de longo prazo pode não ser endógeno no sentido de que pode ser facilmente manipulado segundo os desejos do formulador da política econômica. Contudo, isso não quer dizer que modelos de crescimento exógeno como o modelo de Solow sejam a última palavra. Na verdade, entendemos o crescimento econômico como o resultado endógeno de uma economia na qual indivíduos em busca do lucro podem auferir retornos sobre o fruto de seus esforços em busca de idéias novas e melhores. O processo de crescimento econômico, nesse sentido, é claramente endógeno.

---

[8] Essa evidência é destacada por Jones (1995b).

EXERCÍCIOS

1. Considere o modelo AK no qual não normalizamos o tamanho da força de trabalho para um.

(a) Por meio da função de produção (8.5) e da equação padrão para a acumulação de capital, mostre que a taxa de crescimento do produto depende de L.

(b) O que acontece se L cresce a uma taxa constante, n?

(c) Especifique de forma diferente a externalidade da equação (8.4) a fim de evitar essa implicação.

(d) A mão-de-obra afeta a produção?

2. No modelo de Lucas, um aumento permanente em sK terá um efeito de crescimento ou um efeito de nível. Por quê?

3. Pense na estrutura de mercado que está por trás do modelo de Lucas. O que necessitamos, concorrência perfeita ou imperfeita? Precisamos de externalidades? Comente.

4. A evidência histórica sugere que as taxas de crescimento têm crescido no prazo muito longo. Por exemplo, antes da Revolução Industrial o crescimento era lento e intermitente. O crescimento sustentado tornou-se possível após a Revolução Industrial, com taxas médias de crescimento *per capita* de aproximadamente 1% ao ano. Finalmente, no século XX se registrou um crescimento mais rápido. Comente essa evidência e como ela pode ser interpretada nos modelos de crescimento endógenos (nos quais as políticas padrões podem afetar o crescimento de longo prazo) e nos modelos de crescimento semi-endógenos (nos quais as políticas padrões têm, no longo prazo, efeitos de nível).

5. Qual a justificativa econômica para se pensar que a função de produção de novas idéias toma a forma dada pela equação (8.6)? Em particular, por que essa função de produção poderia apresentar retornos crescentes à escala?