PARTE IV

O longo prazo

Os próximos quatro capítulos enfocam o longo prazo. No longo prazo, o que predomina não são as flutuações, mas o crescimento. Portanto, agora precisamos perguntar: o que determina o crescimento?

Capítulo 10

O Capítulo 10 examina os fatos do crescimento. Inicialmente, documenta o grande aumento do produto em países ricos nos últimos 50 anos.
Depois, de uma perspectiva mais ampla, mostra que, na cronologia da história humana, esse crescimento é um fenômeno recente. E não é um fenômeno universal: muitos países pobres vêm sofrendo por conta da estagnação ou por causa de um baixo crescimento.

Capítulo 11

O Capítulo 11 enfoca o papel da acumulação de capital no crescimento. Mostra que a acumulação de capital não pode, em si, sustentar o crescimento do produto, embora afete o nível dele. Uma taxa de poupança mais elevada normalmente leva a um consumo menor em um primeiro momento e, no longo prazo, a um consumo maior.

Capítulo 12

O Capítulo 12 se volta para o progresso tecnológico. Mostra como, no longo prazo, a taxa de crescimento de uma economia é determinada pela taxa de progresso tecnológico. Examina, então, o papel da P&D na geração desse progresso. Retorna aos fatos do crescimento apresentados no Capítulo 10 e mostra como interpretá-los à luz da teoria desenvolvida nos capítulos 10 a 12.

Capítulo 13

O Capítulo 13 (opcional) mostra como podemos integrar o estudo do longo prazo com nosso estudo anterior do curto prazo e do médio prazo. Discute se e quando o progresso tecnológico pode causar desemprego e debate se o progresso tecnológico seria responsável pelo aumento da desigualdade salarial nos últimos 20 anos nos Estados Unidos.

CAPÍTULO 10

Os fatos do crescimento

ESTE CAPÍTULO DESTACA

- A Seção 10.1 discute uma questão central de mensuração: como avaliar o padrão de vida.
- A Seção 10.2 examina o crescimento nos Estados Unidos e em outros países ricos nos últimos 50 anos.
- A Seção 10.3 oferece uma perspectiva mais ampla no espaço e no tempo.
- A Seção 10.4 faz uma introdução ao crescimento e apresenta a estrutura que será desenvolvida nos próximos três capítulos.

Nossas percepções sobre o desempenho da economia frequentemente são dominadas pelas flutuações anuais da atividade econômica. Uma recessão leva ao pessimismo, e uma expansão, ao otimismo. Mas, quando olhamos para trás e examinamos a atividade econômica em períodos mais longos — digamos, no decorrer de muitas décadas —, o cenário muda. As flutuações desaparecem. O ***crescimento*** — o aumento contínuo do produto agregado ao longo do tempo — torna-se o fator dominante.

A Figura 10.1 mostra a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) dos Estados Unidos (em dólares de 2000) desde 1890. Os anos de 1929 a 1933 correspondem a uma acentuada queda do produto durante a Grande Depressão, e os anos de 1980 a 1982 correspondem à maior recessão do pós-guerra. Observe como esses dois episódios parecem pequenos se comparados com o crescimento contínuo do produto ao longo dos últimos cem anos.

Mudamos agora nosso foco das flutuações para o crescimento. Em outras palavras, passamos do estudo da determinação do produto no *curto e médio prazos* — em que predominam as flutuações — para a determinação do produto no *longo prazo* — em que predomina o crescimento. Nosso objetivo é compreender o que determina o crescimento, por que alguns países estão crescendo enquanto outros não estão, e por que alguns países são ricos enquanto outros continuam pobres.

10.1 Avaliando o padrão de vida

Nós nos importamos com o crescimento porque nos importamos com o **padrão de vida**. Observando ao longo do tempo, desejamos saber em quanto o padrão de vida aumentou. Observando os diferentes países, desejamos saber o quão mais alto o padrão de vida é se comparado a outro país. Assim sendo, a variável na qual desejamos nos concentrar e comparar tanto ao longo do tempo quanto entre diferentes países é o **produto** *per capita*, e não o *produto* em si.

É aí que surge um problema prático: Como comparar o produto *per capita* nos diferentes países? Os países usam moedas distintas e, portanto, o produto é expresso em termos da moeda corrente do país. Uma solução natural é utilizar as taxas de câmbio: na comparação do produto *per capita* da Índia com o dos Estados Unidos, por exemplo, podemos calcular o PIB por pessoa na Índia em rúpias, usar a taxa de câmbio para obter o

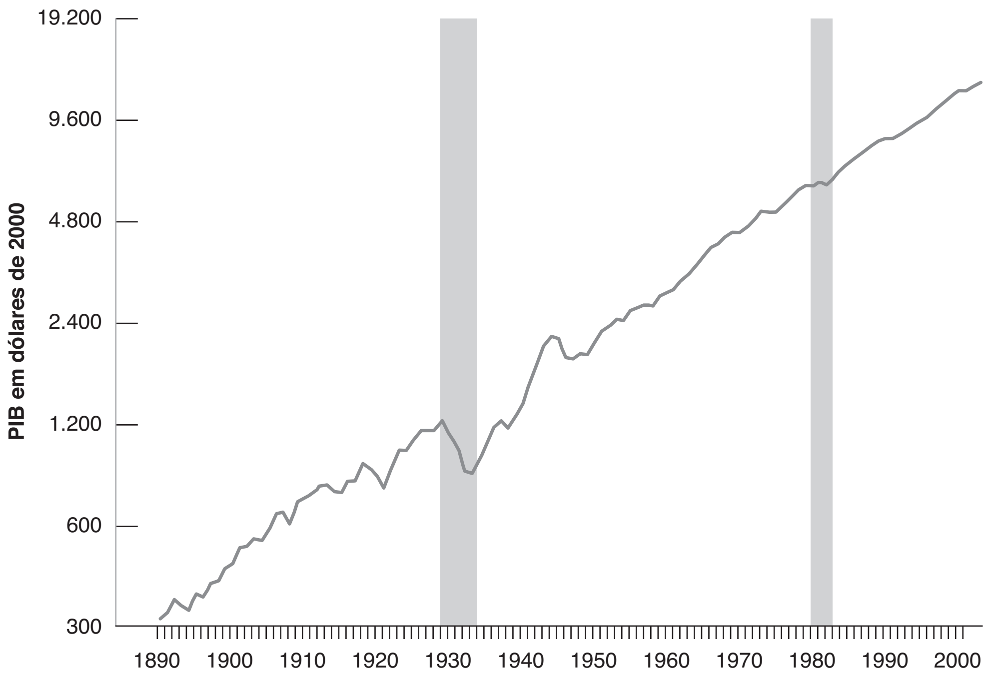


FIGURA 10.1

PIB dos Estados Unidos desde 1890

O produto agregado dos Estados Unidos aumentou por um fator de 42 desde 1890.

(*Fonte*: 1890-1947: *Historical Statistics of the United States*; 1948-2006: *National Income and Product Accounts*.)

A escala usada para medir o PIB no eixo vertical, na Figura 10.1, é chamada de **escala logarítmica**. A característica que define uma escala logarítmica é que o mesmo crescimento proporcional em uma variável é representada pela mesma distância no eixo vertical. Para mais informações, veja o Apêndice 2 no final do livro.

mesmo valor em dólares, e compará-lo ao PIB *per capita* nos Estados Unidos, em dólares. Essa abordagem simples, entretanto, não será suficiente por dois motivos:

- Primeiro, as taxas de câmbio podem sofrer grandes variações (conforme veremos nos capítulos 18 a 21). Por exemplo, na década de 1980 o dólar aumentou e depois diminuiu cerca de 50% em relação às moedas dos parceiros comerciais dos Estados Unidos. Mas certamente o padrão de vida dos Estados Unidos não aumentou 50% e depois diminuiu 50% em comparação com o padrão de vida de seus parceiros comerciais durante essa década. Entretanto, essa seria nossa conclusão se comparássemos o PIB *per capita* utilizando taxas de câmbio.
- O segundo motivo vai além das flutuações das taxas de câmbio. Em 2006, o PIB *per capita* da Índia, utilizando a taxa de câmbio corrente, foi de US$ 790, comparado aos US$ 44.000 dos Estados Unidos. Sem dúvida, ninguém conseguiria viver com US$ 790 por ano nos Estados Unidos. Mas as pessoas conseguem viver com isso — não muito bem, é verdade — na Índia, onde os preços de bens básicos — aqueles necessários à subsistência — são muito mais baixos do que nos Estados Unidos. O nível de consumo do indivíduo médio na Índia, que compra principalmente bens básicos, não é 56 vezes (44.700 dividido por 790) menor do que o do indivíduo médio dos Estados Unidos. Esse padrão se aplica a outros países além dos Estados Unidos e da Índia. Em geral, quanto menor o produto *per capita* de um país, mais baixos são os preços dos alimentos e dos serviços básicos nesse país.

'Produto por pessoa' também é chamado de 'produto *per capita*' (capita, em latim, significa 'cabeça'). Considerando que o produto e a renda são sempre iguais, também usamos os termos 'renda por pessoa' ou 'renda *per capita*'.

Lembre-se de uma discussão similar do Capítulo 1, quando estudamos o PIB *per capita* da China.

Portanto, quando comparamos padrões de vida, obtemos análises mais significativas ao corrigirmos os efeitos que acabamos de discutir — variações nas taxas de câmbio e diferenças sistemáticas nos preços de um país para outro. Os detalhes da obtenção desses números são complicados, mas o princípio é simples. Os números do PIB — e, consequentemente, do PIB *per capita* — são obtidos utilizando-se um conjunto de preços comum para todos os países. Esses números ajustados, que você pode imaginar como medidas do **poder de compra** ao longo do tempo ou de um país para outro, são chamados de números da **paridade do poder de compra** (**PPC**). A Seção "*Foco*: A obtenção dos números da PPC" oferece uma discussão mais detalhada.

Na comparação entre países pobres e ricos, a diferença entre os números da PPC e os números baseados em taxas de câmbio correntes pode ser muito grande. Volte à nossa comparação entre Índia e Estados Unidos. Vimos que, a taxas de câmbio correntes, a razão entre o PIB *per capita* dos Estados Unidos e o PIB *per capita* da Índia era 56.

Utilizando os números da PPC, essa razão é de 'apenas' 12. Embora essa seja ainda uma grande diferença, é muito menor do que a razão que obtivemos ao utilizar taxas de câmbio correntes. As diferenças entre os números da PPC e os números baseados em taxas de câmbio correntes são geralmente menores quando fazemos comparações entre os países ricos. Com base nos números que vimos no Capítulo 1 — números obtidos utilizando taxas de câmbio correntes —, o PIB *per capita* dos Estados Unidos em 2006 era igual a 125% do PIB *per capita* da Alemanha. Mas, com base nos números da PPC, o PIB *per capita* dos Estados Unidos é, de fato, igual a 138% do PIB *per capita* da Alemanha. Generalizando, os números da PPC sugerem que os Estados Unidos ainda têm o PIB *per capita* mais elevado entre os principais países do mundo.

Deixe-me encerrar esta seção com três observações antes de seguirmos para a discussão sobre o produto:

- O que importa para o bem-estar das pessoas é o seu consumo, e não a sua renda. Pode-se, então, querer usar *consumo por pessoa* no lugar de produto por pessoa como medida para o padrão de vida. (Na verdade, é isso que fazemos na Seção "*Foco*: A obtenção dos números da PPC".) Como a relação entre o consumo e o produto é bastante semelhante entre os países, a classificação destes é praticamente a mesma, independente de utilizarmos consumo por pessoa ou produto por pessoa.

FOCO A obtenção dos números da PPC

Considere dois países — vamos chamá-los de Estados Unidos e Rússia, embora não seja minha intenção reproduzir exatamente as características desses dois países.

Nos Estados Unidos, o consumo *per capita* anual é de US$ 20.000. Cada pessoa nos Estados Unidos compra dois bens. Todos os anos compram um automóvel novo por US$ 10.000 e gastam o restante em alimentos. O preço de uma cesta anual de alimentos nos Estados Unidos é de US$ 10.000.

Na Rússia, o consumo *per capita* anual é de 60.000 rublos. As pessoas ficam com seus automóveis por 15 anos. O preço de um automóvel é de 300.000 rublos, de modo que as pessoas gastam, em média, 20.000 rublos — 300.000/15 — por ano em automóveis. Elas compram anualmente a mesma cesta de alimentos que as pessoas dos Estados Unidos ao preço de 40.000 rublos.

Os automóveis russos e os norte-americanos têm a mesma qualidade, e o mesmo ocorre com os alimentos de ambos os países. (Você pode contestar o realismo dessas hipóteses. Se um automóvel do país X é igual a outro do país Y é exatamente o tipo de problema com que os economistas frequentemente se defrontam na obtenção de medidas da PPC.) A taxa de câmbio é de 1 dólar para 30 rublos. Qual é o consumo *per capita* da Rússia em relação ao dos Estados Unidos?

Uma maneira de responder a essa pergunta é converter o consumo *per capita* da Rússia para dólares utilizando a taxa de câmbio. Por meio desse método, o consumo *per capita* russo em dólares é de US$ 2.000 (60.000 rublos divididos pela taxa de câmbio, 30 rublos por dólar). De acordo com esses números, o consumo *per capita* da Rússia representa somente 10% do consumo *per capita* dos Estados Unidos.

Essa resposta faz sentido? É verdade que os russos são mais pobres, mas os alimentos são bem mais baratos na Rússia. Um consumidor dos Estados Unidos que gaste todos os seus US$ 20.000 em alimentos compraria duas cestas de alimentos (US$ 20.000/US$ 10.000). Um consumidor russo que gastasse todos os seus 60.000 rublos em alimentos compraria 1,5 cesta de alimentos (60.000 rublos/40.000 rublos). Em termos de cestas de alimentos, a diferença entre o consumo *per capita* dos Estados Unidos e o da Rússia parece ser bem menor. E, dado que metade do consumo nos Estados Unidos e dois terços do consumo na Rússia representam gastos com alimentos, esse parece ser um cálculo relevante.

Podemos aperfeiçoar nossa resposta inicial? Sim. Uma maneira é utilizar o mesmo conjunto de preços para os dois países e depois medir as quantidades consumidas de cada bem em cada país utilizando esse conjunto comum de preços.

Suponha que utilizemos os preços dos Estados Unidos. Em termos de preços, o consumo *per capita* anual nos Estados Unidos obviamente ainda é de US$ 20.000. Qual é o consumo *per capita* na Rússia? Todos os anos o indivíduo médio russo compra aproximadamente 0,07 carro (um carro a cada 15 anos) e uma cesta de alimentos. Utilizando os preços norte-americanos — especificamente, US$ 10.000 por um carro e US$ 10.000 por uma cesta de alimentos —, temos um consumo *per capita* russo de [(0,07 × US$ 10.000) + (1 × US$ 10.000)] = [US$ 700 + US$ 10.000] = US$ 10.700. Portanto, utilizando os preços dos Estados Unidos para calcular o consumo nos dois países temos o consumo *per capita* anual russo de US$ 10.700/US$ 20.000 = 53,5% do consumo *per capita* anual dos Estados Unidos, uma estimativa melhor de padrões de vida relativos do que a obtida com o emprego de nosso primeiro método (que obteve somente 10%).

Esse tipo de cálculo, ou seja, a construção de variáveis de um país para outro utilizando um conjunto de preços comum, está por trás das estimativas da PPC. Em vez de utilizar os preços dos Estados Unidos em dólares como em nosso exemplo (por que usar os preços norte-americanos e não os russos, ou mesmo os franceses?), essas estimativas usam preços médios de diversos países.

Esses preços médios são chamados de *preços internacionais em dólares*. As estimativas que usamos na Tabela 10.1 e em outras partes deste capítulo são o resultado de um projeto ambicioso conhecido como *Penn World Tables* (isto é, Tabelas Mundiais da Universidade da Pensilvânia). (*Penn* refere-se à Universidade da Pensilvânia, sede do projeto.) Liderados por três economistas — Irving Kravis, Robert Summers e Alan Heston — ao longo de mais de 40 anos, os pesquisadores envolvidos no projeto obtiveram séries da PPC não apenas para o consumo (como acabamos de fazer em nosso exemplo) como também, generalizando, para o PIB e seus componentes, retroagindo até 1950 para a maioria dos países do mundo.

Para mais detalhes sobre a obtenção dos números da PPC, consulte o site **<pwt.econ.upenn.edu>**. (Nas *Penn World Tables*, qual é a razão entre o PIB *per capita* da PPC da Rússia em relação à dos Estados Unidos?) O FMI e o Banco Mundial também constroem seu próprio conjunto de números da PPC. Os números do FMI podem ser facilmente encontrados no site **<www.imf.org>**.

- Quando se considera o lado da produção, pode haver interesse nas diferenças de produtividade e não nas diferenças de padrão de vida entre os países. Nesse caso, medida apropriada é o *produto por trabalhador* — ou, ainda melhor, *produto por hora trabalhada* se a informação sobre o total de horas trabalhadas estiver disponível — em vez do produto *per capita*. O produto *per capita* e o produto por trabalhador (ou por hora) diferirão a tal ponto que a razão entre o número de trabalhadores (ou horas) e a população difere entre os países. A maior parte da diferença entre o produto *per capita* nos Estados Unidos e na Alemanha, como vimos anteriormente, vem, por exemplo, da diferença nas horas trabalhadas *per capita*, e não da produtividade. Dito de outra maneira, os trabalhadores alemães são tão produtivos quanto seus equivalentes norte-americanos. Contudo, eles trabalham menos horas, portanto, o padrão de vida deles é mais baixo.
- Em última instância, o motivo para nos preocuparmos com o padrão de vida é a nossa preocupação com a felicidade. Pode-se, então, fazer uma pergunta óbvia: um padrão de vida mais elevado oferece uma felicidade maior? A resposta para essa pergunta é dado na Seção "*Foco*: Crescimento e felicidade". Antecipando-a, podemos dizer que sim, ao menos para os países com PIB *per capita* abaixo de US$ 20.000, ou aproximadamente metade do nível norte-americano. A relação parece muito mais fraca, entretanto, nos países mais ricos.

FOCO Crescimento e felicidade

Os economistas dão como certo que um produto *per capita* mais alto significa utilidade maior e felicidade aumentada. Entretanto, a evidência sobre as medidas diretas de felicidade mostram um quadro mais complexo.

Olhando os diversos países

A Figura 1 mostra os resultados de um estudo sobre felicidade conduzido em 81 países no final da década de 1990. Em cada país foram feitas duas perguntas a uma amostra da população. A primeira: "Levando em conta todos os aspectos, você diria que é muito feliz, razoavelmente feliz, pouco feliz ou nada feliz?" A segunda: "Considerando to dos os aspectos de sua vida, quão satisfeito você está com sua vida como um todo atualmente?" As respostas foram avaliadas com base em uma escala variando de 1 (insatisfeito) a 10 (satisfeito). A medida no eixo vertical é obtida como a média da porcentagem de pessoas que se declararam 'muito felizes' ou 'felizes' na resposta à primeira pergunta e a porcentagem de pessoas que responderam 6 ou mais à segunda pergunta. A medida do produto *per capita* no eixo horizontal é o nível do produto *per capita*, medido nos preços da PPC, em dólares de 1999. (Os níveis de produto *per capita* na figura foram obtidos pelo Banco Mundial e são ligeiramente diferentes dos números das Penn World Tables que utilizamos no restante do capítulo.) A figura sugere três conclusões.

Primeiro, a maioria dos países com níveis muito baixos de felicidade pertence à Europa Oriental. Esses países sofreram, na década de 1990, o colapso dos regimes comunistas e enfrentaram a difícil transição para o capitalismo.

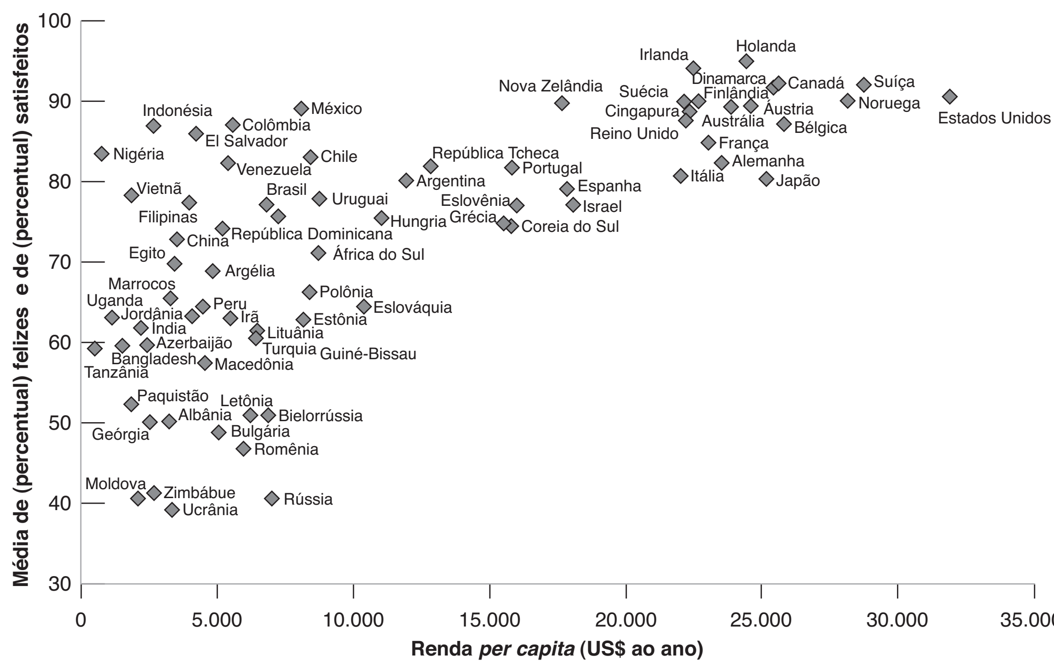
Segundo — e deixando esses países de lado —, parece existir uma relação positiva entre felicidade e o nível de produto *per capita*. A felicidade é menor nos países pobres e maior nos ricos.

Terceiro, examinando os países ricos — os países com produto *per capita* da PPC superior a US$ 20.000 (em dólares de 1999) —, parece não haver nenhuma relação entre o nível de produto *per capita* e a felicidade. (Para ver isso, cubra o lado esquerdo da figura e olhe apenas o lado direito.) Para esse conjunto de países, um produto *per capita* mais elevado não parece gerar mais felicidade.

Figura 1

Felicidade e produto *per capita* em diversos países

(*Fonte*: World Values Survey, 1999-2000 Wave.)



Olhando ao longo do tempo

Podemos argumentar que é difícil comparar a felicidade entre diversos países. Culturas diferentes podem ter noções diferentes sobre o que é felicidade. Alguns países podem ser cronicamente mais felizes ou infelizes do que outros. Por esse motivo, talvez seja mais elucidativo examinar o que acontece com a felicidade ao longo do tempo em um dado país. Isso pode ser feito para os Estados Unidos, com base na seguinte pergunta que a General Social Survey (Pesquisa Social Geral) faz desde o início da década de 1970: "Levando em conta todos os aspectos, como vão as coisas atualmente — você diria que se sente muito feliz, razoavelmente feliz ou pouco feliz?" A Tabela 1 mostra a proporção das respostas em cada categoria dadas em 1975 e 1996.

Os números na tabela são surpreendentes. Durante esses 21 anos, o produto *per capita* aumentou mais de 60%, mas basicamente não houve mudança na distribuição da felicidade. Em outras palavras, um padrão de vida mais alto não esteve associado a um aumento da felicidade declarada. As pesquisas do Gallup nos últimos 60 anos confirmam essa conclusão. A proporção de pessoas que se consideraram 'muito felizes' é a mesma do início da década de 1950.

Olhando as pessoas

Isso significa que dinheiro (mais apropriadamente, 'renda') não traz felicidade? A resposta é não. Se olharmos os diversos indivíduos em qualquer ponto do tempo, constataremos que os mais ricos normalmente se declaram mais felizes do que os pobres. Isso é mostrado na Tabela 2, novamente construída com base nas respostas dadas à General Social Survey, que dá a distribuição da felicidade nas diversas classes de renda dos Estados Unidos em 1998.

Os resultados mais uma vez surpreendem. A proporção de pessoas 'muito felizes' é muito maior entre os ricos (as pessoas no quartil superior da distribuição de renda) do que entre os pobres (as pessoas no quartil inferior). E o inverso vale para a proporção de pessoas 'pouco felizes': a proporção é muito menor entre os ricos do que entre os pobres.

Que conclusões podemos tirar de todas essas evidências? Nos níveis baixos de produto *per capita* — digamos até US$ 20.000, ou cerca de metade do nível atual dos Estados Unidos —, os aumentos do produto *per capita* levam a aumentos da felicidade. Nos níveis

TABELA 1 Distribuição da felicidade nos Estados Unidos ao longo do tempo (percentual)

	1975	*1996*
Muito feliz	32	31
Razoavelmente feliz	55	58
Pouco feliz	13	11

TABELA 2 Distribuição da felicidade nos Estados Unidos entre classes de renda (percentual)

Nível de renda	*Quartil superior*	*Quartil inferior*
Muito feliz	37	16
Razoavelmente feliz	57	53
Pouco feliz	16	31

mais elevados, entretanto, a relação parece mais fraca. A felicidade parece depender mais da renda relativa das pessoas. Se realmente for esse o caso, existem implicações importantes para a política econômica, ao menos nos países ricos. O crescimento — e, consequentemente, as políticas que estimulam o crescimento — pode não ser a chave para a felicidade.

Fonte: Richard Layard. *Happiness*. Lessons from a New Science. Penguin Books: Nova York, 2005.

10.2 Crescimento nos países ricos

Nesta seção, vamos começar analisando o crescimento nos países ricos desde 1950. Na próxima seção, vamos voltar no tempo e passear por uma variedade maior de países.

A Tabela 10.1 mostra a evolução do produto *per capita* (PIB medido em preços PPC dividido pela população) para França, Japão, Reino Unido e Estados Unidos desde 1950. Escolhi esses quatro países não apenas por serem algumas das maiores potências econômicas do mundo, mas também porque sua experiência é muito representativa do que ocorreu nos demais países avançados na última metade de século XX.

A Tabela 10.1 nos permite chegar a duas conclusões importantes:

- Houve um grande aumento no produto *per capita*.
- Houve convergência no produto *per capita* entre os países.

Vamos analisar cada uma dessas conclusões.

TABELA 10.1 Evolução do produto *per capita* em quatro países ricos desde 1950

	Taxa anual de crescimento Produto per capita (%)	Produto real per capita (dólares de 2000)		
	1950–2004	1950	2004	2004/1950
França	3,3	5.920	26.168	4,4
Japão	4,6	2.187	24.661	11,2
Reino Unido	2,7	8.091	26.762	3,3
Estados Unidos	2,6	11.233	36.098	3,2
Média	3,5	6.875	28.422	3,9

Fonte: Penn World Tables (**<pwt.econ.upenn.edu>**). A média na última linha é uma média simples (não ponderada).

O grande aumento do padrão de vida desde 1950

Observe a última coluna da Tabela 10.1. Desde 1950, o produto *per capita* aumentou por um fator de 3,2% nos Estados Unidos, 4,4% na França, e 11,2% no Japão.

Esses números mostram o que, às vezes, é chamado de *força das taxas compostas*. Em um contexto diferente, você provavelmente já ouviu falar que, se uma pessoa poupar enquanto jovem, mesmo que seja pouco, terá um grande montante quando se aposentar. Por exemplo, se a taxa de juros for de 4,6% ao ano, um investimento de um dólar, supondo-se que os ganhos sejam reinvestidos todos os anos, renderá cerca de 11 dólares ao fim de 54 anos [$(1 + 0{,}046)^{54} = 11{,}3$ dólares]. A mesma lógica se aplica às taxas de crescimento. A taxa média anual de crescimento do Japão no período de 1950 a 2004 foi de 4,6%. Essa alta taxa de crescimento levou a um aumento de 11 vezes do produto real *per capita* do Japão ao longo do período.

Grande parte do aumento no Japão aconteceu antes da década de 1990. Desde então, o Japão se encontra em uma prolongada estagnação econômica, com um crescimento bastante baixo. Falaremos mais sobre isso no Capítulo 22.

Certamente, uma melhor compreensão do crescimento pode ter um efeito muito grande sobre o padrão de vida se levar à concepção de políticas econômicas que estimulem o crescimento. Suponha que pudéssemos encontrar uma medida de política econômica que aumentasse a taxa de crescimento permanentemente em 1% ao ano. Isso levaria, após 40 anos, a um padrão de vida 48% mais elevado do que teria sido sem a política econômica — uma diferença considerável.

$1{,}01^{40} - 1 = 1{,}48 - 1 = 48\%$

Infelizmente, medidas de política econômica com um resultado mágico como esse são difíceis de descobrir!

A convergência do produto *per capita* desde 1950

A segunda e a terceira colunas da Tabela 10.1 mostram que os níveis de produto *per capita* convergiram (aproximaram-se) ao longo do tempo. Os números do produto *per capita* eram mais semelhantes em 2004 do que em 1950. Dito de outra maneira, os países que estavam atrasados vêm crescendo mais rapidamente, reduzindo o hiato entre eles e os Estados Unidos.

Em 1950, o produto *per capita* dos Estados Unidos era cerca de duas vezes o nível do produto *per capita* da França e mais de quatro vezes o nível do produto *per capita* do Japão. Da perspectiva da Europa ou do Japão, os Estados Unidos eram vistos como a terra da fartura, onde tudo era maior e melhor. Hoje, essas percepções desapareceram, e os números explicam o porquê. Usando os números da PPC, o produto *per capita* dos Estados Unidos ainda é o maior, mas em 2004 estava apenas 40% acima do produto *per capita* médio dos outros três países, uma diferença bem menor do que na década de 1950.

Na Seção "*Foco*: Procurando dados macroeconômicos", no Capítulo 1, vimos que a OCDE é uma organização internacional que inclui a maioria das economias ricas do mundo. A lista completa é dada no Capítulo 1.

Essa **convergência** dos níveis de produto *per capita* dos diversos países não é específica para os quatro países que estamos examinando. Ela também se estende ao conjunto de países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). A convergência na OCDE é mostrada na Figura 10.2, que traz a taxa média anual de crescimento do produto *per capita* desde 1950 contra o nível inicial do produto *per capita* em 1950 para o conjunto de países membros da OCDE hoje. Há uma clara relação negativa entre o nível inicial de produto *per capita* e a taxa de crescimento desde 1950. Os países que estavam atrasados em 1950 geralmente cresceram mais rápido. A relação não é perfeita. A Turquia, com aproximadamente o mesmo baixo nível de produto *per capita* do Japão em 1950, vem tendo uma taxa de crescimento equivalente a apenas metade da do Japão. Mas a relação está clara.

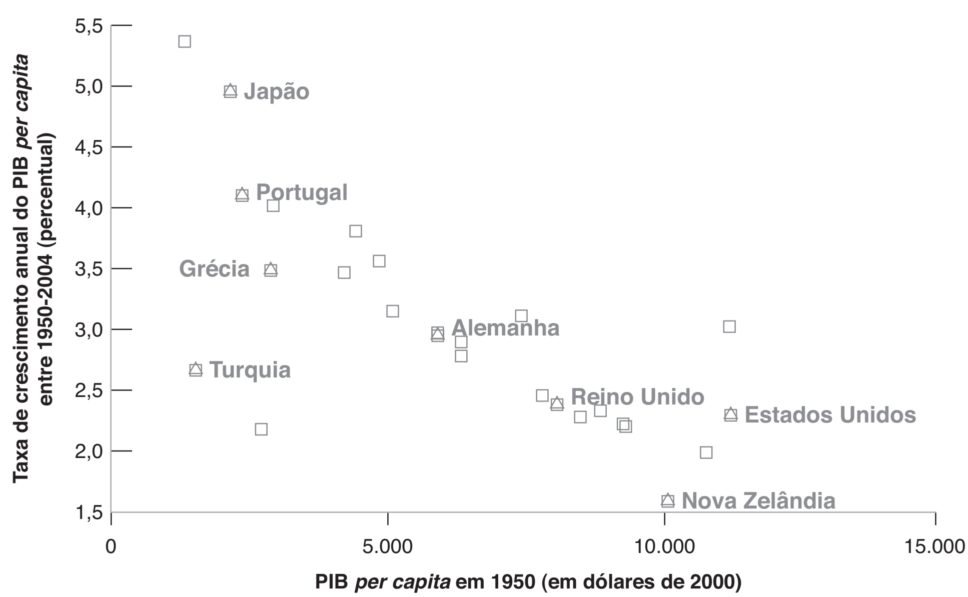
Alguns economistas apontaram um problema em gráficos como o da Figura 10.2. Ao examinar o conjunto de países que hoje são membros da OCDE, o que fizemos, na verdade, foi olhar para um clube de vencedores econômicos. Ser membro da OCDE não se baseia oficialmente no sucesso econômico, mas o sucesso econômico é, sem dúvida, um determinante importante do membro. Quando examinamos, porém, um clube que pressupõe sucesso econômico, constatamos que aqueles que vinham atrás tiveram o crescimento mais rápido. Foi exatamente por isso que conseguiram entrar no clube. A descoberta da convergência poderia vir, em parte, do modo como selecionamos os países no início.

Portanto, uma maneira melhor de examinarmos a convergência é definir um conjunto de países a ser examinados não com base no que são hoje — como fizemos na Figura 10.2, selecionando os atuais membros da OCDE —, mas com base no que eram, digamos, em

FIGURA 10.2

Taxa de crescimento do PIB *per capita* desde 1950 *versus* PIB *per capita* em 1950, países da OCDE

Países com um nível de produto *per capita* mais baixo em 1950 geralmente cresceram mais rápido. (*Fonte*: *Penn World Tables*, República Tcheca, Hungria e Polônia não foram incluídos por falta de dados.)



1950. Por exemplo, podemos examinar todos os países que tinham um produto *per capita* de pelo menos um quarto do produto *per capita* dos Estados Unidos em 1950 e, então, examinar a convergência dentro desse grupo. A conclusão é de que a maioria dos países desse grupo de fato convergiu; portanto, a convergência não é somente um fenômeno da OCDE. No entanto, alguns poucos países — entre eles o Uruguai, a Argentina e a Venezuela — não convergiram. Em 1950, esses três países tinham aproximadamente o mesmo produto *per capita* da França. Em 2004, estavam bem atrás; seu nível de produto *per capita* situava-se entre 25% e 50% do nível do da França.

10.3 Uma visão mais ampla do crescimento ao longo do tempo e do espaço

Na seção anterior, falamos sobre o crescimento nos países ricos ao longo dos últimos 50 anos. Vamos agora contextualizar as informações olhando para as evidências, analisando um período mais longo de tempo e um conjunto maior de países.

Visão do crescimento ao longo de dois milênios

O produto *per capita* das economias atualmente ricas sempre cresceu a taxas semelhantes às da Tabela 10.1? A resposta é não. A obtenção de estimativas de crescimento torna-se cada vez mais difícil à medida que retrocedemos no tempo. Mas há um consenso entre os historiadores econômicos acerca das principais evoluções ao longo dos últimos dois mil anos:

Do fim do Império Romano, até aproximadamente o ano 1500, não houve basicamente nenhum crescimento do produto *per capita* na Europa. A maioria dos trabalhadores estava empregada na agricultura, que apresentava pouco progresso tecnológico. Sendo a parcela da agricultura no produto tão grande, as invenções com aplicações fora dela não tinham como contribuir de forma expressiva para a produção em geral e para o produto. Embora houvesse algum crescimento do produto, um crescimento aproximadamente proporcional da população levava a um produto *per capita* praticamente constante.

Esse período de estagnação do produto *per capita* é frequentemente chamado de *era malthusiana*. O economista inglês Thomas Robert Malthus argumentou, no final do século XVIII, que esse aumento proporcional do produto e da população não era uma coincidência. Segundo Malthus, qualquer aumento do produto levaria a uma queda da mortalidade, levando a um aumento da população até que o produto *per capita* retornasse a seu nível inicial. A Europa estava em uma **armadilha malthusiana**, incapaz de aumentar seu produto *per capita*.

A Europa acabou conseguindo escapar da armadilha. Entre 1500 e 1700, o crescimento do produto *per capita* tornou-se positivo, embora pequeno — em torno de 0,1% ao ano. Ele então aumentou para 0,2% ao ano de 1700 a 1820. Começando na Revolução Industrial, as taxas de crescimento aumentaram, mas de 1820 a 1950, a taxa de crescimento do produto *per capita* nos Estados Unidos foi, por exemplo, de apenas 1,5% ao ano. Portanto, na cronologia da história humana, o crescimento sustentado do produto *per capita* é um fenômeno recente, em especial a alta taxa de crescimento alcançada desde 1950.

Visão do crescimento pelos países

Vimos como o produto *per capita* converge entre os países da OCDE. E quanto aos outros países? Os países mais pobres também estão crescendo mais rapidamente? Estão convergindo para os Estados Unidos, mesmo que ainda estejam muito atrás?

Uma primeira resposta é dada pela Figura 10.3, que mostra, para 70 países, a taxa anual de crescimento do produto *per capita* desde 1960 contra o produto *per capita* para o ano de 1960.

Faltam dados relativos a 1950 para muitos países, o que nos impede de usar esse ano como data inicial, como fizemos na Figura 10.2.

A característica marcante da Figura 10.3 é que não existe um padrão claro. Não se observa que, em geral, países que estavam atrás em 1960 cresceram mais rapidamente. Alguns o fizeram, mas muitos não.

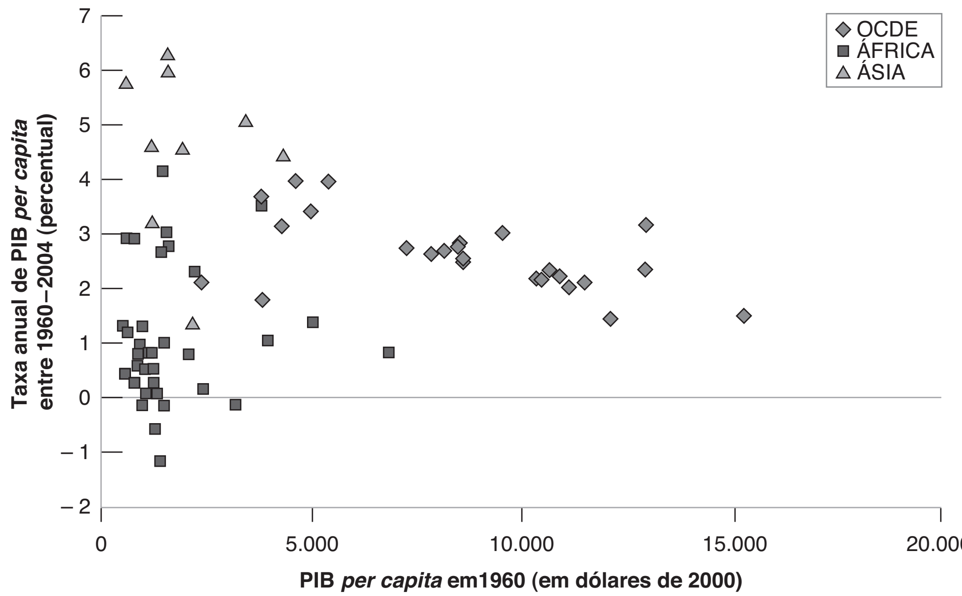
A nuvem de pontos na Figura 10.3 esconde, contudo, diversos padrões interessantes que aparecem quando colocamos os países em diferentes grupos. Observe que utilizamos

FIGURA 10.3

Taxa de crescimento do PIB *per capita* desde 1960 *versus* PIB *per capita* em 1960 (dólares de 2000), para 70 países

Não há qualquer relação clara entre a taxa de crescimento do produto a partir de 1960 e o nível do produto *per capita* em 1960.

Fonte: Veja a Figura 10.2



diferentes símbolos na figura. Os losangos representam os países da OCDE; os quadrados, os países africanos; e os triângulos representam os países asiáticos. Chegamos a três conclusões principais observando os padrões agrupados:

1. O quadro para os países da OCDE (para os países ricos) é muito parecido com o da Figura 10.2, que examinou um período de tempo um pouco mais longo (de 1950 em diante, em vez de 1960 em diante). Quase todos começam com níveis de produto *per capita* elevados (pelo menos um terço do nível dos Estados Unidos em 1960) e há evidência clara de convergência.

2. A convergência também é visível para a maioria dos países asiáticos. Todos os países com taxas de crescimento acima de 4% ao longo do período observado estão na Ásia. O Japão foi o primeiro deles a crescer com rapidez e agora registra o mais alto nível de produto *per capita* da Ásia, mas muitos outros países asiáticos (representados por triângulos) o seguem de perto. Começando na década de 1960, quatro países — Cingapura, Taiwan, Hong Kong e Coreia do Sul (grupo normalmente chamado de **os quatro tigres**) — começaram a reagir rapidamente. Em 1960, seu produto *per capita* médio era de cerca de 16% do produto *per capita* dos Estados Unidos; em 2004, havia aumentado para 65% do nível dos Estados Unidos. Mais recentemente, a história mais importante tem sido a da China, por conta de suas taxas de crescimento muito altas e de seu tamanho. Ao longo do período avaliado, o crescimento do produto *per capita* na China foi de 5,6%. Entretanto, como começou muito baixo, seu produto *per capita* é somente cerca de 20% do nível dos Estados Unidos. (As economias com altas taxas de crescimento e baixo produto por pessoa costumam ser chamadas de **economias emergentes**, um termo que utilizo ao longo do livro.)

3. O quadro é muito diferente, contudo, para os países africanos. A convergência certamente não é a regra na África. A maioria dos países africanos (representados por quadrados) era muito pobre em 1960 e muitos têm experimentado desde então um crescimento negativo do produto *per capita* — um declínio absoluto do padrão de vida. Mesmo na ausência de grandes guerras, o produto *per capita* tem diminuído 1,1% ao ano em Madagascar (o quadrado mais baixo da figura). O produto *per capita* do Níger situa-se a 60% de seu nível em 1960.

Voltando ainda mais no tempo, uma nova imagem emerge. Na maior parte do primeiro milênio, e até o século XV, a China provavelmente apresentava o nível mais alto de produto *per capita* do mundo. Durante alguns séculos, a liderança passou para algumas cidades do norte da Itália. Até o século XIX, entretanto, as diferenças entre os países costumavam ser muito menores do que são hoje em dia. Começando pelo século XIX, diversos países — primeiro, na Europa Ocidental e, depois, na América do Norte e na América do Sul — começaram a crescer mais rápido do que outros. Desde então, um grupo de outros países, em especial na Ásia, começaram a crescer de forma acelerada e estão convergindo. Muitos outros, em especial na África, não seguem o mesmo caminho.

Conforme discutimos brevemente no Capítulo 1, muitos países africanos tem crescido a taxas mais altas do que no passado. Entretanto, ainda é muito cedo para concluir que eles estão no caminho do crescimento estável.

Nosso foco principal neste capítulo e no próximo é observar, primeiramente, o crescimento nos países ricos e nos países emergentes. Não discutimos alguns dos principais desafios que acabamos de mencionar, tal como a razão para o crescimento do produto *per capita* ter começado de forma tão séria no início do século XIX ou por que a África ainda não conseguiu alcançar o crescimento estável. Para isso, precisaríamos de um longo tempo discutindo a história da economia e a *economia do desenvolvimento*. Mas tais fatos colocam sob perspectiva os dois motivos básicos discutidos anteriormente quando falamos da OCDE: crescimento e convergência não são necessidades históricas.

A diferença entre *teoria do crescimento* e *economia do desenvolvimento* é vaga. Uma distinção aproximada: a teoria do crescimento considera diversas instituições (por exemplo, o sistema legal e a forma de governo) como dadas. A economia do desenvolvimento pergunta quais instituições são necessárias para sustentar um crescimento constante e como elas podem ser implementadas.

10.4 Reflexão sobre o crescimento: uma introdução

Para pensar sobre o crescimento, os economistas utilizam um modelo desenvolvido originalmente por Robert Solow, do MIT, no final da década de 1950. O modelo mostrou-se útil e consistente, e vamos aplicá-lo aqui. Esta seção oferece uma introdução. Os capítulos 11 e 12 fazem uma análise mais detalhada, primeiro do papel da acumulação de capital e, depois, do papel do progresso tecnológico no processo de crescimento.[1]

Função de produção agregada

O ponto de partida de qualquer teoria do crescimento deve ser uma **função de produção agregada**, uma especificação da relação entre produto agregado e os insumos utilizados na produção.

A função de produção agregada que introduzimos no Capítulo 6 para estudar a determinação do produto no curto prazo e no médio prazo tomou um formato extremamente simples. O produto era simplesmente proporcional ao montante de trabalho utilizado pelas empresas — mais especificamente, proporcional ao número de trabalhadores empregados pelas empresas [equação (6.2)]. Essa hipótese era aceitável enquanto nosso foco estava nas flutuações do produto e do emprego. Agora nosso foco se deslocou para o crescimento, e aquela hipótese não é mais aceitável. Ela implica que o produto por trabalhador seja constante, descartando completamente o crescimento (ou, pelo menos, o crescimento do produto por trabalhador). É o momento certo de abandonar essa hipótese. De agora em diante, vamos supor que haja dois insumos — capital e trabalho — e que a relação entre produto agregado e os dois insumos seja dada por:

$$Y = F(K, N) \tag{10.1}$$

Como antes, Y é o produto agregado. K é o capital — a soma de todas as máquinas, fábricas e dos prédios de escritórios na economia. N é o trabalho — o número de trabalhadores da economia. A função F, que nos mostra a quantidade obtida de produto para dadas quantidades de capital e trabalho, é a *função de produção agregada*.

A função de produção agregada é: $Y = F(K, N)$
O produto agregado (Y) depende do estoque de capital agregado (K) e do emprego agregado (N).

Essa maneira de pensar sobre a produção agregada constitui um aperfeiçoamento no tratamento do Capítulo 6. Mas deve ficar claro que ainda é uma simplificação drástica da realidade. Certamente, máquinas e prédios de escritórios desempenham papéis muito diferentes na produção e deveriam ser tratados como insumos separados. Os trabalhadores com doutorado são, sem dúvida, diferentes daqueles que abandonaram o ensino médio; mesmo assim, ao definir o insumo trabalho simplesmente como o *número* de trabalhadores da economia, tratamos todos eles como idênticos. Vamos relaxar algumas dessas simplificações mais adiante. Por enquanto, a equação (10.1), que enfatiza o papel do trabalho e do capital na produção, será suficiente.

O próximo passo deve ser pensar de onde vem a função de produção, F, que relaciona o produto aos dois insumos. Em outras palavras, o que determina a quantidade de produto que pode ser obtida para dados montantes de capital e trabalho? A resposta: o **estado da tecnologia**. Um país que utiliza uma tecnologia mais avançada obterá mais produto com

1 O artigo "A contribution to the theory of economic growth", de Solow, foi publicado em 1956. Solow recebeu o Prêmio Nobel de economia em 1987 por seu trabalho sobre o crescimento.

A função F depende do estado da tecnologia. Quanto mais avançado o estado da tecnologia, maior será $F(K, N)$ para um dado K e um dado N.

base nas mesmas quantidades de capital e trabalho que um país com uma economia aliada a uma tecnologia primitiva.

Como podemos definir *estado da tecnologia*? Como uma lista de projetos que determina tanto a gama de produtos que podem ser obtidos na economia quanto as técnicas disponíveis para produzi-los? Ou podemos pensar em estado da tecnologia de uma maneira mais ampla, incluindo não apenas essa lista, mas também a forma como a economia está organizada — desde a organização interna das empresas ao sistema legal, à qualidade do cumprimento das leis, ao sistema político, e assim por diante? Nos capítulos 11 e 12, pensarei no estado da tecnologia segundo sua definição mais estrita — o conjunto de projetos. No final do Capítulo 13, entretanto, adotarei a definição mais ampla e voltarei ao que sabemos sobre o papel dos outros fatores, das instituições legais à qualidade do governo.

Retornos de escala e rendimentos dos fatores

Agora que introduzimos a função de produção agregada, a próxima pergunta é: que restrições podemos impor de maneira sensata a essa função?

Imagine primeiro um experimento mental em que dobramos tanto o número de trabalhadores quanto o montante de capital na economia. O que você acha que ocorrerá com o produto? Uma resposta sensata é que o produto também dobrará. De fato, clonamos a economia original, e a economia clonada pode obter produto do mesmo modo que a economia original. Essa propriedade é chamada de **retornos constantes de escala**. Se a escala de operação dobrar — isto é, se as quantidades de capital e trabalho dobrarem —, então o produto também dobrará.

$$2Y = F(2K, 2N)$$

Ou, de maneira mais geral, para qualquer número x (isso será útil a seguir),

$$xY = F(xK, xN) \tag{10.2}$$

Retornos constantes de escala:
$F(xK, xN) = xY$

Acabamos de ver o que ocorre com a produção quando *ambos* — capital e trabalho — aumentam. Apresentamos agora uma questão diferente. O que devemos esperar que ocorra se *apenas um* dos dois insumos da economia — digamos, o capital — aumentar?

O produto aqui são os serviços de secretariado. Os dois insumos são secretárias e computadores. A função de produção relaciona serviços de secretariado ao número de secretárias e ao número de computadores.

Certamente o produto aumentará. Isso está claro. Mas também é razoável supor que o mesmo aumento de capital levará a aumentos cada vez menores do produto à medida que o nível do capital subir. Em outras palavras, se o capital inicial é pequeno, um pouco mais de capital ajuda muito. Mas, se o capital inicial já é grande, um pouco mais não fará grande diferença. Por quê? Imagine, por exemplo, um grupo de secretariado, formado por um dado número de secretárias. Pense no capital como computadores. A introdução do primeiro computador aumentará de maneira substancial a produção do grupo, porque algumas das tarefas mais demoradas podem agora ser feitas automaticamente pelo computador. À medida que aumenta o número de computadores e mais secretárias no grupo têm seu próprio computador, a produção também aumenta, embora menos por computador adicional do que quando da introdução do primeiro computador. Quando todas as secretárias tiverem seu próprio PC, o aumento do número de computadores provavelmente não contribuirá muito mais para o aumento da produção, se é que contribuirá. Os computadores adicionais podem simplesmente ficar sem uso dentro de suas caixas e não levar a qualquer aumento do produto.

Mesmo com retornos constantes de escala, há rendimentos decrescentes de cada fator ao se manter o outro fator constante:

- Há rendimentos decrescentes do capital. Dado o trabalho, aumentos do capital levam a aumentos cada vez menores do produto.
- Há rendimentos de-crescentes do trabalho. Dado o capital, aumentos do trabalho levam a aumentos cada vez menores do produto.

Chamaremos a propriedade de que os aumentos de capital levam a aumentos cada vez menores do produto de **rendimentos decrescentes do capital** (propriedade que deve ser familiar para aqueles que frequentaram um curso de microeconomia).

Um argumento semelhante se aplica ao outro insumo, o trabalho. Para um dado capital, aumentos do trabalho levam a aumentos cada vez menores do produto. (Volte a nosso exemplo e pense sobre o que acontece quando você aumenta o número de secretárias para um dado número de computadores.) Há também **rendimentos decrescentes do trabalho**.

Produto por trabalhador e capital por trabalhador

A função de produção que escrevemos junto com a hipótese de retornos constantes de escala implica uma relação simples entre *produto por trabalhador* e *capital por trabalhador*. Para visualizar isso, defina $x = 1/N$ na equação (10.2), de modo que

$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, \frac{N}{N}\right) = F\left(\frac{K}{N}, 1\right) \tag{10.3}$$

Note que Y/N é o produto por trabalhador e K/N é o capital por trabalhador. Essa equação diz que o montante de produto por trabalhador depende do montante de capital por trabalhador. Essa relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador desempenhará um papel importante no que vem a seguir, portanto, vamos examiná-la mais detalhadamente.

Certifique-se de que entendeu o que está por trás da álgebra. Suponha que o capital e o número de trabalhadores dobrem. O que acontecerá com o produto por trabalhador?

A Figura 10.4 mostra essa relação. O produto por trabalhador (Y/N) é medido no eixo vertical, e o capital por trabalhador (K/N) é medido no eixo horizontal. A relação entre ambos é dada por uma curva positivamente inclinada. À medida que o capital por trabalhador aumenta, o mesmo ocorre com o produto por trabalhador. Observe que a curva foi desenhada de modo que aumentos do capital levem a aumentos cada vez menores do produto. Isso resulta da propriedade de que existem *rendimentos decrescentes do capital*. No ponto A, onde o capital por trabalhador é baixo, um aumento do capital por trabalhador, representado pela distância horizontal AB, leva a um aumento do produto por trabalhador igual à distância vertical $A'B'$. No ponto C, onde o capital por trabalhador é maior, o mesmo aumento de capital por trabalhador, representado pela distância horizontal CD (onde a distância CD é igual à distância AB), leva a um aumento muito menor do produto por trabalhador, de apenas $C'D'$. Isso é semelhante a nosso exemplo do grupo de secretárias, em que os computadores adicionais tinham um impacto cada vez menor no produto total.

Aumentos do capital por trabalhador levam a aumentos cada vez menores do produto por trabalhador à medida que o nível de capital por trabalhador aumenta.

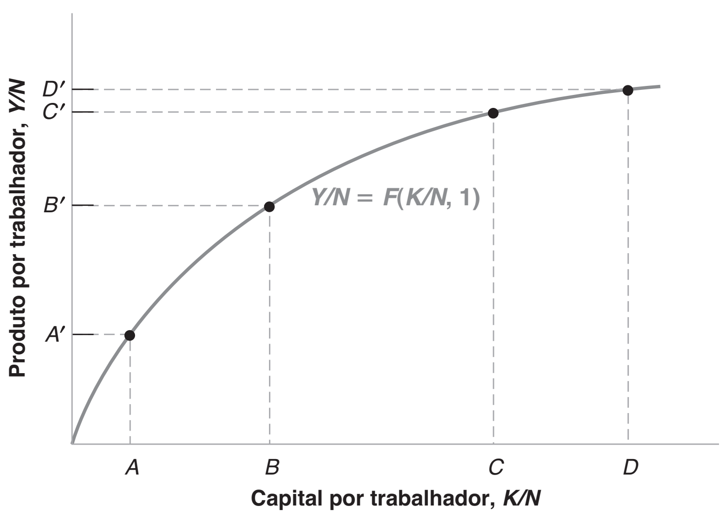


FIGURA 10.4

Produto por trabalhador e capital por trabalhador

Aumentos de capital por trabalhador levam a aumentos cada vez menores do produto por trabalhador.

Fontes do crescimento

Agora, estamos prontos para voltar à nossa questão básica. De onde vem o crescimento? Por que o produto por trabalhador — ou o produto *per capita*, se supusermos que a razão entre os trabalhadores e a população total permaneça aproximadamente constante — sobe ao longo do tempo? A equação (10.3) fornece uma primeira resposta:

- Os aumentos do produto por trabalhador (Y/N) podem vir de aumentos do capital por trabalhador (K/N). Essa é a relação que acabamos de examinar na Figura 10.4. À medida que (K/N) aumenta — isto é, à medida que nos movemos para a direita no eixo horizontal —, (Y/N) aumenta.

Aumentos do capital por trabalhador: movimentos sobre a função de produção.

- Os aumentos no produto por trabalhador também podem vir de aperfeiçoamentos no estado da tecnologia, que deslocam a função de produção, F, e levam a mais produto por trabalhador, *dado* o capital por trabalhador. Isso é mostrado na Figura 10.5. Um aperfeiçoamento no estado da tecnologia desloca a função de produção para cima, de $F(K/N, 1)$ para $F(K/N, 1)'$. Para um dado nível de capital por trabalhador, o aperfeiçoamento tecnológico leva a um aumento do produto por trabalhador. Por exemplo, para o nível de capital por trabalhador correspondente ao ponto A, o produto por trabalhador aumenta de A' para B'. (Retornando a nosso

Aperfeiçoamentos no estado da tecnologia: deslocamento (para cima) da função de produção.

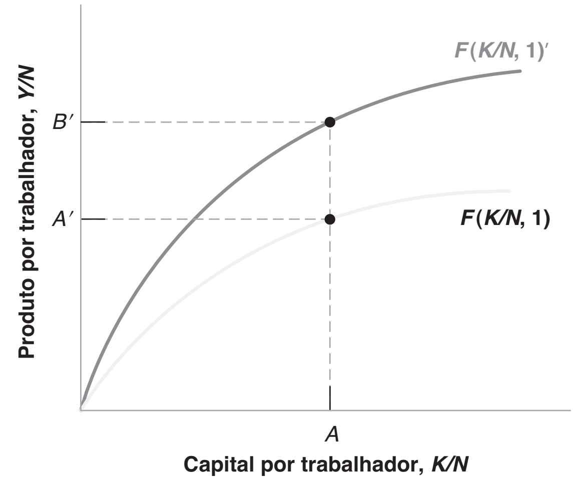


FIGURA 10.5

Efeitos de um aperfeiçoamento no estado da tecnologia

Um aperfeiçoamento na tecnologia desloca para cima a função de produção, levando a um aumento do produto por trabalhador para um dado nível de capital por trabalhador.

exemplo do grupo de secretárias, uma realocação de fatores pode gerar uma melhor divisão do trabalho e aumentar o produto por secretária.)

Assim, podemos considerar o crescimento como proveniente da **acumulação de capital** e do **progresso tecnológico** — o aperfeiçoamento no estado da tecnologia. Veremos, contudo, que esses dois fatores desempenham papéis muito diferentes no processo de crescimento:

- A acumulação de capital, *por si só*, não pode sustentar o crescimento. Um argumento formal terá de esperar até o Capítulo 11. Mas você já pode intuir o que está por trás disso na Figura 10.5. Devido aos rendimentos decrescentes do capital, sustentar um aumento constante do produto por trabalhador exigirá aumentos cada vez maiores do nível de capital por trabalhador. Em algum momento, a economia não conseguirá ou não estará mais disposta a poupar e investir o suficiente para aumentar o capital. Nesse momento, o produto por trabalhador não crescerá mais.

  Isso significa que a **taxa de poupança** da economia — a proporção da renda que é poupada — é irrelevante? Não. É verdade que uma taxa de poupança mais elevada não pode aumentar permanentemente a *taxa de crescimento* do produto. No entanto, uma taxa de poupança mais elevada é capaz de sustentar um *nível* de produto mais alto. Vou dizer isso de uma maneira um pouco diferente. Considere duas economias que diferem somente na taxa de poupança. As duas economias crescerão à mesma taxa, mas, em algum momento, a economia com a taxa de poupança mais alta terá um nível de produto *per capita* mais elevado do que a outra. Como isso acontece? Em qual magnitude a taxa de poupança afeta o nível de produto? Será que um país como os Estados Unidos (que tem uma taxa de poupança muito baixa) deve tentar aumentar sua taxa de poupança? Essas questões serão tratadas em um dos temas que examinaremos no Capítulo 11.

- O crescimento sustentado exige progresso tecnológico sustentado. Isso, na verdade, é uma decorrência da primeira proposição. Dado que os dois fatores que podem levar a um aumento do produto são a acumulação de capital e o progresso tecnológico, se a acumulação de capital não pode sustentar o crescimento para sempre, então o progresso tecnológico deve ser a chave para o crescimento. E é. Veremos no Capítulo 12 que a taxa de crescimento do produto *per capita* da economia é determinada, em última instância, pela taxa de progresso tecnológico da economia. Isso é muito importante. Significa que, no longo prazo, uma economia que sustenta uma taxa de progresso tecnológico mais elevada ultrapassará, em última instância, todas as outras economias. Isso, obviamente, levanta mais uma questão. O que determina a taxa de progresso tecnológico? Lembre-se das duas definições do estado de tecnologia discutidas anteriormente: uma definição mais simples, ou seja, o conjunto de projetos para a economia; ou uma definição mais ampla, que inclui como a economia está organizada desde a natureza das instituições até o papel do governo. O que sabemos sobre os determinantes do progresso tecnológico definido na forma básica — o papel da pesquisa básica e da pesquisa aplicada, o papel das leis de propriedade intelectual, o papel da educação e do treinamento — será um dos temas tratados no Capítulo 12. O papel dos fatores mais amplos será discutido no Capítulo 13.

Ainda sobre a distinção introduzida anteriormente sobre teoria do crescimento e economia do desenvolvimento: No Capítulo 12 falaremos sobre o progresso tecnológico do ponto de vista da teoria do crescimento. No Capítulo 13, chegaremos mais perto da economia do desenvolvimento.

RESUMO

- Durante períodos longos, as flutuações do produto são atenuadas pelo crescimento — o aumento constante do produto agregado ao longo do tempo.
- Ao examinarmos o crescimento de quatro países ricos — (França, Japão, Reino Unido e Estados Unidos) desde 1950, surgem dois fatos principais:
  1. Todos os quatro países experimentaram um forte crescimento e um grande aumento do padrão de vida. O crescimento de 1950 a 2004 aumentou o produto real *per capita* por um fator de 3,2 nos Estados Unidos e por um fator de 11,2 no Japão.
  2. Os níveis de produto *per capita* para os cinco países convergiram ao longo do tempo. Dito de outra maneira, os países que estavam atrasados cresceram mais rapidamente, reduzindo o hiato entre eles e o líder atual, os Estados Unidos.
- Ao examinarmos a evidência de um conjunto maior de países e de um período de tempo maior, surgem os seguintes fatos:
  1. Na cronologia da história humana, o crescimento sustentado do produto é um fenômeno recente.
  2. A convergência dos níveis de produto *per capita* não é um fenômeno mundial. Muitos países asiáticos estão alcançando os países ricos rapidamente, mas a maioria dos países africanos apresenta níveis de produto *per capita* muito baixos e taxas de crescimento baixas.
- Ao pensar sobre o crescimento, os economistas partem de uma função de produção agregada que relaciona o produto agregado a dois fatores de produção: capital e trabalho. A quantidade de produto obtida, dados esses insumos, depende do estado da tecnologia.
- Sob a hipótese de retornos constantes de escala, a função de produção agregada implica que os aumentos do produto por trabalhador podem vir tanto de aumentos do capital por trabalhador quanto de aperfeiçoamentos no estado da tecnologia.
- A acumulação de capital por si só não é capaz de sustentar permanentemente o crescimento do produto *per capita*. No entanto, o volume de poupança de um país é muito importante, pois a taxa de poupança determina o *nível* do produto *per capita*, ainda que não determine sua taxa de crescimento.
- O crescimento sustentado do produto *per capita* deve-se, em última instância, ao progresso tecnológico. Talvez a questão mais importante da teoria do crescimento seja quais são os fatores determinantes do progresso tecnológico.

PALAVRAS-CHAVE

- crescimento, 184
- padrão de vida, 184
- produto *per capita*, 184
- poder de compra, paridade do poder de compra (PPC), 185
- escala logarítmica, 185
- convergência, 190
- armadilha malthusiana, 191
- quatro tigres, tigres asiáticos, 192
- economias emergentes, 192
- função de produção agregada, 193
- estado da tecnologia, 193
- retornos constantes de escala, 194
- rendimentos decrescentes do capital, 194
- rendimentos decrescentes do trabalho, 194
- acumulação de capital, 196
- progresso tecnológico, 196
- taxa de poupança, 196

QUESTÕES E PROBLEMAS

Teste rápido

1. Usando as informações contidas neste capítulo, diga se cada afirmação a seguir é verdadeira, falsa ou incerta. Explique brevemente.

a. Em uma escala logarítmica, uma variável que cresce 5% ao ano se moverá sobre uma reta positivamente inclinada, com uma declividade igual a 0,05.

b. O preço dos alimentos é mais alto nos países pobres do que nos países ricos.

c. Evidências sugerem que a felicidade nos países ricos aumenta com o produto *per capita*.

d. Em quase todos os países do mundo, o produto *per capita* está convergindo para o nível do produto *per capita* nos Estados Unidos.

e. Durante cerca de mil anos depois da queda do Império Romano, quase não houve crescimento no produto *per capita* na Europa, visto que qualquer aumento no produto levou a um aumento proporcional na população.

f. A acumulação de capital não afeta o nível do produto no longo prazo. Apenas o progresso tecnológico o faz.

g. A função de produção agregada é uma relação entre produto, de um lado, e trabalho e capital, do outro.

2. Suponha que o consumidor típico do México e dos Estados Unidos compre as quantidades e pague os preços da tabela a seguir:

	Alimentos		Serviços de transporte	
	Preço	**Quantidade**	**Preço**	**Quantidade**
México	5 pesos	400	20 pesos	2.000
Estados Unidos	US$ 1	1.000	US$ 2	

a. Calcule o consumo *per capita* dos Estados Unidos em dólares.

b. Calcule o consumo *per capita* do México em pesos.

c. Suponha que um dólar valha 10 pesos. Calcule o consumo *per capita* do México em dólares.

d. Usando o método da paridade do poder de compra e os preços dos Estados Unidos, calcule o consumo *per capita* mexicano em dólares.

e. Segundo cada método, em quanto o padrão de vida do México é menor do que o dos Estados Unidos? A escolha do método faz diferença?

3. Considere a função de produção $Y = \sqrt{K}\sqrt{N}$.

a. Calcule o produto quando $K = 49$ e $N = 81$.

b. Se tanto o capital quanto o trabalho dobrarem, o que ocorrerá com o produto?

c. Essa função de produção apresenta rendimentos constantes de escala? Explique.

d. Escreva essa função de produção como uma relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador.

e. Seja $K/N = 4$. Quanto é Y/N? Agora dobre K/N para 8. Y/N será mais ou menos do que o dobro?

f. A relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador apresenta retornos constantes de escala?

g. Sua resposta para (f) é igual à sua resposta em (c)? Justifique.

h. Represente graficamente a relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador. Essa relação apresenta a mesma forma geral que a relação da Figura 10.4? Explique.

Aprofundando

4. As taxas de crescimento do produto e do capital

Considere a função de produção dada na questão 3. Suponha que N seja constante e igual a 1. Observe que se $z = x^a$, então $g_z \approx a\, g_x$, onde g_z e g_x são as taxas de crescimento de z e x.

a. Dada a aproximação do crescimento aqui, derive a relação entre taxa de crescimento do produto e taxa de crescimento do capital.

b. Suponha que desejemos atingir um crescimento do produto de 2% ao ano. Qual é a taxa de crescimento do capital necessária para isso?

c. Em (b), o que acontece à razão entre capital e produto ao longo do tempo?

d. É possível sustentar um crescimento de produto de 2% para sempre nessa economia? Justifique.

5. Entre 1950 e 1973, França, Alemanha e Japão registraram taxas de crescimento pelo menos dois pontos percentuais acima das ocorridas nos Estados Unidos. Contudo, os aperfeiçoamentos tecnológicos mais importantes do período foram feitos nos Estados Unidos. Como isso é possível?

Explorando mais

6. Convergência entre Japão e Estados Unidos desde 1950

Vá ao site que contém as *Penn World Tables* (**<pwt.econ.upenn.edu>**) e obtenha os dados sobre o crescimento anual do PIB *per capita* para os Estados Unidos e o Japão de 1951 até o ano disponível mais recente. Além disso, obtenha os números para o PIB real por pessoa (série encadeada) para os Estados Unidos e o Japão em 1973.

a. Calcule as taxas de crescimento anual médias do PIB *per capita* para os Estados Unidos e o Japão para os seguintes períodos: 1951 a 1973, 1974 até o ano disponível mais recente, e 1991 até o ano disponível mais recente. O nível real do produto *per capita* no Japão tende a convergir com o nível real de produto *per capita* nos Estados Unidos em cada um desses três períodos? Explique.

b. Suponha que em todos os anos desde 1973, o Japão e os Estados Unidos atingissem, cada um, suas taxas anuais de crescimento para o período entre 1951 e 1973. Como o PIB real *per capita* se compararia ao do Japão e dos Estados Unidos hoje em dia (ou seja, no ano mais recente disponível na *Penn World Table*)?

7. Convergência em dois conjuntos de países

Vá ao site que contém as *Penn World Tables* (**<pwt.econ.upenn.edu>**) e obtenha os dados sobre o PIB real *per capita* (série encadeada) de 1951 até o ano disponível mais recente para Estados Unidos, França, Bélgica, Itália, Argentina, Venezuela, Chade e Madagascar.

a. Defina, para cada país e para cada ano, a razão entre seu PIB real e o dos Estados Unidos nesse ano (de modo que essa razão será igual a um para os Estados Unidos em todos os anos).

b. Em um único gráfico, represente as razões para França, Bélgica e Itália ao longo do período para o qual você dispõe de dados. Seu gráfico sustenta a noção de convergência entre França, Bélgica, Itália e Estados Unidos?

c. Repita o mesmo exercício para Argentina, Venezuela, Chade e Madagascar. Seu novo gráfico sustenta a noção de convergência entre esse grupo de países?

8. Sucesso e fracassos no crescimento

Vá ao site que contém as *Penn World Tables* (**<pwt.econ.upenn.edu>**) e obtenha os dados sobre o PIB real *per capita* (série encadeada) de 1970 para todos os países disponíveis. Faça o mesmo para um ano mais atual, digamos, o ano anterior ao mais recente disponível. (Se escolher o ano mais recente disponível, pode ser que as *Penn World Table* não disponham dos dados sobre alguns países relevantes nesta questão.)

a. Classifique os países conforme o PIB *per capita* em 1970. Liste aqueles com os dez níveis mais altos de PIB *per capita* nesse ano. Houve alguma surpresa?

b. Faça a análise do item (a) para o ano mais recente para o qual coletou dados. A composição dos dez países mais ricos mudou desde 1970?

c. Para cada um dos países que listou no item (b), divida o nível recente do PIB *per capita* pelo nível de 1970. Qual dos países apresenta maior aumento proporcional no PIB por pessoa desde 1970?

d. Faça o exercício do item (c) para todos os países para os quais você dispõe de dados. Que país apresentou o aumento proporcional mais alto no PIB *per capita* desde 1970? Qual apresentou o menor aumento? Que fração de países teve crescimento negativo desde 1970?

e. Faça uma rápida pesquisa na Internet sobre o país do item (c) — com maior aumento no PIB *per capita* — ou sobre o país da parte (d) — com menor aumento. Você pode citar alguma razão para o sucesso econômico, ou a falta dele, para o país escolhido?

LEITURA ADICIONAL

- Brad deLong possui vários artigos fascinantes sobre crescimento em sua página web (**<http://econ161.berkeley.edu/>**). Leia, em particular, "Berkeley Faculty Lunch Talk: Themes of 20th Century Economic History", que cobre muitos dos tópicos deste capítulo.
- Uma apresentação ampla dos fatos sobre crescimento é feita por Angus Maddison em *The World Economy. A Millenium Perspective* (Paris: OCDE, 2001). O site associado **<www.theworldeconomy.org>** possui um grande número de fatos e dados sobre crescimento ao longo dos dois últimos milênios.
- O Capítulo 3 de *Productivity and American Leadership*, de William Baumol, Sue Anne Batey Blackman e Edward Wolff (Cambridge, MA: MIT Press, 1989) fornece uma descrição detalhada de como a vida foi transformada pelo crescimento nos Estados Unidos desde meados da década de 1880.

CAPÍTULO 11

Poupança, acumulação de capital e produto

ESTE CAPÍTULO DESTACA

- As seções 11.1 e 11.2 examinam as interações entre produto e acumulação de capital e os efeitos da taxa de poupança.
- A Seção 11.3 inclui números para dar uma noção mais clara das grandezas envolvidas.
- A Seção 11.4 amplia nossa discussão para levar em conta não apenas o capital físico, mas também o capital humano.

Desde 1950, a **taxa de poupança** dos Estados Unidos — a razão entre a poupança e o PIB — foi, em média, de apenas 17%, em comparação com 24% da Alemanha e 30% do Japão. Esse fato pode explicar por que a taxa de crescimento dos Estados Unidos foi menor do que a da maioria dos países da OCDE nos últimos 50 anos? Aumentar a taxa de poupança dos Estados Unidos levaria a um maior crescimento sustentado do país no futuro?

A resposta básica para essas questões já foi dada no final do Capítulo 10. A resposta é não. Em períodos longos — uma qualificação importante para a qual voltaremos —, a taxa de crescimento de uma economia não depende de sua taxa de poupança. Não parece que o crescimento menor dos Estados Unidos nos últimos 50 anos resulte principalmente de uma taxa de poupança menor. Também não deveríamos esperar que um aumento da taxa de poupança levasse a um crescimento maior e sustentado dos Estados Unidos.

Essa conclusão, no entanto, não significa que a baixa taxa de poupança dos Estados Unidos não preocupe. Mesmo que não afete de maneira permanente a taxa de crescimento, a taxa de poupança afeta o nível do produto e o padrão de vida. Um aumento da taxa de poupança levaria a um crescimento maior por algum tempo, resultando, em última instância, na elevação do padrão de vida dos Estados Unidos.

Os efeitos da taxa de poupança sobre o nível e a taxa de crescimento do produto são os assuntos deste capítulo.

11.1 Interações entre produto e capital

A determinação do produto no longo prazo está fundamentada em duas relações entre produto e capital:

- O volume de capital determina o montante de produto que pode ser obtido.
- O montante de produto determina o montante de poupança e, por sua vez, o montante de capital acumulado ao longo do tempo.

Juntas, essas duas relações, representadas na Figura 11.1, determinam a evolução do produto e do capital ao longo do tempo. A seta 2 indica a primeira relação, do capital para o produto. As setas 3 e 4 indicam as duas partes da segunda, do produto para a poupança e o investimento, e do investimento para a mudança no estoque de capital. Vejamos uma relação de cada vez.

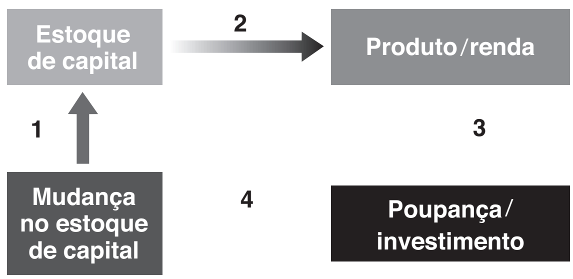


FIGURA 11.1

Capita, produto e poupança/ investimento

Efeitos do capital sobre o produto

Começamos a discutir a primeira dessas duas relações — o efeito do capital sobre o produto — na Seção 10.3. Lá, introduzimos a função de produção agregada, e você viu que, sob a hipótese de retornos constantes de escala, podemos escrever a seguinte relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador:

$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, 1\right)$$

O produto por trabalhador (Y/N) é função crescente do capital por trabalhador (K/N). Sob a hipótese de rendimentos decrescentes do capital, o efeito de um dado aumento do capital por trabalhador sobre o produto por trabalhador diminui à medida que o capital por trabalhador fica maior. Quando o capital por trabalhador já é elevado, o efeito de aumentos adicionais sobre o produto por trabalhador é pequeno.

Para simplificar a notação, reescreveremos essa relação entre o produto por trabalhador e o capital por trabalhador simplesmente como

$$\frac{Y}{N} = f\left(\frac{K}{N}\right)$$

onde a função f representa a mesma relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador que a função F:

$$f\left(\frac{K}{N}\right) = F\left(\frac{K}{N}, 1\right)$$

Suponha, por exemplo, que a função F tenha a forma 'raiz quadrada dupla' $F(K,N) = \sqrt{K}\sqrt{N}$, de modo que $Y = \sqrt{K}\sqrt{N}$. Dividindo ambos os lados por N, temos: $Y/N = \sqrt{K}\sqrt{N}/N$. Observe que $\sqrt{N}/N = \sqrt{N}/(\sqrt{N}\sqrt{N}) = \sqrt{N}$. Substituindo na equação anterior, $Y/N = \sqrt{K}/\sqrt{N} = \sqrt{N}$. Portanto, nesse caso, a função f, que mostra a relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador, é simplesmente a função raiz quadrada: $f(K/N) = \sqrt{K/N}$.

Neste capítulo, levantaremos mais duas hipóteses:

- A primeira é a de que o tamanho da população, a taxa de atividade e a taxa de desemprego são constantes. Isso implica que o emprego, N, também é constante. Para ver o porquê, volte às relações que vimos nos capítulos 2 e 6 entre população, força de trabalho (ou população economicamente ativa), desemprego e emprego:

  A força de trabalho é igual à população multiplicada pela taxa de atividade. Portanto, se a população e a taxa de participação forem constantes, a força de trabalho também será constante. O emprego, por sua vez, é igual à força de trabalho multiplicada por um menos a taxa de desemprego. Se, por exemplo, o tamanho da força de trabalho for de 100 milhões e a taxa de desemprego for de 5%, o emprego será igual a 95 milhões [100 milhões × (1 – 0,05)]. Portanto, se a força de trabalho e a taxa de desemprego forem constantes, o emprego também será constante.

  Sob essas hipóteses, o produto por trabalhador, o produto *per capita* e o produto propriamente dito movem-se proporcionalmente. Embora em geral eu me refira a movimentos do produto *por trabalhador* ou do capital *por trabalhador*, para tornar o texto mais leve falarei, às vezes, apenas de movimentos do produto ou do capital, deixando de lado a qualificação 'por trabalhador' ou '*per capita*'.

  O motivo para supor que N seja constante é facilitar o estudo do papel da acumulação de capital no crescimento. Se N for constante, o único fator de produção que variará ao longo do tempo será o capital. Entretanto, a hipótese não é muito realista, por isso vamos desconsiderá-la nos dois capítulos seguintes. No Capítulo 12 consideraremos um crescimento constante da população e do emprego.

Nos Estados Unidos, em 2003, o produto *per capita* (em dólares da PPC de 2000) era de US$ 34.875; o produto por trabalhador era muito maior, US$ 67.865. (A partir desses dois números, você pode derivar a razão entre emprego e população?)

No Capítulo 13 veremos como integrar nossa análise do longo prazo — que ignora as flutuações no emprego — com nossa análise anterior de curto prazo e médio prazo, que se concentrou exatamente nessas flutuações no emprego (assim como nas flutuações associadas no produto e no desemprego). Mas é melhor deixar esses passos para mais tarde.

- A segunda hipótese é a de que não há progresso tecnológico e, por isso, a função de produção f (ou, de maneira equivalente, F) não se desloca ao longo do tempo. O motivo para a adoção dessa hipótese — que, obviamente, é contrária aos fatos — é, mais uma vez, destacar o papel da acumulação de capital. No Capítulo 12 introduziremos o progresso tecnológico e veremos que as conclusões básicas que derivamos aqui sobre o papel do capital no crescimento também valem quando há progresso tecnológico. Novamente, será melhor deixar esse passo para depois.

Com essas duas hipóteses, nossa primeira relação entre o produto por trabalhador e o capital por trabalhador, do lado da produção, pode ser escrita como

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right) \tag{11.1}$$

Do lado da produção, o nível de capital por trabalhador determina o nível de produto por trabalhador.

na qual introduzi índices temporais para o produto e o capital — mas não para o trabalho, N, que supusemos constante e, portanto, não precisa de um índice temporal. Em suma: um capital por trabalhador maior leva a um produto por trabalhador maior.

Efeitos do produto sobre a acumulação de capital

Para derivar a segunda relação entre produto e acumulação de capital, percorremos dois passos:

1. Derivamos a relação entre produto e investimento.
2. Então, derivamos a relação entre investimento e acumulação de capital.

Produto e investimento

Como veremos no Capítulo 19, poupança e investimento não precisam ser iguais em uma economia aberta. Um país pode poupar menos do que investe e tomar emprestado a diferença do resto do mundo. É o caso atual dos Estados Unidos.

Para derivar a relação entre produto e investimento, fazemos três hipóteses:

- Continuamos a supor uma economia fechada. Como vimos no Capítulo 3 [equação (3.10)], isso significa que o investimento, I, é igual à poupança — a soma da poupança privada, S, e da poupança pública, $T - G$.

$$I = S + (T - G)$$

Esta hipótese mais uma vez não corresponde à situação atual nos Estados Unidos, onde, como vimos no Capítulo 1, o governo está produzindo um elevado *déficit* orçamentário. Em outras palavras, a poupança pública nos Estados Unidos é negativa.

- Para enfocar o comportamento da poupança privada, supomos que a poupança pública, $T - G$, seja igual a zero. (Mais adiante, ao tratarmos das implicações da política fiscal sobre o crescimento, desconsideraremos essa hipótese.) Com essa hipótese, a equação anterior torna-se

$$I = S$$

O investimento é igual à poupança privada.

Agora você viu duas especificações do comportamento da poupança (ou, de maneira equivalente, comportamento do consumo): uma para o curto prazo, no Capítulo 3, e outra para o longo prazo, neste capítulo. Você deve estar imaginando como as duas especificações relacionam-se entre si e se são consistentes. A resposta é sim. Uma discussão completa será feita no Capítulo 16.

- Supomos que a poupança privada seja proporcional à renda, portanto

$$S = sY$$

O parâmetro s é a taxa de poupança. Ele apresenta um valor entre zero e um. Essa hipótese reflete dois fatos básicos a respeito da poupança. Primeiro, a taxa de poupança não parece aumentar ou diminuir sistematicamente à medida que um país se torna mais rico. Segundo, países mais ricos não parecem ter, sistematicamente, taxas de poupança maiores ou menores do que os países mais pobres.

Combinando essas duas relações e introduzindo índices temporais, obteremos uma relação simples entre investimento e produto:

$$I_t = sY_t$$

O investimento é proporcional ao produto. Quanto maior o produto, maior a poupança e, portanto, maior o investimento.

Investimento e acumulação de capital

O segundo passo relaciona o investimento, que é um fluxo (as novas máquinas produzidas e as novas fábricas construídas durante um dado período), com o capital, que é um estoque (máquinas e fábricas existentes na economia em um instante no tempo).

Lembre-se de que fluxos são variáveis com dimensão temporal (isto é, são definidas por unidade de tempo); estoques são variáveis que não têm dimensão temporal (são definidas em um instante no tempo). Produto, poupança e investimento são fluxos. Emprego e capital são estoques.

Pense no tempo como medido em anos; portanto, t representa o ano t, $t + 1$ representa o ano $t + 1$, e assim por diante. Pense no estoque de capital como medido no início de cada ano; assim, K_t refere-se ao estoque de capital no início do ano t, K_{t+1} ao estoque de capital no início do ano $t + 1$, e assim por diante.

Suponha que o capital seja depreciado a uma taxa δ (letra grega minúscula delta) ao ano. Isto é, de um ano para outro, uma proporção δ do estoque de capital é sucateada e se torna inútil. De forma equivalente, uma proporção $(1 - \delta)$ do estoque de capital permanece intacta de um ano para outro.

A evolução do estoque de capital é, então, dada por

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$$

O estoque de capital no início do ano $t + 1$, K_{t+1}, é igual ao estoque de capital do início do ano t que ainda permanece intacto no ano $t + 1$, $(1 - \delta)K_t$, somado ao novo estoque de capital instalado durante o ano t, isto é, o investimento feito durante o ano t, I_t.

Agora podemos combinar a relação entre produto e investimento com a relação entre investimento e acumulação de capital para obter a segunda relação de que precisamos para pensar sobre o crescimento: a relação do produto para a acumulação de capital.

Substituindo o investimento por sua expressão anterior e dividindo ambos os lados por N (o número de trabalhadores na economia), temos

$$\frac{K_{t+1}}{N} = (1 - \delta)\frac{K_t}{N} + s\frac{Y_t}{N}$$

Resumindo: o capital por trabalhador no início do ano $t + 1$ é igual ao capital por trabalhador no início do ano t, ajustado pela depreciação, somado ao investimento por trabalhador durante o ano t, que é igual à taxa de poupança multiplicada pelo produto por trabalhador durante o ano t.

Desmembrando o termo $(1 - \delta)K_t/N$ em $K_t/N - \delta K_t/N$, passando K_t/N para o lado esquerdo e reagrupando o lado direito, temos

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\frac{Y_t}{N} - \delta\frac{K_t}{N} \tag{11.2}$$

Em suma: a mudança no estoque de capital por trabalhador (representada pela diferença entre os dois termos do lado esquerdo) é igual à poupança por trabalhador (representada pelo primeiro termo do lado direito) menos a depreciação (representada pelo segundo termo do lado direito). Essa equação nos dá a segunda relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador.

Do lado da poupança, o nível de produto por trabalhador determina a mudança no nível de capital por trabalhador ao longo do tempo.

11.2 Implicações de taxas de poupança diferentes

Derivamos duas relações:

- Do lado da produção, vimos na equação (11.1) como o capital determina o produto.
- Do lado da poupança, vimos na equação (11.2) como o produto, por sua vez, determina a acumulação de capital.

Agora vamos juntá-las para ver como elas determinam o comportamento do produto e do capital ao longo do tempo.

Dinâmica do capital e do produto

Substituindo o produto por trabalhador, (Y_t/N), na equação (11.2), por sua expressão em termos de capital por trabalhador da equação (11.1), temos

$$\underbrace{\frac{K_{t+1}}{N}-\frac{K_t}{N}}_{\substack{\text{Mudança no}\\ \text{capital do ano}\\ t \text{ para o ano } t+1}} = \underbrace{sf\left(\frac{K_t}{N}\right)}_{\substack{\text{Investimento}\\ \text{durante o ano } t}} - \underbrace{\delta\frac{K_t}{N}}_{\substack{\text{Depreciação}\\ \text{durante o ano } t}} \qquad (11.3)$$

Essa relação descreve o que ocorre com o capital por trabalhador. A mudança no capital por trabalhador deste ano para o próximo depende da diferença entre dois termos:

$K_t/N \Rightarrow f(K_t/N) \Rightarrow sf(K_t/N)$

- O investimento por trabalhador, o primeiro termo da direita. O nível do capital por trabalhador neste ano determina o produto por trabalhador neste ano. Dada a taxa de poupança, o produto por trabalhador determina o montante de poupança por trabalhador e, assim, do investimento por trabalhador neste ano.

$K_t/N \Rightarrow \delta K_t/N$

- A depreciação por trabalhador, o segundo termo da direita. O estoque de capital por trabalhador determina o montante de depreciação por trabalhador neste ano.

Se o investimento por trabalhador supera a depreciação por trabalhador, a mudança no capital por trabalhador é positiva. O capital por trabalhador aumenta.

Se o investimento por trabalhador é inferior à depreciação por trabalhador, a mudança no capital por trabalhador é negativa. O capital por trabalhador diminui.

Dado o capital por trabalhador, o produto por trabalhador é obtido pela equação (11.1):

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right)$$

As equações (11.3) e (11.1) contêm todas as informações necessárias para entendermos a dinâmica do capital e do produto ao longo do tempo. O melhor modo de interpretá-las é por meio de um gráfico. Faremos isso na Figura 11.2. O produto por trabalhador é medido no eixo vertical, e o capital por trabalhador, no eixo horizontal.

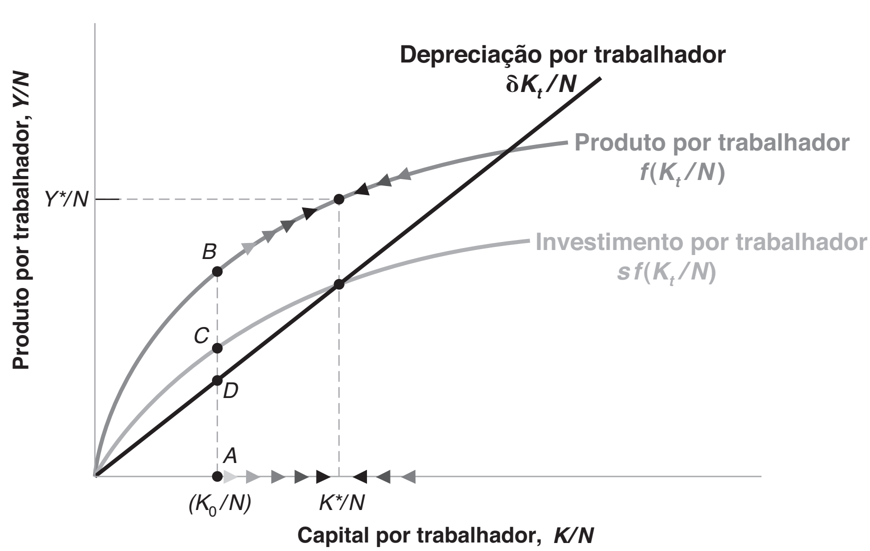
Na Figura 11.2, examino, em primeiro lugar, a curva que representa o produto por trabalhador, $f(K_t/N)$, como função do capital por trabalhador. A relação é igual à da Figura 10.5. O produto por trabalhador aumenta com o capital por trabalhador, mas — em virtude dos rendimentos decrescentes do capital —, quanto maior for o nível de capital por trabalhador, menor será esse efeito.

Vamos examinar, agora, as duas curvas que representam os dois componentes do lado direito da equação (11.3):

FIGURA 11.2

Dinâmica do capital e do produto

Quando o capital e o produto são baixos, o investimento supera a depreciação e o capital aumenta. Quando o capital e o produto são altos, o investimento é inferior à depreciação e o capital diminui.



- A relação que representa o investimento por trabalhador, $sf(K_t/N)$, tem o mesmo formato da função de produção, exceto por estar mais baixa por um fator s (a taxa de poupança). Suponha que, na Figura 11.2, o nível de capital por trabalhador seja igual a K_0/N. O produto por trabalhador é, então, dado pela distância vertical AB, e o investimento por trabalhador é dado pela distância vertical AC, que é igual a s vezes a distância vertical AB. Assim, exatamente como o produto por trabalhador, o investimento por trabalhador aumenta com o capital por trabalhador, mas com acréscimos cada vez menores à medida que o capital por trabalhador aumenta. Quando o capital por trabalhador já está muito elevado, o efeito de um aumento adicional de capital por trabalhador sobre o produto por trabalhador e, consequentemente, sobre o investimento por trabalhador é muito pequeno.
- A relação que representa a depreciação por trabalhador, $\delta K_t/N$, é representada por uma linha reta. A depreciação por trabalhador aumenta proporcionalmente com o capital por trabalhador, de modo que a relação é representada por uma linha reta com declividade igual a δ. No nível de capital por trabalhador K_0/N, a depreciação por trabalhador é dada pela distância vertical AD.

Para facilitar a leitura do gráfico, supus uma taxa de poupança excessivamente elevada. (Você poderia dizer qual é, aproximadamente, o valor que supus para s? Qual seria um valor plausível para s?)

A mudança no capital por trabalhador é dada pela diferença entre o investimento por trabalhador e a depreciação por trabalhador. Em K_0/N a diferença é positiva; o investimento por trabalhador supera a depreciação por trabalhador em um montante representado pela distância vertical $CD = AC - AD$, de modo que o capital por trabalhador aumenta. À medida que nos movemos para a direita ao longo do eixo horizontal e observamos níveis cada vez maiores de capital por trabalhador, o investimento aumenta cada vez menos, enquanto a depreciação continua a aumentar proporcionalmente com o capital. Para algum nível de capital por trabalhador, K^*/N, na Figura 11.2, o investimento é exatamente suficiente para cobrir a depreciação, e o capital por trabalhador permanece constante. À esquerda de K^*/N, o investimento supera a depreciação, e o capital por trabalhador aumenta. Isso é indicado pelas setas apontando para a direita sobre a curva que representa a função de produção. À direita de K^*/N, a depreciação supera o investimento, e o capital por trabalhador diminui. Isso é indicado pelas setas apontando para a esquerda sobre a curva que representa a função de produção.

Quando o capital por trabalhador é baixo, o capital por trabalhador e o produto por trabalhador aumentam ao longo do tempo. Quando o capital por trabalhador é alto, o capital por trabalhador e o produto por trabalhador diminuem ao longo do tempo.

Agora fica fácil descrever a evolução do capital por trabalhador e do produto por trabalhador ao longo do tempo. Considere uma economia que comece com um nível baixo de capital por trabalhador, digamos, K_0/N, na Figura 11.2. Como o investimento supera a depreciação neste ponto, o capital por trabalhador aumenta. E, como o produto se move com o capital, o produto por trabalhador também aumenta. O capital por trabalhador finalmente atinge K^*/N, o nível em que o investimento é igual à depreciação. Uma vez que a economia tenha atingido o nível de capital por trabalhador K^*/N, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador permanecerão constantes em Y^*/N e K^*/N, seus níveis de equilíbrio de longo prazo.

Pense, por exemplo, em um país que perca parte de seu estoque de capital, digamos, em consequência de bombardeios em uma guerra. O mecanismo que acabamos de ver sugere que, se a perda de capital do país for muito maior do que as perdas humanas, esse país sairá da guerra com um nível baixo de capital por trabalhador, isto é, em um ponto à esquerda de K^*/N. O país experimentará um grande aumento tanto no capital por trabalhador quanto no produto por trabalhador durante algum tempo. Isso descreve bem o que aconteceu após a Segunda Guerra Mundial nos países que tiveram uma destruição proporcionalmente maior de capital do que de vidas humanas (veja a Seção "*Foco*: Acumulação de capital e crescimento na França após a Segunda Guerra Mundial").

O que o modelo prevê para o crescimento no pós-guerra se um país registrar perdas proporcionais de população e de capital? Você acha essa resposta convincente? Quais elementos podem estar faltando no modelo?

Se um país começar com um nível elevado de capital por trabalhador — isto é, de um ponto à direita de K^*/N —, então a depreciação será superior ao investimento, e o capital por trabalhador e o produto por trabalhador diminuirão. O nível inicial de capital por trabalhador é alto demais para ser sustentado, dada a taxa de poupança. Essa diminuição do capital por trabalhador continuará até que a economia atinja novamente o ponto no qual o investimento é igual à depreciação e o capital por trabalhador é igual a K^*/N. Desse ponto em diante, o capital por trabalhador e o produto por trabalhador permanecerão constantes.

Capital e produto no estado estacionário

Vamos examinar mais de perto os níveis de produto por trabalhador e de capital por trabalhador para os quais a economia converge no longo prazo. O estado em que o produto por trabalhador e o capital por trabalhador não se alteram mais é chamado de **estado estacionário** da economia. Se fizermos o lado esquerdo da equação (11.3) igual a zero (no estado estacionário, por definição, a mudança no capital por trabalhador é igual a zero), o valor do capital por trabalhador no estado estacionário, K^*/N, será dado por

$$sf\left(\frac{K^*}{N}\right) = \delta \frac{K^*}{N} \tag{11.4}$$

K^*/N é o nível de capital por trabalhador no longo prazo.

O valor do capital por trabalhador no estado estacionário é tal que o montante de poupança por trabalhador (o lado esquerdo) é exatamente suficiente para cobrir a depreciação do estoque de capital por trabalhador (o lado direito).

Dado o capital por trabalhador no estado estacionário (K^*/N), o valor do produto por trabalhador no estado estacionário (Y^*/N) será dado pela função de produção

$$\frac{Y^*}{N} = f\left(\frac{K^*}{N}\right) \tag{11.5}$$

Agora temos todos os elementos de que precisamos para discutir os efeitos da taxa de poupança sobre o produto por trabalhador, tanto ao longo do tempo quanto no estado equilibrado.

Taxa de poupança e produto

Vamos voltar à questão do início do capítulo. Como a taxa de poupança afeta a taxa de crescimento do produto por trabalhador? Nossa análise leva a uma resposta em três partes:

Alguns economistas argumentam que o elevado crescimento do produto obtido pela União Soviética de 1950 a 1990 foi resultado de um aumento contínuo da taxa de poupança ao longo do tempo, que não poderia ser sustentado para sempre. Paul Krugman usou a expressão 'crescimento stalinista' para se referir a esse tipo de crescimento — crescimento resultante de uma taxa de poupança cada vez mais alta ao longo do tempo.

1. *A taxa de poupança não tem nenhum efeito sobre a taxa de crescimento do produto por trabalhador no longo prazo, que é igual a zero.*

Essa conclusão é bastante óbvia. Vimos que, em última instância, a economia converge para um nível constante de produto por trabalhador. Em outras palavras, no longo prazo, a taxa de crescimento do produto é igual a zero, qualquer que seja a taxa de poupança.

Há, entretanto, um modo de pensar sobre essa conclusão que será útil quando introduzirmos o progresso tecnológico no Capítulo 12. Pense no que seria necessário para sustentar uma taxa de crescimento do produto por trabalhador positiva constante no longo prazo. O capital por trabalhador teria de aumentar. Não apenas isso, mas, por causa dos rendimentos decrescentes do capital, precisaria crescer mais rápido do que o produto por trabalhador. Isso implica que a economia teria de poupar a cada ano uma fração cada vez maior do produto e transferi-la para a acumulação de capital. Em algum momento, a fração de produto que a economia precisaria poupar seria maior que um — algo claramente impossível. Por isso é impossível sustentar uma taxa de crescimento positiva constante para sempre. No longo prazo, o capital por trabalhador deve ser constante, assim como o produto por trabalhador.

2. Entretanto, *a taxa de poupança determina o nível de produto por trabalhador no longo prazo.* Tudo o mais constante, os países com uma taxa de poupança mais alta obterão um produto por trabalhador mais elevado no longo prazo.

A Figura 11.3 ilustra esse aspecto. Considere dois países com a mesma função de produção, o mesmo nível de emprego e a mesma taxa de depreciação, mas com taxas de poupança diferentes, digamos, s_0, onde $s_1 > s_0$. A Figura 11.3 mostra a função de produção comum aos dois países, $f\,(K_t/N)$, e as funções poupança/investimento por trabalhador como função do capital por trabalhador para cada um dos dois países, $s_0 f\,(K_t/N)$ e $s_1 f\,(K_t/N)$. No longo prazo, o país com taxa de poupança s_0 alcançará o nível de capital por trabalhador K_0/N e de produto por trabalhador Y_0/N. O país com a taxa de poupança s_1 atingirá os níveis mais elevados K_1/N e Y_1/N.

Note que a primeira proposição é uma afirmação sobre a taxa de crescimento do produto por trabalhador. A segunda proposição é uma afirmação sobre o nível do produto por trabalhador.

3. *Um aumento da taxa de poupança levará a um maior crescimento do produto por trabalhador durante algum tempo, mas não para sempre*.

Essa conclusão decorre das duas proposições que acabamos de discutir. Da primeira, sabemos que um aumento da taxa de poupança não afeta a *taxa de crescimento do produto por trabalhador* no longo prazo, que permanece igual a zero. Da segunda, sabemos que um aumento da taxa de poupança leva a um aumento do *nível de produto por trabalhador* no longo prazo. Daí vem que, à medida que o produto por trabalhador aumentar para seu novo nível mais elevado em consequência

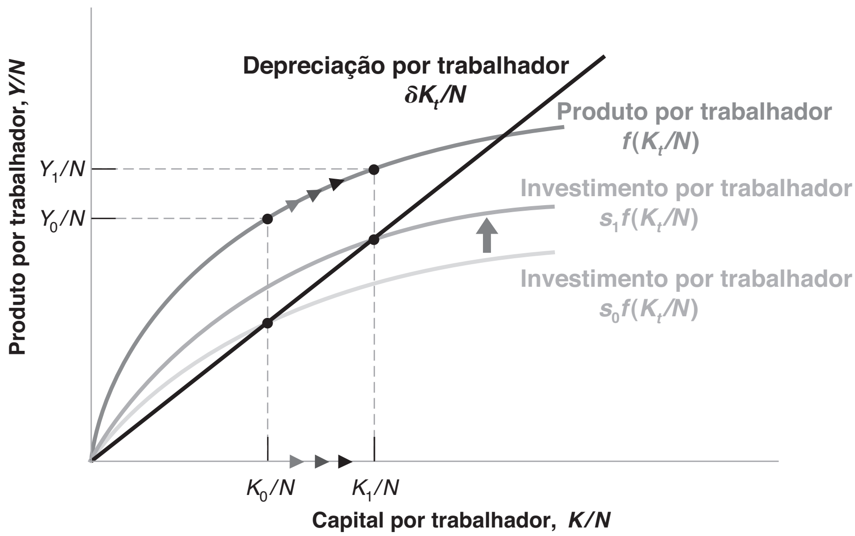


FIGURA 11.3

Efeitos de taxas de poupanças diferentes

Um país com uma taxa de poupança mais elevada atinge um nível mais alto de produto por trabalhador no estado estacionário.

FOCO Acumulação de capital e crescimento na França após a Segunda Guerra Mundial

Quando a Segunda Guerra Mundial acabou, em 1945, a França era um dos países europeus que haviam sofrido as maiores perdas. O número de mortes foi grande, mais de 550 mil, de uma população de 42 milhões. Em termos relativos, as perdas de capital foram muito maiores. Estima-se que o estoque de capital francês em 1945 era cerca de 30% menor do que o valor anterior à guerra. Os números da Tabela 1 oferecem um quadro mais detalhado da destruição do capital.

O modelo de crescimento que acabamos de ver faz uma previsão clara do que ocorrerá com um país que perde grande parte de seu estoque de capital. O país experimentará por algum tempo uma acumulação de capital e um crescimento do produto acelerados. Nos termos da Figura 11.2, um país que tenha inicialmente um capital por trabalhador bem abaixo de K^*/N crescerá rapidamente conforme converge para K^*/N e o produto por trabalhador converge para Y^*/N.

Essa previsão encaixa-se bem no caso da França no pós-guerra. Há muita evidência não científica de que pequenos aumentos de capital levam a grandes aumentos do produto. Pequenos reparos em uma ponte importante levariam à reabertura da ponte. Isso proporcionaria uma grande redução do tempo de viagem entre duas cidades, levando a custos de transporte muito menores. Essa redução dos custos de transporte possibilitaria, então, que uma fábrica obtivesse insumos essenciais, aumentasse a produção, e assim por diante.

As evidências mais convincentes vêm, entretanto, diretamente dos números do produto agregado efetivo. De 1946 a 1950, a taxa de crescimento anual do PIB real da França foi muito alta, 9,6% ao ano. Isso levou a um aumento do PIB real de cerca de 60% ao longo de cinco anos.

Todo esse aumento do PIB francês foi resultado da acumulação de capital? A resposta é não. Houve outras forças além do mecanismo de nosso modelo. Muito do estoque de capital que restou em 1945 era antigo. O investimento fora pequeno na década de 1930 (uma década dominada pela Grande Depressão) e praticamente inexistente durante a guerra. Boa parte da acumulação de capital no pós-guerra esteve associada à introdução de capital mais moderno e ao uso de técnicas de produção mais modernas. Esse foi outro motivo para as altas taxas de crescimento do período pós-guerra.

Fonte: Gilles Saint-Paul, "Economic reconstruction in France, 1945–1958", em Rudiger Dornbusch, Willem Nolling e Richard Layard, eds., *Postwar economic reconstruction and lessons for the east today.* Cambridge, MA: MIT Press, 1993.

TABELA 1 Proporção do estoque de capital francês destruído ao final da Segunda Guerra Mundial

Ferrovias	Linhas	6%	*Rios*	Hidrovias	86%
	Estações	38%		Eclusas	11%
	Locomotivas	21%		Barcaças	80%
	Maquinário	60%	*Prédios*	(números absolutos)	
Rodovias	Automóveis	31%		Residenciais	1.229.000
	Caminhões	40%		Comerciais	246.000

Fonte: veja a nota sobre a fonte deste quadro.

do aumento da taxa de poupança, a economia passará por um período de crescimento positivo. Esse período de crescimento terminará quando a economia atingir seu novo estado estacionário.

Podemos usar a Figura 11.3 novamente para ilustrar esse aspecto. Considere um país que tenha uma taxa de poupança inicial s_0. Suponha que o capital por trabalhador inicial seja igual a K_0/N, com um produto por trabalhador a ele associado de Y_0/N. Agora considere os efeitos de um aumento da taxa de poupança de s_0 para s_1. A função que mostra poupança/investimento por trabalhador como função do capital por trabalhador se desloca para cima, de $s_0 f(K_t/N)$ para $s_1 f(K_t/N)$.

No nível inicial de capital por trabalhador, K_0/N, o investimento supera a depreciação, de modo que o capital por trabalhador aumenta. À medida que o capital por trabalhador aumenta, o mesmo ocorre com o produto por trabalhador, e a economia passa por um período de crescimento positivo. Quando o capital por trabalhador finalmente atinge K_1/N, contudo, o investimento torna-se novamente igual à depreciação e o crescimento termina. A partir daí, a economia permanece em K_1/N, com um produto por trabalhador a ele associado de Y_1/N. A Figura 11.4 mostra a trajetória do produto por trabalhador ao longo do tempo. Inicialmente, o produto por trabalhador está constante no nível Y_0/N. Após o aumento da taxa de poupança, digamos, no período t, o produto por trabalhador aumenta por algum tempo até alcançar o nível mais alto, Y_1/N, e a taxa de crescimento volta para zero.

Derivamos esses três resultados sob a hipótese de que não há progresso tecnológico e, portanto, não há crescimento do produto por trabalhador no longo prazo. Mas, conforme veremos no Capítulo 12, os três resultados estendem-se a uma economia com progresso tecnológico. Vou mostrar brevemente como.

Uma economia com progresso tecnológico apresenta uma taxa de crescimento do produto por trabalhador positiva mesmo no longo prazo. Essa taxa de crescimento de longo prazo é independente da taxa de poupança — a extensão do primeiro resultado que acabamos de discutir. No entanto, a taxa de poupança afeta o nível de produto por trabalhador — a extensão do segundo resultado. Um aumento da taxa de poupança leva a um crescimento temporariamente maior do que a taxa de crescimento no estado estacionário, até que a economia atinja uma nova trajetória, mais elevada — a extensão de nosso terceiro resultado.

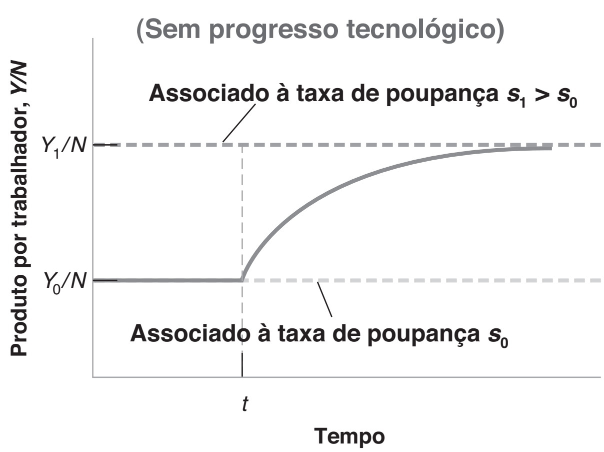
Veja a discussão sobre escalas logarítmicas no Apêndice 2 no fim do livro.

Esses três resultados são ilustrados pela Figura 11.5, que estende a Figura 11.4 ao mostrar o efeito de um aumento da taxa de poupança sobre uma economia com progresso tecnológico positivo. A figura mede o produto por trabalhador em escala logarítmica. Consequentemente, uma economia em que o produto por trabalhador cresce a uma taxa constante é representada por uma reta com declividade igual a essa taxa de crescimento. Na taxa de poupança inicial, s_0, a economia move-se sobre a reta *AA*. Se, no período t, a taxa de poupança aumentar para s_1, a economia experimentará um crescimento maior por algum tempo até alcançar sua nova trajetória mais elevada, *BB*. Na trajetória *BB*, a taxa de crescimento é novamente a mesma de antes do aumento da taxa de poupança (isto é, a declividade de *BB* será igual à declividade de *AA*).

FIGURA 11.4

Efeitos de um aumento da taxa de poupança sobre o produto por trabalhador

Um aumento da taxa de poupança leva a um período de crescimento maior até que o produto atinja seu novo estado estacionário mais elevado.



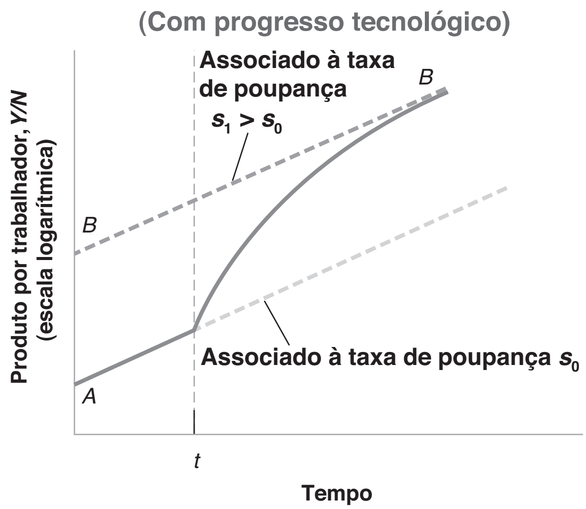


FIGURA 11.5

Efeitos de um aumento da taxa de poupança sobre o produto por trabalhador em uma economia com progresso tecnológico

Um aumento da taxa de poupança leva a um período de maior crescimento até que o produto alcance uma trajetória nova e mais elevada.

Taxa de poupança e consumo

Os governos podem afetar a taxa de poupança de diversas formas. Primeiro, podem variar a poupança pública. Dada a poupança privada, uma poupança pública positiva — em outras palavras, um superávit orçamentário — leva a uma poupança total maior. Simetricamente, uma poupança pública negativa — um déficit orçamentário — leva a uma poupança total menor. Segundo, o governo pode usar os impostos para afetar a poupança privada. Por exemplo, pode criar isenções de impostos para poupadores, estimulando-os a poupar e, assim, aumentando a poupança privada.

Lembre-se de que poupança é a soma da poupança privada com a poupança pública.

Lembre-se também de que poupança pública ⇔ superávit orçamentário; despoupança pública ⇔ déficit orçamentário.

Que taxa de poupança os governos devem almejar? Para pensar na resposta, temos de mudar nosso foco do comportamento do *produto* para o comportamento do *consumo*. O motivo é que o que importa às pessoas não é quanto é produzido, mas quanto elas consomem.

Está claro que o aumento da poupança deve vir inicialmente à custa de um consumo menor. (Exceto quando considerar útil, omitirei o termo 'por trabalhador' nesta subseção e me referirei apenas a 'consumo', em vez de 'consumo por trabalhador', e a 'capital', em vez de 'capital por trabalhador', e assim por diante.) Uma mudança na taxa de poupança em um dado ano não exerce nenhum efeito sobre o capital nesse ano e, consequentemente, nenhum efeito sobre o produto e a renda *nesse ano.* Assim, um aumento da poupança vem inicialmente com uma diminuição equivalente do consumo.

Como supusemos que o emprego fosse constante, estamos ignorando o efeito de curto prazo de um aumento da taxa de poupança sobre o produto, visto no Capítulo 3. No curto prazo, um aumento da taxa de poupança não apenas reduz o consumo, dada a renda, como pode também levar a uma recessão e reduzir ainda mais a renda. Voltaremos a discutir os efeitos de curto prazo e longo prazo de mudanças na poupança em vários trechos do livro. Veja, por exemplo, os Capítulos 17 e 26.

Um aumento da poupança leva a um aumento do consumo no longo prazo? Não necessariamente. O consumo pode cair não só inicialmente, mas também no longo prazo. Você pode se surpreender com isso. Afinal, sabemos da Figura 11.3 que um aumento da taxa de poupança sempre leva a um aumento do nível de *produto* por trabalhador. Mas produto não é o mesmo que consumo. Para ver o porquê, imagine o que ocorre com dois valores extremos da taxa de poupança:

- Uma economia em que a taxa de poupança é (e sempre foi) igual a zero é uma economia em que o capital é igual a zero. Nesse caso, o produto é também igual a zero, assim como o consumo. Uma taxa de poupança igual a zero implica consumo igual a zero no longo prazo.
- Agora, considere uma economia em que a taxa de poupança é igual a um: as pessoas poupam toda a sua renda. O nível de capital e, portanto, de produto nessa economia será muito elevado. Mas, como as pessoas poupam toda a sua renda, o consumo é igual a zero. O que acontece é que a economia está carregando um montante excessivo de capital. Para manter esse nível de produto é preciso que todo o produto se destine apenas a repor a depreciação! Uma taxa de poupança igual a um também implica consumo igual a zero no longo prazo.

Esses dois casos extremos implicam que deve haver algum valor de taxa de poupança entre zero e um que maximiza o nível de consumo no estado estacionário. Aumentos da taxa de poupança abaixo desse valor levam inicialmente a uma diminuição do consumo, mas, no longo prazo, a um aumento do consumo. Aumentos da taxa de poupança acima desse valor diminuem o consumo não só inicialmente como também no longo prazo. Isso ocorre porque o aumento do capital associado ao aumento da taxa de poupança leva a apenas um pequeno aumento do produto — aumento que é pequeno demais para cobrir a crescente depreciação. Em outras palavras, a economia carrega capital em demasia. O nível de capital associado ao valor da taxa de poupança que produz o maior nível de consumo no estado estacionário é conhecido como **nível de capital da regra de ouro**. Os aumentos de capital além do nível da regra de ouro reduzem o consumo.

Esse argumento está ilustrado na Figura 11.6, que mostra o consumo por trabalhador no estado estacionário (no eixo vertical) contra a taxa de poupança (no eixo horizontal). Uma taxa de poupança igual a zero implica um estoque de capital por trabalhador igual a zero, um nível de produto por trabalhador igual a zero e, consequentemente, um nível de consumo por trabalhador igual a zero. Para s entre zero e s_G (G sendo a regra de ouro), uma taxa de poupança maior leva a um capital por trabalhador mais alto, um produto por trabalhador mais alto e um consumo por trabalhador mais alto. Para s maior do que s_G, os aumentos da taxa de poupança ainda levam a valores maiores do capital por trabalhador e do produto por trabalhador; mas os aumentos agora levam a valores mais baixos do consumo por trabalhador. Isso ocorre porque o aumento do produto é mais do que compensado pelo aumento da depreciação decorrente do estoque de capital maior. Para $s = 1$, o consumo por trabalhador é igual a zero. O capital por trabalhador e o produto por trabalhador são elevados, mas todo o produto é utilizado exatamente para repor a depreciação, não deixando nada para o consumo.

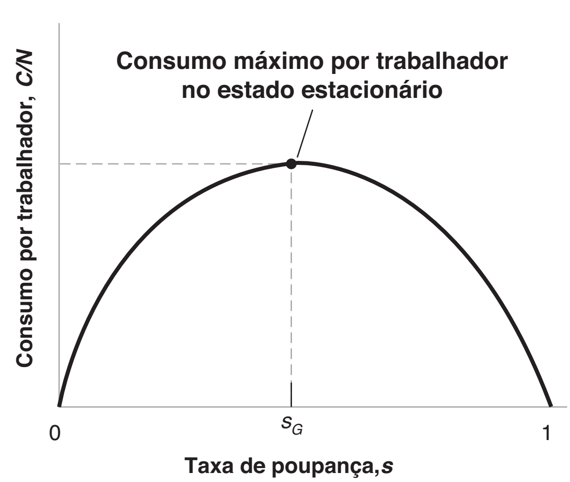
Se uma economia já possui tanto capital que está operando além da regra de ouro, então um aumento adicional da poupança diminuirá o consumo não somente agora, mas também mais tarde. Essa preocupação é relevante? Alguns países dispõem realmente de tanto capital? A evidência empírica indica que a maioria dos países da OCDE encontra-se, na verdade, bem abaixo do nível de capital da regra de ouro. O aumento de sua taxa de poupança levaria a um consumo maior no futuro.

Isso significa que, na prática, os governos se defrontam com um dilema. Um aumento da taxa de poupança leva a um consumo menor por algum tempo, mas a um consumo maior depois. O que os governos devem fazer? Quão próximos da regra de ouro eles devem tentar chegar? Isso depende da importância que atribuem ao bem-estar das gerações atuais — que estão mais sujeitas a perdas com políticas econômicas destinadas a aumentar a taxa de poupança — *versus* o bem-estar das gerações futuras, cuja probabilidade de ganho é maior. Entra a política. Gerações futuras não votam. Isso significa que os governos não estão dispostos a pedir grandes sacrifícios das gerações atuais, o que, por sua vez, significa que o capital provavelmente deve permanecer bem abaixo do nível da regra de ouro. Nos Estados Unidos, essas questões entre gerações estão em evidência no debate atual sobre a reforma da Previdência Social. A Seção "*Foco*: Previdência Social, poupança e acumulação de capital nos Estados Unidos" explora esse tema com mais profundidade.

FIGURA 11.6

Efeitos da taxa de poupança sobre o consumo por trabalhador no estado estacionário

Um aumento da taxa de poupança leva a um aumento e, então, a uma diminuição do consumo por trabalhador no estado estacionário.



FOCO Previdência Social, poupança e acumulação de capital nos Estados Unidos

A Previdência Social nos Estados Unidos foi criada em 1935. O objetivo do programa era assegurar que os idosos tivessem o suficiente para viver. Ao longo do tempo, a Previdência Social tornou-se o maior programa de governo dos Estados Unidos. Os benefícios pagos aos aposentados superam atualmente 4% do PIB. Para dois terços dos aposentados, os benefícios da Previdência Social representam mais de 50% de sua renda. Há pouca dúvida de que, em seus próprios termos, o sistema de Previdência Social é um grande sucesso, diminuindo a pobreza entre idosos. Há pouca dúvida de que levou também a uma menor taxa de poupança nos Estados Unidos e, portanto, a uma menor acumulação de capital e a um menor produto *per capita* no longo prazo.

Para entender o porquê, devemos fazer um desvio teórico. Pense em uma economia em que não haja qualquer sistema de previdência social — em que os trabalhadores precisam poupar para garantir sua própria aposentadoria. Agora, introduza um sistema de previdência social que coleta contribuições previdenciárias dos trabalhadores e distribui os benefícios para os aposentados. O sistema pode fazer isso de duas maneiras:

- Uma maneira consiste em tributar os trabalhadores, investindo suas contribuições em ativos financeiros e devolvendo o principal acrescido dos juros aos trabalhadores quando estes se aposentam. É o chamado **sistema de capitalização**. Em qualquer momento, o sistema tem fundos iguais às contribuições acumuladas de trabalhadores, de que o sistema será capaz de pagar benefícios a esses trabalhadores quando se aposentarem.
- Outra maneira consiste em tributar os trabalhadores e redistribuir as contribuições previdenciárias na forma de benefícios para os aposentados atuais. Esse sistema é chamado **sistema de repartição**. O sistema paga benefícios 'conforme dá para repartir', isto é, à medida que os arrecada por meio de contribuições.

Do ponto de vista dos trabalhadores, os dois sistemas são bastante semelhantes. Em ambos os casos, os trabalhadores pagam contribuições quando trabalham e recebem os benefícios quando se aposentam. Entretanto, o que eles recebem é ligeiramente diferente em cada caso.

- O que os aposentados recebem em um sistema de capitalização depende da taxa de retorno dos ativos financeiros mantidos pelo fundo.
- O que os aposentados recebem no sistema de repartição depende da demografia — a razão entre aposentados e trabalhadores — e da evolução das alíquotas de impostos determinadas pelo sistema.

Do ponto de vista da economia, contudo, os dois sistemas têm implicações muito diferentes:

- No sistema de capitalização, os trabalhadores poupam menos, porque preveem que receberão benefícios quando envelhecerem. Mas o sistema de Previdência Social poupa em nome deles, investindo suas contribuições em ativos financeiros. A presença de um sistema de previdência social muda a composição da poupança total. A poupança privada diminui e a poupança pública aumenta. Mas, para uma primeira aproximação, não há nenhum efeito sobre a poupança total e, portanto, nenhum efeito sobre a acumulação de capital.
- No sistema de repartição, os trabalhadores também poupam menos, porque preveem que receberão benefícios quando envelhecerem. Mas, nesse caso, o sistema de Previdência Social não poupa por eles. A redução na poupança privada não é compensada por um aumento da poupança pública. Há uma queda na poupança total, bem como na acumulação de capital.

A maioria dos sistemas de Previdência Social atuais encontra-se em algum ponto entre o sistema de repartição e o de capitalização. Quando a Previdência Social dos Estados Unidos foi criada, em 1935, a intenção era capitalizar o sistema parcialmente. Mas isso não ocorreu. Em vez de serem investidas, as contribuições dos trabalhadores foram usadas para pagar benefícios aos aposentados, o que é o caso desde então. Como as contribuições vêm superando ligeiramente os benefícios desde o início da década de 1980, a administração da Previdência Social criou um **fundo fiduciário** de Previdência Social. Mas esse fundo é bem menor do que o valor dos benefícios prometidos aos contribuintes atuais para quando se aposentarem. O sistema norte-americano é basicamente um sistema de repartição, e isso provavelmente levou a uma menor taxa de poupança nos Estados Unidos nos últimos 70 anos.

Nesse contexto, alguns economistas e políticos sugeriram que o governo norte-americano mudasse o sistema para um de capitalização. Um de seus argumentos era o de que a taxa de poupança dos Estados Unidos encontra-se demasiadamente reduzida e a capitalização da Previdência Social contribuiria para aumentá-la. Essa mudança poderia ser alcançada investindo-se, de agora em diante, as contribuições previdenciárias em ativos financeiros, em vez de distribuí-las como benefícios aos aposentados. Com essa mudança, o sistema acumularia fundos consistentemente e acabaria por se tornar um sistema de capitalização. Martin Feldstein, economista de Harvard e defensor da mudança, concluiu que, no longo prazo, ela levaria a um aumento de 34% no estoque de capital.

Como deveríamos pensar nessa proposta? Provavelmente teria sido uma boa ideia capitalizar o sistema desde o início. Os Estados Unidos teriam uma taxa de poupança mais alta. O estoque de capital dos Estados Unidos seria maior, e o produto e o consumo, também. Mas não podemos reescrever a história. O sistema existente prometeu benefícios aos aposentados, e essas promessas devem ser honradas. Isso significa que, sob a proposta que acabamos de descrever, os trabalhadores atuais precisariam, na verdade, contribuir duplamente. De um lado, para capitalizar o sistema e financiar sua própria aposentadoria; de outro, para financiar os benefícios devidos aos aposentados atuais. Isso imporia um custo desproporcional aos atuais trabalhadores. A implicação prática é que, se for necessária, a mudança para um sistema de capitalização deverá ser muito lenta, de modo que o ônus do ajuste não pese demais sobre uma geração em relação às demais.

É provável que o debate ainda dure algum tempo. Ao avaliar as propostas do governo e do Congresso, pergunte-se como eles lidam com a questão que acabamos de discutir. Considere, por exemplo, a proposta de permitir que os trabalhadores, a partir de agora, depositem suas contribuições previdenciárias em uma conta pessoal em vez de pagá-las para a Previdência Social e possam fazer retiradas dessa conta quando se aposentarem. Essa proposta por si resultaria claramente em um aumento da poupança privada: os trabalhadores estariam poupando mais. Mas seu efeito final sobre a poupança depende de como os benefícios já prometidos pela Previdência aos trabalhadores atuais e aos aposentados atuais serão financiados. Se, como é o caso em algumas propostas, esses benefícios forem financiados não por meio de impostos adicionais, mas por meio do financiamento por dívida, então o aumento da poupança privada será compensado por um aumento dos déficits, uma diminuição da poupança pública: a mudança para uma conta pessoal não aumentará a taxa de poupança total dos Estados Unidos. Se, por outro lado, esses benefícios forem financiados por meio de impostos mais altos, então a taxa de poupança dos Estados Unidos aumentará. Mas, nesse caso, os trabalhadores atuais tanto terão de contribuir para suas contas pessoais como pagar mais impostos. Eles acabarão pagando duas vezes.

Para acompanhar o debate sobre a Previdência Social, consulte o site apartidário da Concord Coalition (**<www.concordcoalition.org/issues/socsec/>**). (Voltaremos a algumas dessas questões no Capítulo 26.)

11.3 Uma ideia das grandezas

Que impacto uma mudança na taxa de poupança tem sobre o produto no longo prazo? Por quanto tempo e em que extensão um aumento da taxa de poupança afeta o crescimento? A que distância os Estados Unidos se encontram do nível de capital da regra de ouro? Para ter uma ideia melhor das respostas a essas questões, vamos fazer algumas hipóteses mais específicas, inserir alguns números e ver o resultado.

Suponha que a função de produção seja dada por

$$Y = \sqrt{K}\sqrt{N} \tag{11.6}$$

Observe que esta função de produção apresenta retornos constantes de escala e rendimentos decrescentes tanto do capital quanto do trabalho.

O produto é igual à multiplicação da raiz quadrada do capital pela raiz quadrada do trabalho. (Uma especificação mais geral da função de produção, conhecida como função de produção de Cobb-Douglas, e suas implicações para o crescimento são apresentadas no apêndice deste capítulo.)

Dividindo ambos os lados por N (porque estamos interessados no produto por trabalhador), obtemos

$$\frac{Y}{N} = \frac{\sqrt{K}\sqrt{N}}{N} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{K}{N}}$$

A segunda igualdade vem de $\sqrt{K/N} = \sqrt{N}/N$ $(\sqrt{N}\sqrt{N}) = 1/\sqrt{N}$.

O produto por trabalhador é igual à raiz quadrada do capital por trabalhador. Dito de outra maneira, a função de produção, f, que relaciona o produto por trabalhador ao capital por trabalhador, é dada por

$$f\left(\frac{K_t}{N}\right) = \sqrt{\frac{K_t}{N}}$$

Substituindo $f(K_t/N)$ por $\sqrt{K_t/N}$ na equação (11.3), temos

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\sqrt{\frac{K_t}{N}} - \delta\frac{K_t}{N} \tag{11.7}$$

Essa equação descreve a evolução do capital por trabalhador ao longo do tempo. Vamos examinar suas implicações.

Efeitos da taxa de poupança sobre o produto no estado estacionário

Qual o impacto de um aumento da taxa de poupança sobre o nível do produto por trabalhador no estado estacionário?

Vamos começar pela equação (11.7). No estado estacionário, o montante de capital por trabalhador é constante, portanto, o lado esquerdo da equação é igual a zero. Isso implica que

$$s\sqrt{\frac{K^*}{N}} = \delta\left(\frac{K^*}{N}\right)$$

(Retirei os índices temporais, que não são mais necessários, pois no estado estacionário *K/N* é constante. O asterisco é para lembrá-lo de que estamos examinando o valor do capital no estado estacionário.) Eleve ambos os lados ao quadrado para obter

$$s^2\,\frac{K^*}{N} = \delta^2\left(\frac{K^*}{N}\right)^2$$

Divida ambos os lados por (K/N) e reorganize:

$$\frac{K^*}{N} = \left(\frac{s}{\delta}\right)^2 \tag{11.8}$$

O capital por trabalhador em estado estacionário é igual ao quadrado da razão entre a taxa de poupança e a taxa de depreciação.

Com base nas equações (11.6) e (11.8), o produto por trabalhador em estado estacionário é dado por

$$\frac{Y^*}{N} = \sqrt{\frac{K^*}{N}} = \sqrt{\left(\frac{s}{\delta}\right)^2} = \frac{s}{\delta} \tag{11.9}$$

O produto por trabalhador no estado estacionário é igual à razão entre a taxa de poupança e a taxa de depreciação.

Uma taxa de poupança maior e uma depreciação menor levam a um maior capital por trabalhador no estado estacionário [equação (11.8)] e a um maior produto por trabalhador no estado estacionário [equação (11.9)]. Para ver o que isso significa, um exemplo numérico. Suponha que a taxa de depreciação seja de 10% ao ano e que a taxa de poupança também seja de 10%. Então, das equações (11.8) e (11.9), vemos que o capital por trabalhador e o produto por trabalhador no estado estacionário são ambos iguais a 1. Agora, suponha que a taxa de poupança dobre de 10% para 20%. Segue-se, da equação (11.8), que, no novo estado estacionário, o capital por trabalhador aumenta de 1 para 4. E, da equação (11.9), que o produto por trabalhador dobra, de 1 para 2. Portanto, a duplicação da taxa de poupança leva, no longo prazo, à duplicação do produto por trabalhador. Esse é um efeito substancial.

Efeitos dinâmicos de um aumento da taxa de poupança

Acabamos de ver que um aumento da taxa de poupança leva a um aumento do nível de produto no estado estacionário. Mas quanto tempo leva para que o produto atinja seu novo nível de estado estacionário? Dito de outra maneira, em que extensão e por quanto tempo um aumento da taxa de poupança afeta a taxa de crescimento?

Para responder a essas perguntas, devemos utilizar a equação (11.7) e resolvê-la para o capital por trabalhador no Ano 0, no Ano 1, e assim por diante.

Suponha que a taxa de poupança, que sempre foi igual a 10%, aumente no Ano 0 de 10% para 20% e mantenha-se no valor mais alto para sempre a partir daí. No Ano 0, nada acontece com o estoque de capital (lembre-se de que leva um ano para que poupança mais alta e investimento mais alto se manifestem em um capital mais alto). Portanto, o capital por trabalhador permanece igual ao valor no estado estacionário associado a uma taxa de poupança de 0,1. Da equação (11.8),

$$\frac{K_0}{N} = (0{,}1/0{,}1)^2 = 1^2 = 1$$

No Ano 1, a equação (11.7) nos dá

$$\frac{K_1}{N} - \frac{K_0}{N} = s\sqrt{\frac{K_0}{N}} - \delta\frac{K_0}{N}$$

Com uma taxa de depreciação igual a 0,1 e uma taxa de poupança agora igual a 0,2, essa equação implica que:

$$\frac{K_1}{N} - 1 = [(0{,}2)(\sqrt{1})] - [(0{,}1)1]$$

portanto,

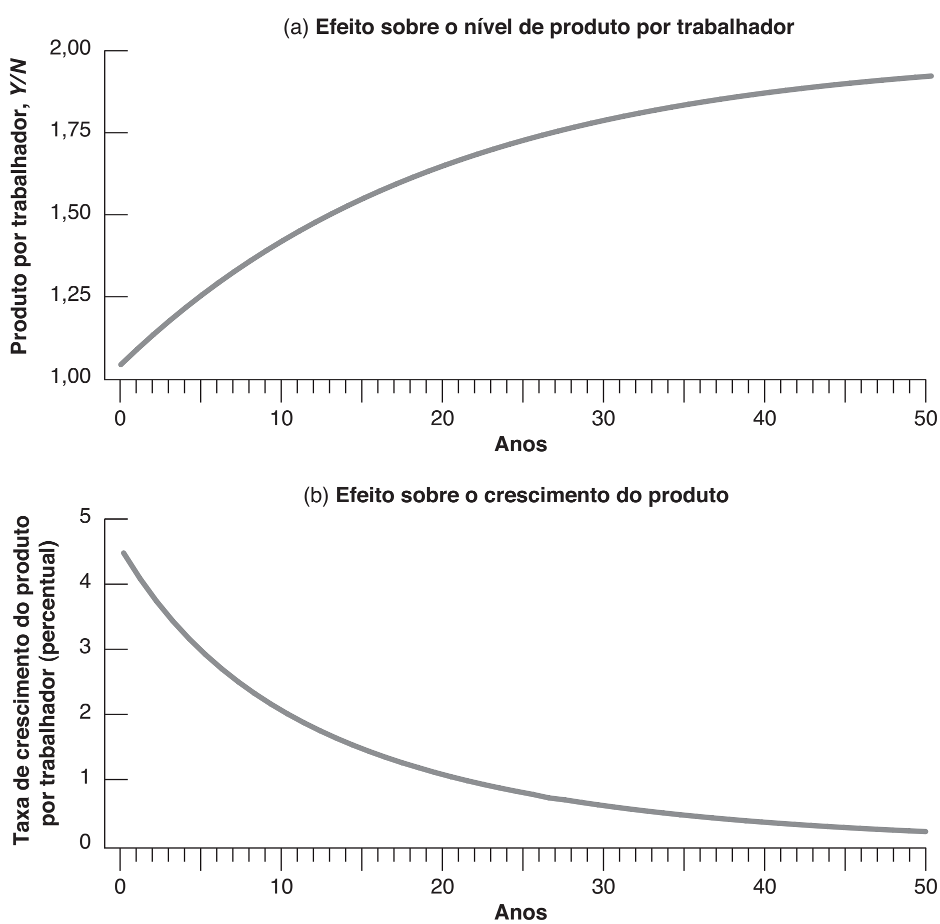
$$\frac{K_1}{N} = 1{,}1$$

Do mesmo modo, podemos resolver para K_2/N, e assim por diante. Uma vez determinados os valores do capital por trabalhador no Ano 0, no Ano 1 etc., podemos então usar a equação (11.6) a fim de resolver para o produto por trabalhador no Ano 0, no Ano 1 e assim por diante. Os resultados desse cálculo são apresentados na Figura 11.7. A Figura 11.7(a) mostra o *nível* do produto por trabalhador contra o tempo. (Y/N) aumenta ao longo do tempo, de seu valor inicial igual a 1 no Ano 0 para seu valor no estado estacionário igual a 2 no longo prazo. A Figura 11.7(b) fornece a mesma informação de um modo diferente,

FIGURA 11.7

Efeitos dinâmicos de um aumento da taxa de poupança de 10% para 20% sobre o nível e a taxa de crescimento do produto por trabalhador

É preciso muito tempo para que o produto se ajuste a seu novo nível mais elevado após o aumento da taxa de poupança. Dito de outra maneira, um aumento da taxa de poupança leva a um longo período de crescimento maior.



mostrando a *taxa de crescimento* do produto por trabalhador contra o tempo. Como a Figura 11.7(b) mostra, o crescimento do produto por trabalhador é maior no início e depois diminui ao longo do tempo. À medida que a economia atinge seu novo estado estacionário, o crescimento do produto por trabalhador volta a zero.

A diferença entre investimento e depreciação é maior inicialmente. É por isso que a acumulação de capital e, por sua vez, o crescimento do produto, são mais altos inicialmente.

O que a Figura 11.7 mostra com clareza é que o ajuste para o novo equilíbrio de longo prazo, mais elevado, leva muito tempo. O ajuste tem apenas 40% completos após 10 anos e 63% completos após 20 anos. Dito de outra maneira, o aumento da taxa de poupança aumenta a taxa de crescimento do produto por trabalhador por muito tempo. A taxa média anual de crescimento é de 3,1% nos primeiros 10 anos e de 1,5% nos 10 anos seguintes. Embora as mudanças na taxa de poupança não tenham qualquer efeito sobre o crescimento no longo prazo, elas certamente levam a um crescimento maior por muito tempo.

Voltando à questão levantada no início do capítulo, a baixa taxa de poupança/investimento nos Estados Unidos pode explicar por que a taxa de crescimento dos Estados Unidos tem sido tão pequena — em relação aos demais países da OCDE — desde 1950? A resposta seria sim se os Estados Unidos tivessem possuído uma taxa de poupança mais alta no passado e *se essa taxa de poupança tivesse caído substancialmente nos últimos 50 anos*. Se esse fosse o caso, ela poderia explicar o período de crescimento menor nos Estados Unidos nos últimos 50 anos nas linhas do mecanismo da Figura 11.7 (com o sinal invertido, pois estaríamos observando uma redução, e não um aumento, da taxa de poupança). Mas não é esse o caso. A taxa de poupança dos Estados Unidos está baixa há muito tempo. A poupança baixa não pode explicar o mau desempenho do crescimento dos Estados Unidos ao longo dos últimos 50 anos.

A taxa de poupança dos Estados Unidos e a regra de ouro

Que taxa de poupança maximizaria o consumo por trabalhador no estado estacionário? Lembre-se de que, no estado estacionário, o consumo é igual ao que sobrou depois que um montante suficiente foi reservado para manter um nível constante de capital. Mais formalmente, no estado estacionário, o consumo por trabalhador é igual ao produto por trabalhador menos a depreciação por trabalhador:

$$\frac{C}{N} = \frac{Y}{N} - \delta\frac{K}{N}$$

Usando as equações (11.8) e (11.9) para os valores do produto por trabalhador e do capital por trabalhador, ambos no estado estacionário, temos que o consumo por trabalhador é dado por

$$\frac{C}{N} = \frac{s}{\delta} - \delta\left(\frac{s}{\delta}\right)^2 = \frac{s(1-s)}{\delta}$$

Utilizando essa equação junto com as equações (11.8) e (11.9), a Tabela 11.1 nos dá os valores no estado estacionário do capital por trabalhador, do produto por trabalhador e do

TABELA 11.1 A taxa de poupança e os níveis de estado estacionário do capital, do produto e do consumo por trabalhador

Taxa de poupança s	*Capital por trabalhador (K/N)*	*Produto por trabalhador (Y/N)*	*Consumo por trabalhador (C/N)*
0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	1,0	1,0	0,9
0,2	4,0	2,0	1,6
0,3	9,0	3,0	2,1
0,4	16,0	4,0	2,4
0,5	25,0	5,0	2,5
0,6	36,0	6,0	2,4
—	—	—	—
1,0	100,0	10,0	0,0

Teste sua compreensão acerca dessas questões. Usando as equações desta seção, discuta os prós e os contras de medidas de política econômica destinadas a aumentar a taxa de poupança dos Estados Unidos.

consumo por trabalhador para valores diferentes da taxa de poupança (e para uma taxa de depreciação igual a 10%).

O consumo por trabalhador no estado estacionário é máximo quando s é igual a 0,5. Em outras palavras, o nível de capital da regra de ouro está associado a uma taxa de poupança de 50%. Abaixo desse nível, aumentos da taxa de poupança levam a um aumento do consumo por trabalhador no longo prazo. Vimos anteriormente que a taxa média de poupança dos Estados Unidos desde 1950 é de somente 17%. Portanto, podemos acreditar que, ao menos nos Estados Unidos, um aumento da taxa de poupança aumentaria o produto por trabalhador e o consumo por trabalhador no longo prazo.

11.4 Capital físico *versus* capital humano

Até agora nos concentramos no capital físico — em máquinas, fábricas, prédios de escritórios, e assim por diante. Mas as economias possuem outro tipo de capital: o conjunto de habilidades dos trabalhadores na economia, ou o que os economistas chamam de **capital humano**. Uma economia com muitos trabalhadores altamente qualificados provavelmente será muito mais produtiva do que uma economia em que a maioria dos trabalhadores é analfabeta.

Nos últimos dois séculos, o aumento do capital humano tem sido tão grande quanto o aumento do capital físico. No início da Revolução Industrial, somente 30% da população dos países que hoje constituem a OCDE sabia ler. Hoje, a taxa de alfabetização nos países da OCDE situa-se acima de 95%. O estudo não era compulsório antes da Revolução Industrial. Atualmente é obrigatório, em geral até os 16 anos. Mesmo assim, há grandes diferenças entre os países. Hoje, nos países da OCDE, praticamente 100% das crianças recebem ensino primário, 90% recebem ensino secundário e 38% recebem ensino superior. Os percentuais nos países pobres — os países com PIB *per capita* inferior a US$ 400 — são 95%, 32% e 4%, respectivamente.

Mesmo essa comparação pode ser enganosa, pois a qualidade da educação pode ser completamente diferente entre os países.

Como podemos pensar no efeito do capital humano sobre o produto? Como a introdução do capital humano muda nossas conclusões anteriores? Essas são as questões que examinaremos nesta seção final.

Ampliando a função de produção

O modo mais natural de ampliar nossa análise para considerar o capital humano é modificar a relação da função de produção (11.1) para

$$\frac{Y}{N} = f\left(\underset{(+,\,+)}{\frac{K}{N}, \frac{H}{N}}\right) \tag{11.10}$$

O nível de produto por trabalhador depende tanto do nível de capital físico por trabalhador (K/N) quanto do nível de capital humano por trabalhador (H/N). Assim como antes, um aumento do capital por trabalhador (K/N) leva a um aumento do produto por trabalhador. E um aumento do nível médio de qualificação (H/N) também leva a um maior produto por trabalhador. Trabalhadores mais qualificados podem realizar tarefas mais complexas; lidam mais facilmente com complicações inesperadas. Tudo isso leva a um produto por trabalhador maior.

Observe que estamos usando o mesmo símbolo, H, para representar a base monetária no Capítulo 4 e o capital humano neste capítulo. Os dois usos são tradicionais. Não vá se confundir.

Supusemos anteriormente que aumentos do capital físico por trabalhador aumentavam o produto por trabalhador, mas que o efeito diminuía à medida que o nível de capital por trabalhador aumentava. Podemos fazer a mesma hipótese para o capital humano por trabalhador. Pense em aumentos de H/N como resultado de aumentos do número de anos de educação. A evidência mostra que os retornos do aumento da proporção de crianças que recebem ensino primário são muito grandes. No mínimo, a capacidade de ler e escrever permite que as pessoas utilizem equipamentos mais sofisticados e produtivos. Para os países ricos, no entanto, o ensino primário — e, nesse caso, também o ensino secundário — não constitui mais uma vantagem relevante. A maioria das crianças recebe ambos. A vantagem relevante está agora no ensino superior. Tenho certeza de que você gostará de saber que as evidências mostram que o ensino superior aumenta as habilidades das pessoas, pelo menos quando medidas pelo aumento dos salários daqueles que adquirem essas habilidades. Mas, tomando um exemplo extremo, não está claro que o fato de obrigar todos a obter um diploma de curso superior vá aumentar muito o produto agregado. Muitas pessoas estariam 'sobrequalificadas' e, provavelmente, mais frustradas em vez de mais produtivas.

Examinaremos essa evidência no Capítulo 13.

Como deveríamos construir a medida do capital humano, H? A resposta é: em grande parte, da mesma maneira como elaboramos a medida do capital físico, K. Ao construir K, apenas somamos os valores dos diferentes componentes do capital, de modo que um equipamento que custe US$ 2.000 receba o dobro do peso de uma máquina que custe US$ 1.000. De maneira semelhante, construímos a medida de H de maneira que os trabalhadores que ganham o dobro possuam o dobro do peso. Considere, por exemplo, uma economia com 100 trabalhadores, metade dos quais é não qualificada e metade dos quais é qualificada. Suponhamos que o salário relativo dos trabalhadores qualificados seja o dobro do salário dos trabalhadores não qualificados. Podemos, então, construir H como $[(50 \times 1) + (50 \times 2)] = 150$. O capital humano por trabalhador, H/N, é igual a $150/100 = 1{,}5$.

O uso de salários relativos como peso baseia-se na ideia de que eles refletiriam os produtos marginais relativos. Supõe-se que um trabalhador com salário três vezes superior a outro tenha um produto marginal três vezes maior.

Uma questão, contudo, seria saber se os salários relativos refletem com precisão os produtos marginais relativos. Tome um exemplo controverso: ocupando o mesmo cargo, com o mesmo tempo de serviço, as mulheres frequentemente ganham menos do que os homens. Isso significa que seu produto marginal é menor? Na elaboração de uma medida de capital humano, as mulheres deveriam receber um peso menor do que os homens?

Capital humano, capital físico e produto

Como a introdução do capital humano altera a análise das seções anteriores?

Nossas conclusões a respeito da *acumulação do capital físico* permanecem válidas. Um aumento da taxa de poupança aumenta o capital físico por trabalhador no estado estacionário e, portanto, aumenta o produto por trabalhador. Mas agora nossas conclusões se estendem também à *acumulação de capital humano*. Um aumento de quanto a sociedade 'poupa' sob a forma de capital humano — por meio da educação ou do treinamento no trabalho — aumenta o capital humano por trabalhador no estado estacionário, que leva a um aumento do produto por trabalhador. Nosso modelo ampliado fornece um quadro mais detalhado da determinação do produto por trabalhador. No longo prazo, o modelo mostra que o produto por trabalhador depende tanto de quanto a sociedade poupa como de quanto gasta com educação.

Qual é a importância relativa do capital humano e do capital físico na determinação do produto por trabalhador? Um ponto de partida é comparar quanto se gasta em educação formal com quanto se investe em capital físico. Nos Estados Unidos, os gastos com educação formal representam cerca de 6,5% do PIB. Esse percentual inclui tanto os gastos do governo com educação quanto os gastos pessoais privados com educação. Está entre 1/3 e metade da taxa de investimento bruto em capital físico (que é de aproximadamente 16%). Mas essa comparação é apenas um primeiro passo. Considere as seguintes complicações:

- A educação, sobretudo o ensino superior, é em parte consumo — em seu próprio benefício — e em parte investimento. Para nossos objetivos, devemos incluir apenas a parte relativa ao investimento. No entanto, os 6,5% do parágrafo anterior incluem ambos.
- Pelo menos para o ensino pós-secundário, o custo de oportunidade da educação de uma pessoa são os salários aos quais se renunciam enquanto se adquire a educação. O gasto com educação deve incluir não apenas o custo efetivo da educação, mas também esse custo de oportunidade. Os 6,5% não incluem esse custo de oportunidade.

Qual é seu custo de oportunidade em relação a seus gastos com faculdade?

- A educação formal é apenas parte da educação. Muito do que aprendemos vem do treinamento no trabalho, seja ele formal, seja informal. Tanto os custos efetivos quanto os custos de oportunidade do treinamento no trabalho também deveriam ser incluídos. Os 6,5% não incluem os custos associados ao treinamento no trabalho.
- Devemos comparar as taxas de investimento líquidas da depreciação. A depreciação do capital físico, em especial das máquinas, provavelmente é maior do que a depreciação do capital humano. As habilidades deterioram-se, mas de forma mais lenta. E diferentemente do capital físico, quanto mais usadas, mais demoram para se deteriorarem.

Por todos esses motivos, é difícil obter números confiáveis para o investimento em capital humano. Estudos recentes concluem que os investimentos em capital físico e em educação desempenham papéis aproximadamente semelhantes na determinação do produto. Isso significa que o produto por trabalhador depende de modo aproximadamente igual do montante de capital físico e do montante de capital humano da economia. Os países que poupam mais ou gastam mais com educação podem alcançar níveis de produto por trabalhador no estado estacionário substancialmente maiores.

Crescimento endógeno

Observe o que nossa conclusão disse e o que não disse. Ela disse que um país que poupa mais ou gasta mais com educação alcançará um *nível mais alto* de produto por trabalhador no estado estacionário. Ela não disse que ao poupar ou ao gastar mais com educação um país poderá sustentar permanentemente um *crescimento maior* do produto por trabalhador.

Essa conclusão, no entanto, foi desafiada nas últimas duas décadas. Seguindo Robert Lucas e Paul Romer, pesquisadores têm explorado a possibilidade de que a acumulação conjunta de capital físico e capital humano pode de fato ser suficiente para sustentar o crescimento. Dado o capital humano, aumentos de capital físico produzirão rendimentos decrescentes. E, dado o capital físico, aumentos de capital humano também produzirão rendimentos decrescentes. Mas esses pesquisadores perguntaram: o que ocorre quando o capital físico e o capital humano aumentam ao mesmo tempo? Uma economia pode crescer para sempre apenas com o aumento constante do capital e dos trabalhadores mais qualificados?

Já mencionamos Lucas uma vez, por ocasião da crítica de Lucas, no Capítulo 9.

Os modelos que geram um crescimento contínuo mesmo sem progresso tecnológico são chamados de **modelos de crescimento endógeno**, para refletir o fato de que, nesses modelos — ao contrário do modelo que vimos em seções anteriores deste capítulo —, a taxa de crescimento depende, mesmo no longo prazo, de variáveis como a taxa de poupança e a taxa de gastos com educação. O veredicto sobre essa classe de modelos ainda não foi dado, mas até agora tudo indica que nossas conclusões anteriores devam ser qualificadas, mas não abandonadas. O consenso atual é o de que:

- O produto por trabalhador depende dos níveis de capital físico por trabalhador e de capital humano por trabalhador. Ambas as formas de capital podem ser acumuladas — uma pelo investimento físico; outra, por educação e treinamento. O aumento da taxa de poupança ou da fração do produto gasta em educação e treinamento pode levar a níveis bem mais altos de produto por trabalhador no longo prazo. Entretanto, dada a taxa de progresso tecnológico, essas medidas não levam a uma taxa de crescimento permanentemente maior.
- Observe a qualificação da última proposição: *dada a taxa de progresso tecnológico*. Mas será que o progresso tecnológico não tem relação com o nível de capital humano da economia? Uma força de trabalho mais instruída pode levar a uma taxa de progresso tecnológico maior? Essas questões nos remetem ao tema do próximo capítulo, as fontes e os efeitos do progresso tecnológico.

RESUMO

- No longo prazo, a evolução do produto é determinada por duas relações. (Para facilitar a leitura deste resumo, omitirei a expressão '*por trabalhador*'.) Primeiro, o nível de produto depende do montante de capital. Segundo, a acumulação de capital depende do nível do produto, que determina a poupança e o investimento.
- Essas interações entre capital e produto conduzem, a partir de qualquer nível de capital (e ignorando o progresso tecnológico, tema do Capítulo 12), a uma economia que converge, no longo prazo, para um nível de capital de *estado estacionário* (constante). Associado a esse nível de capital há um nível de produto de estado estacionário.
- O nível de capital no estado estacionário e, portanto, o nível de produto no estado estacionário, dependem positivamente da taxa de poupança. Uma taxa de poupança mais alta leva a um nível de produto no estado estacionário mais elevado; durante a transição para o novo estado estacionário, uma taxa de poupança mais alta leva a um crescimento positivo do produto. Mas, (novamente ignorando o progresso tecnológico) no longo prazo, a taxa de crescimento do produto é igual a zero e, portanto, não depende da taxa de poupança.
- Um aumento da taxa de poupança requer uma diminuição inicial do consumo. No longo prazo, o aumento da taxa de poupança pode levar a um aumento ou a uma diminuição do consumo, dependendo de a economia se encontrar abaixo ou acima do *nível de capital da regra de ouro*, o nível de capital ao qual o consumo no estado estacionário é mais elevado.
- A maioria dos países tem um nível de capital abaixo do nível da regra de ouro. Assim, um aumento da taxa de poupança leva a uma diminuição inicial do consumo seguida de um aumento do consumo no longo prazo. Ao considerar sobre implementar ou não medidas de política econômica destinadas a alterar a taxa de poupança de um país, os formuladores da política econômica devem decidir que peso atribuir ao bem-estar das gerações atuais *versus* o bem-estar das gerações futuras.
- Embora a maior parte da análise deste capítulo concentre-se nos efeitos da acumulação de capital físico, o produto depende dos níveis de capital físico *e* humano. Ambas as formas de capital podem ser acumuladas — uma por meio do investimento; outra, por educação e treinamento. O aumento da taxa de poupança ou da fração do produto gasta com educação e treinamento pode levar a aumentos substanciais do produto no longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE

- taxa de poupança, 200
- estado estacionário, 206
- nível de capital da regra de ouro, 210
- fundo fiduciário, 211
- sistema de capitalização, 211
- sistema de repartição, 211
- capital humano, 216
- modelos de crescimento endógeno, 218

QUESTÕES E PROBLEMAS

Teste rápido

1. Usando as informações contidas neste capítulo, diga se cada afirmação a seguir é *verdadeira*, *falsa* ou *incerta*. Explique brevemente.
   a. A taxa de poupança é sempre igual à taxa de investimento.
   b. Uma taxa de investimento mais alta pode sustentar um crescimento maior do produto para sempre.
   c. Se o capital nunca se depreciasse, o crescimento poderia prosseguir para sempre.
   d. Quanto mais elevada a taxa de poupança, maior o consumo no estado estacionário.
   e. Deveríamos transformar a Previdência Social de um sistema de repartição a um sistema de capitalização. Isso aumentaria o consumo, agora e no futuro.
   f. O estoque de capital dos Estados Unidos está bem abaixo do nível da regra de ouro. O governo deveria conceder isenções de impostos para a poupança porque o estoque de capital dos Estados Unidos está muito abaixo do nível da regra de ouro.
   g. A educação aumenta o capital humano e, desse modo, o produto. Assim, os governos deveriam subsidiar a educação.
2. Considere a seguinte afirmação: "O modelo de Solow mostra que a taxa de poupança não afeta a taxa de crescimento no longo prazo; portanto, devemos parar de nos preocupar com a baixa taxa de poupança nos Estados Unidos. O aumento de tal taxa não teria efeito importante algum na economia". Você concorda ou discorda?
3. No Capítulo 3, vimos que um aumento da taxa de poupança pode levar a uma recessão no curto prazo (ou seja, o paradoxo da poupança). Examinamos os efeitos no médio prazo em um problema no final do Capítulo 7. Podemos agora examinar o efeito de um aumento da taxa de poupança no longo prazo.

   Utilizando o modelo apresentado neste capítulo, responda qual é o efeito provável de um aumento da taxa de poupança sobre o produto por trabalhador após uma década? E após cinco décadas?

Aprofundando

4. Discuta o efeito provável sobre nível do produto por pessoa no longo prazo de cada uma das seguintes alterações:
   a. O direito de excluir a poupança da renda no cálculo do imposto de renda.
   b. Uma maior taxa de atividade das mulheres no mercado de trabalho (mantida constante a população).
5. Suponha que os Estados Unidos mudasse seu sistema de Previdência Social e passasse, do sistema de repartição, para o sistema de capitalização. Além disso, suponha que o país financiasse a transição sem empréstimos governamentais adicionais. Como tal mudança para o sistema de capitalização afetaria o nível e a taxa de crescimento do produto por trabalhador no longo prazo?
6. Suponha que a função de produção seja dada por

$$Y = 0{,}5\sqrt{K}\sqrt{N}$$

   a. Derive os níveis no estado estacionário do produto por trabalhador e do capital por trabalhador em termos da taxa de poupança, s, e da taxa de depreciação, δ.
   b. Derive a equação para produto por trabalhador no estado estacionário e consumo por trabalhador no estado estacionário em term0os de s e δ.
   c. Suponha que $\delta = 0{,}05$. Com o auxílio de sua planilha preferida, calcule o produto por trabalhador no estado estacionário e o consumo por trabalhador no estado estacionário para $s = 0$, $s = 0{,}1$, $s = 0{,}2$, ..., $s = 1$. Explique o raciocínio por trás dos seus resultados.
   d. Use sua planilha favorita para fazer um gráfico do nível do produto por trabalhador no estado estacionário e do nível do consumo por trabalhador no estado estacionário, ambos como função da taxa de poupança (isto é, medindo a taxa de poupança no eixo horizontal do gráfico e os valores correspondentes do produto por trabalhador e do consumo por trabalhador no eixo vertical).
   e. O gráfico mostra que existe um valor de s que maximiza o produto por trabalhador? O gráfico mostra que existe um valor de s que maximiza o consumo por trabalhador? Se existe, qual é esse valor?
7. A função de produção Cobb-Douglas e o estado estacionário. (Esta questão baseia-se no material do Apêndice deste capítulo.) Suponha que a produção da economia seja dada por

$$Y = K^{\alpha}N^{1-\alpha}$$

   e considere que $\alpha = 1/3$.
   a. Essa função de produção é caracterizada por retornos constantes de escala? Explique.

b. Há rendimentos decrescentes do capital?

c. Há rendimentos decrescentes do trabalho?

d. Transforme a função de produção em uma relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador.

e. Para uma dada taxa de poupança (s) e uma taxa de depreciação (δ), obtenha uma expressão para o capital por trabalhador no estado estacionário.

f. Obtenha uma expressão para o produto por trabalhador no estado estacionário.

g. Resolva para o nível de produto por trabalhador no estado estacionário quando $\delta = 0{,}08$ e $s = 0{,}32$.

h. Suponha que a taxa de depreciação permaneça constante em $\delta = 0{,}08$, enquanto a taxa de poupança se reduz pela metade, para $s = 0{,}16$. Qual é o novo nível de produto por trabalhador no estado estacionário?

8. Continuando a lógica da questão 7, suponha que a função de produção da economia seja dada por $Y = K^{1/3}N^{2/3}$ e que tanto a taxa de poupança, s, quanto a taxa de depreciação, δ, sejam iguais a 0,10.

a. Qual é o nível de capital por trabalhador no estado estacionário?

b. Qual é o nível de produto por trabalhador no estado estacionário?

Suponha que a economia esteja no estado estacionário e que, no período t, a taxa de depreciação aumente permanentemente de 0,10 para 0,20.

c. Quais serão os novos níveis de capital por trabalhador e de produto por trabalhador no estado estacionário?

d. Calcule a trajetória do capital por trabalhador e do produto por trabalhador ao longo dos três primeiros períodos após a mudança na taxa de depreciação.

9. Déficits e o estoque de capital.

Para a função de produção, $Y = \sqrt{K}\sqrt{N}$, a equação (11.8) fornece a solução para o estoque de capital no estado estacionário.

a. Mostre novamente os passos no texto que derivam a equação (11.8).

b. Suponha que a taxa de poupança, s, seja inicialmente de 15% ao ano e que a taxa de depreciação, δ, seja de 7,5%. Qual é o estoque de capital por trabalhador no estado estacionário? Qual é o produto por trabalhador no estado estacionário?

c. Suponha que haja um déficit do governo de 5% do PIB e que o governo elimine esse déficit. Suponha que a poupança privada permaneça inalterada de modo que a poupança nacional aumente para 20%. Qual é o novo estoque de capital por trabalhador no estado estacionário? Qual é o novo produto por trabalhador no estado estacionário? Como isso se compara à sua resposta no item (b)?

Explorando mais

10. Poupança dos Estados Unidos.

Esta questão segue a lógica da questão 9 para explorar as implicações do déficit orçamentário dos Estados Unidos para o estoque de capital no longo prazo. A questão supõe que os Estados Unidos terão um déficit orçamentário ao longo da vida desta edição do livro.

a. Acesse a publicação mais recente do Economic Report of the President (**<www.gpoaccess.gov/eop>**). Na Tabela B-32, obtenha os dados sobre a poupança nacional bruta do ano mais recente disponível. Na Tabela B-1, obtenha os dados sobre o PIB dos Estados Unidos para o mesmo ano. Qual é a taxa de poupança nacional como porcentagem do PIB? Usando a taxa de depreciação e a lógica da questão 9, qual seria o estoque de capital por trabalhador no estado estacionário? Qual seria o produto por trabalhador no estado estacionário?

b. Na Tabela B-79 do Economic Report of the President obtenha o dado sobre o déficit orçamentário federal como porcentagem do PIB para o ano correspondente aos dados do item (a). Mais uma vez usando o raciocínio da questão 9, suponha que o déficit orçamentário federal tivesse sido eliminado e não houvesse qualquer mudança na poupança privada. Qual seria o efeito sobre o estoque de capital por trabalhador no longo prazo? E sobre o produto por trabalhador no longo prazo?

LEITURA ADICIONAL

- O tratamento clássico da relação entre taxa de poupança e produto é o de Robert Solow em *Growth theory: an exposition — Second Edition.* Nova York, Oxford University Press, 1970.
- Uma discussão de leitura fácil sobre se e como aumentar a poupança e melhorar a educação nos Estados Unidos pode ser encontrada nos memorandos 23 a 27 em *Memos to the president: a guide through macroeconomics for the busy policymaker*, de Charles Schultze (presidente do Conselho de Assessores Econômicos no governo Carter). Washington, DC: Brookings Institution, 1992.

APÊNDICE: A função de produção Cobb–Douglas e o estado estacionário

Em 1928, Charles Cobb (matemático) e Paul Douglas (economista que se tornou senador dos Estados Unidos) concluíram que a função de produção a seguir proporcionava uma descrição muito boa da relação entre produto, capital físico e trabalho nos Estados Unidos, no período de 1899 a 1922:

$$Y = K^{\alpha}N^{1-\alpha} \qquad (11A.1)$$

sendo α um número entre 0 e 1. Suas descobertas se mostraram surpreendentemente robustas. Mesmo hoje, a função de produção (11.A1), agora conhecida como **função de produção Cobb–Douglas**, ainda proporciona uma boa descrição da relação entre produto, capital e trabalho nos Estados Unidos e se tornou uma ferramenta padrão para os economistas. (Verifique você mesmo se ela satisfaz as duas propriedades que discutimos no texto: retornos constantes de escala e rendimentos decrescentes do capital e do trabalho.)

A finalidade deste apêndice é descrever o estado estacionário de uma economia quando a função de produção é dada por (11A.1). (Tudo o que você precisa para acompanhar os passos é conhecer as propriedades de exponenciais.)

Lembre-se de que, no estado estacionário, a poupança por trabalhador deve ser igual à depreciação por trabalhador. Vejamos o que isso implica:

- Para derivar a poupança por trabalhador, devemos derivar, em primeiro lugar, a relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador resultante da equação (11A.1). Divida ambos os lados da equação (11A.1) por N:

  $$Y/N = K^{\alpha}N^{1-\alpha}/N$$

  usando as propriedades de exponenciais

  $$N^{1-\alpha}/N = N^{1-\alpha}N^{-1} = N^{-\alpha}$$

  portanto, substituindo na equação anterior, temos

  $$Y/N = K^{\alpha}N^{-\alpha} = (K/N)^{\alpha}$$

  O produto por trabalhador, Y/N, é igual à razão capital por trabalhador, K/N, elevada à potência α.

  A poupança por trabalhador é igual à taxa de poupança multiplicada pelo produto por trabalhador. Portanto, usando a equação anterior, ela é igual a

  $$s(K^*/N)^{\alpha}$$

- A depreciação por trabalhador é igual à taxa de depreciação multiplicada pelo capital por trabalhador:

  $$\delta(K^*/N)$$

- O nível de capital no estado estacionário, K^*, é determinado pela condição de que a poupança por trabalhador seja igual à depreciação por trabalhador; portanto,

  $$s(K^*/N)^{\alpha} = \delta(K^*/N)$$

  Para resolver esta expressão para o nível de capital por trabalhador no estado estacionário, K^*/N, divida ambos os lados por $(K^*/N)\alpha$:

  $$s = \delta(K^*/N)^{1-\alpha}$$

  Divida ambos os lados por δ e mude a ordem da igualdade:

  $$(K^*/N)^{1-\alpha} = s/\delta$$

  Finalmente, eleve ambos os lados à potência $1/(1-\alpha)$:

  $$(K^*/N) = (s/\delta)^{1/(1-\alpha)}$$

  Isso dá o nível de capital por trabalhador em estado estacionário.

  Da função de produção, o nível de produto por trabalhador no estado estacionário é, então, igual a

  $$(Y^*/N) = (K/N^{\alpha}) = (s/\delta)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

  Vejamos o que essa última equação implica.

- No texto, efetivamente trabalhamos com um caso especial da equação (11A.1), o caso em que $\alpha = 0{,}5$. (Elevar uma variável à potência 0,5 é o mesmo que tirar a raiz quadrada da variável.) *Se* $\alpha = 0{,}5$, a equação anterior significa

  $$Y^*/N = s/\delta$$

  O produto por trabalhador é igual à razão entre a taxa de poupança e a taxa de depreciação. Essa é a equação que discutimos no texto. Dobrar a taxa de poupança leva a dobrar o produto por trabalhador no estado estacionário.

- A evidência empírica sugere, entretanto, que, se pensarmos em K como capital físico, α estará mais próximo de 1/3 do que 1/2. Supondo que $\alpha = 1/3$, então $\alpha(1-\alpha) = (1/3)/[1-(1/3)] = (1/3)/(2/3) = 1/2$, e a equação do produto por trabalhador produz

  $$Y^*/N = (s/\delta)^{1/2} = \sqrt{s/\delta}$$

  Isso implica efeitos menores da taxa de poupança sobre o produto por trabalhador do que foi sugerido pelos cálculos no texto. Dobrar a taxa de poupança, por exemplo, significa que o produto por trabalhador aumenta por um fator de $\sqrt{2}$, ou apenas cerca de 1,4 (dito de outra maneira, um aumento de 40% no produto por trabalhador).

- Há, no entanto, uma interpretação de nosso modelo em que o valor apropriado de α é próximo de 1/2, tornando, assim, os cálculos do texto aplicáveis. Se, ao longo das linhas da Seção 11.4, levarmos em conta tanto o capital humano quanto o físico, então um valor de α em torno de 1/2 para a contribuição dessa definição mais ampla de capital para o produto é de fato razoavelmente apropriado. Portanto, uma interpretação dos resultados numéricos da Seção 11.3 é que eles mostram os efeitos de uma dada taxa de poupança, mas aquela poupança deve ser interpretada para incluir poupança tanto no capital físico quanto no capital humano (mais máquinas e mais educação).

Palavra-chave

- função de produção Cobb–Douglas, 221

CAPÍTULO 12

Progresso tecnológico e crescimento

ESTE CAPÍTULO DESTACA

- A Seção 12.1 examina os papéis tanto do progresso tecnológico quanto da acumulação de capital no crescimento. Mostra que, no estado estacionário, a taxa de crescimento do produto *per capita* é simplesmente igual à taxa de progresso tecnológico. Entretanto, isso não quer dizer que a taxa de poupança seja irrelevante. Ela afeta o nível de produto *per capita*, mas não sua taxa de crescimento.
- A Seção 12.2 volta-se para os determinantes do progresso tecnológico, concentrando-se em especial no papel da pesquisa e desenvolvimento (P&D).
- A Seção 12.3 retorna aos fatos do crescimento apresentados no Capítulo 10 e os interpreta à luz do que aprendemos neste capítulo e no capítulo anterior.

Nossa conclusão no Capítulo 11 de que a acumulação de capital não pode por si só sustentar o crescimento tem uma implicação direta. O crescimento sustentado *necessita* do progresso tecnológico. Este capítulo examina o papel do progresso tecnológico no crescimento.

12.1 Progresso tecnológico e taxa de crescimento

Em uma economia em que há tanto a acumulação de capital quanto o progresso tecnológico, a que taxa o produto vai crescer? Para responder a essa pergunta, precisamos estender o modelo desenvolvido no Capítulo 11 para permitir o progresso tecnológico, e para abordarmos o progresso tecnológico precisamos voltar à função de produção agregada.

Progresso tecnológico e a função de produção

O progresso tecnológico tem várias dimensões:

- Pode levar a maiores quantidades de produto para dadas quantidades de capital e trabalho. Pense em um novo tipo de lubrificante que permite a uma máquina operar em maior velocidade e, portanto, produzir mais.
- Pode levar a produtos melhores. Pense na melhoria contínua da segurança e do conforto nos automóveis ao longo do tempo.
- Pode levar a novos produtos. Pense na introdução do *CD* player, do fax, dos telefones celulares, dos monitores de tela plana.
- Pode levar a uma maior variedade de produtos. Pense no aumento contínuo dos tipos de iogurte disponíveis em seu supermercado mais próximo.[1]

Essas dimensões são mais semelhantes do que parecem. Se pensarmos que os consumidores não estão preocupados com

1 O número médio de itens disponíveis em um supermercado aumentou de 2.200 em 1950 para 45.500 em 2005. Para se ter uma ideia do que isso significa assista ao filme *Moscou em Nova York* e observe a cena em que Robin Willians (que faz o papel de um imigrante soviético) está no supermercado.

os produtos em si, mas com os serviços que esses produtos proporcionam, constataremos que todas essas dimensões têm algo em comum. Em cada caso, os consumidores obtêm mais serviços. Um automóvel melhor oferece mais segurança; um novo produto, como um aparelho de fax, ou um novo serviço, como a Internet, fornece mais serviços de informação, e assim por diante. Se pensarmos no produto como o conjunto de serviços subjacentes fornecidos pelos bens produzidos na economia, poderemos pensar no progresso tecnológico como algo que leva a aumentos do produto para dados montantes de capital e trabalho. Podemos, então, pensar no *estado da tecnologia* como uma variável que nos diz quanto produto pode ser obtido com base em dados montantes de capital e trabalho em qualquer instante. Vamos representar o estado da tecnologia por A e reescrever a função de produção como:

Como você viu na Seção "*Foco*: PIB real, progresso tecnológico e o preço dos computadores", no Capítulo 2, o método empregado para construir o índice de preços dos computadores é pensar nos produtos como fornecedores de diversos serviços subjacentes.

$$\underset{(+,\,+,\,+)}{Y = F(K, N, A)}$$

Essa é nossa função de produção ampliada. O produto depende tanto do capital, K, quanto do trabalho, N, e do estado da tecnologia, A. Dados o capital e o trabalho, um avanço do estado da tecnologia, A, leva a um aumento do produto.

Para simplificar, ignoraremos aqui o capital humano. Voltaremos a ele mais adiante, neste capítulo.

Será conveniente, contudo, utilizar uma forma mais restritiva da equação anterior, a saber:

$$Y = F(K, AN) \tag{12.1}$$

Essa equação afirma que a produção depende do capital e do trabalho multiplicado pelo estado da tecnologia. Essa forma de introduzir o estado da tecnologia facilita a reflexão quanto ao efeito do progresso tecnológico sobre a relação entre produto, capital e trabalho. A equação (12.1) implica que podemos pensar no progresso tecnológico de duas maneiras equivalentes:

- O progresso tecnológico *reduz* o número de trabalhadores necessário para se obter um dado montante de produto. Dobrando A, produzimos a mesma quantidade de produto com apenas metade do número original de trabalhadores, N.
- O progresso tecnológico *aumenta* o produto que pode ser obtido com um dado número de trabalhadores. Podemos pensar sobre AN como o montante de **trabalho efetivo** na economia. Se o estado da tecnologia, A, dobra, é como se a economia tivesse o dobro de trabalhadores. Em outras palavras, podemos pensar no produto como algo obtido por meio de dois fatores: capital, K, e trabalho efetivo, AN.

AN é também, às vezes, chamado de **trabalho em unidades de eficiência**. O uso do termo 'eficiência' em 'unidades de eficiência', neste capítulo, e em 'salários-eficiência', no Capítulo 6, é mera coincidência. Os dois conceitos não têm relação entre si.

Que restrições deveríamos impor à função de produção ampliada (12.1)? Podemos aqui partir diretamente de nossa discussão no Capítulo 10.

É novamente razoável supor retornos constantes de escala. *Para um dado estado de tecnologia*, A, dobrar ao mesmo tempo o montante de capital, K, e a quantidade de trabalho, N, provavelmente dobrará o produto:

$$2Y = F(2K, 2AN)$$

Generalizando, para qualquer número x,

$$xY = F(xK, xAN)$$

É também razoável supor rendimentos decrescentes para cada um dos dois fatores — capital e trabalho efetivo. Dado o trabalho efetivo, um aumento do capital provavelmente aumentará o produto, mas a uma taxa decrescente. Simetricamente, dado o capital, um aumento do trabalho efetivo provavelmente aumentará o produto, mas a uma taxa decrescente.

No Capítulo 11, foi conveniente pensar em termos de produto *por trabalhador* e capital *por trabalhador*. Isso porque o estado estacionário da economia era um estado em que o produto *por trabalhador* e o capital *por trabalhador* eram constantes. É conveniente aqui examinar o produto *por trabalhador efetivo* e o capital *por trabalhador efetivo*. O motivo é o mesmo. Como veremos em breve, no estado estacionário o produto *por trabalhador efetivo* e o capital *por trabalhador efetivo* são constantes.

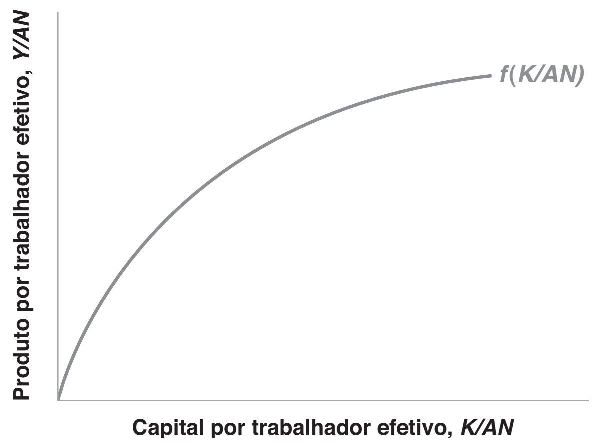
Por trabalhador: dividido pelo número de trabalhadores (N).
Por trabalhador efetivo: dividido pelo número de trabalhadores efetivos (AN) — o número de trabalhadores, N, multiplicado pelo estado da tecnologia, A.

Para obter uma relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo, faça $x = 1/AN$ na equação anterior. Daí vem

FIGURA 12.1

Produto por trabalhador efetivo *versus* capital por trabalhador efetivo

Em decorrência dos rendimentos decrescentes do capital, os aumentos do capital por trabalhador efetivo levam a aumentos cada vez menores do produto por trabalhador efetivo.



Suponha que F tenha a forma 'raiz quadrada dupla':

$Y = F(K, AN) = \sqrt{K}\sqrt{AN}$

Então,

$\frac{Y}{AN} = \frac{\sqrt{K}\sqrt{AN}}{AN} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{AN}}$

Logo, a função f é simplesmente a função raiz quadrada:

$f(K/AN) = \sqrt{\frac{K}{AN}}$

$$\frac{Y}{AN} = F\left(\frac{K}{AN}, 1\right)$$

Ou, se definirmos a função f de modo que $f(K/AN) \equiv F(K/AN, 1)$:

$$\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right) \tag{12.2}$$

Em suma: o *produto por trabalhador efetivo* (lado esquerdo) é uma função do *capital por trabalhador efetivo* (a expressão na função do lado direito).

A Figura 12.1 mostra a relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo. É uma relação muito parecida com aquela entre produto por trabalhador e capital por trabalhador na ausência de progresso tecnológico, representada na Figura 11.2. Ali, os aumentos de K/N levavam a aumentos de Y/N, mas a uma taxa decrescente. Aqui, os aumentos de K/AN provocam aumentos de Y/AN, mas a uma taxa decrescente.

Interações entre produto e capital

A chave para entender os resultados nesta seção: os resultados derivados para o *produto por trabalhador* no Capítulo 11 ainda valem neste capítulo, mas agora para o *produto por trabalhador efetivo*. Por exemplo, no Capítulo 11 vimos que o produto por trabalhador era constante no estado estacionário. Neste capítulo, veremos que o produto por trabalhador efetivo é constante no estado estacionário. E assim por diante.

Agora, temos os elementos necessários para pensar sobre os determinantes do crescimento. A análise será semelhante àquela conduzida no Capítulo 11. Lá, examinamos a dinâmica do *produto por trabalhador* e do *capital por trabalhador*. Aqui, examinamos a dinâmica do *produto por trabalhador efetivo* e do *capital por trabalhador efetivo*.

No Capítulo 11, descrevemos a dinâmica do produto por trabalhador e do capital por trabalhador usando a Figura 11.2. Nessa figura, desenhamos três relações:

- A relação entre produto por trabalhador e capital por trabalhador.
- A relação entre investimento por trabalhador e capital por trabalhador.
- A relação entre depreciação por trabalhador — de modo equivalente, o investimento por trabalhador necessário para manter um nível constante de capital por trabalhador — e capital por trabalhador.

A dinâmica do capital por trabalhador e, consequentemente, do produto por trabalhador foi determinada pela relação entre investimento por trabalhador e depreciação por trabalhador. Dependendo da ocorrência de um investimento por trabalhador maior ou menor do que a depreciação por trabalhador, o capital por trabalhador aumentou ou diminuiu ao longo do tempo, bem como o produto por trabalhador.

Seguiremos o mesmo enfoque para elaborar a Figura 12.2. A diferença é que nos concentraremos em produto, capital e investimento *por trabalhador efetivo*, em vez de por trabalhador:

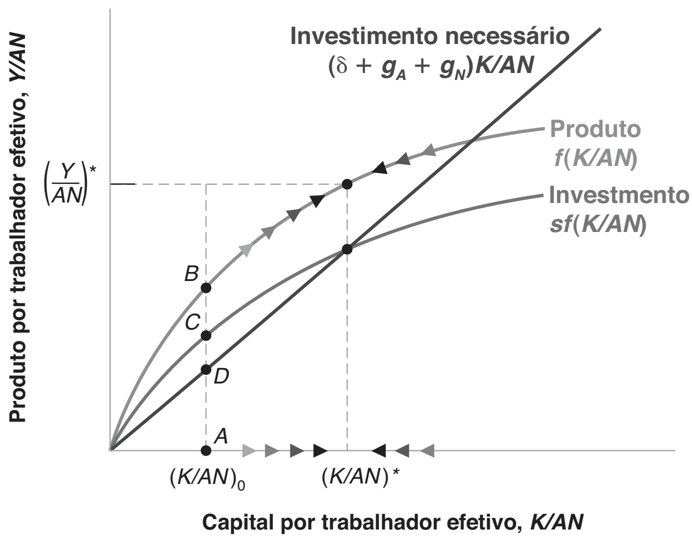


FIGURA 12.2

Dinâmica do capital por trabalhador efetivo e do produto por trabalhador efetivo

O capital por trabalhador efetivo e o produto por trabalhador efetivo convergem para valores constantes no longo prazo.

- A relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo foi derivada na Figura 12.1. Essa relação se repete na Figura 12.2. O produto por trabalhador efetivo aumenta com o capital por trabalhador efetivo, mas a uma taxa decrescente.
- Sob as mesmas hipóteses do Capítulo 11 — de que investimento é igual à poupança privada e de que a taxa de poupança privada é constante —, o investimento é dado por:

$$I = S = sY$$

Dividindo os dois lados pelo número de trabalhadores efetivos, AN, tem-se que

$$\frac{I}{AN} = s\frac{Y}{AN}$$

Substituindo o produto por trabalhador efetivo, Y/AN, por sua expressão na equação (12.2), temos

$$\frac{I}{AN} = s\ f\left(\frac{K}{AN}\right)$$

A Figura 12.2 mostra a relação entre investimento por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo. É igual à curva superior — a relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo — multiplicada pela taxa de poupança, s. Isso nos dá o ponto mais baixo da curva.

- Finalmente, precisamos perguntar qual é o nível de investimento por trabalhador efetivo necessário à manutenção de um dado nível de capital por trabalhador efetivo.

No Capítulo 11, a resposta era que, para que o capital fosse constante, o investimento deveria ser igual à depreciação do estoque de capital existente. Aqui, a resposta é um pouco mais complicada. Agora que permitimos que haja progresso tecnológico (de modo que A aumenta ao longo do tempo), o número de trabalhadores efetivos, AN, aumenta ao longo do tempo. Dessa maneira, a manutenção da mesma razão entre capital e trabalhadores efetivos, K/AN, requer um aumento do estoque de capital, K, proporcional ao aumento do número de trabalhadores efetivos, AN. Vamos examinar essa condição mais de perto.

No Capítulo 11, supusemos $g_A = 0$ e $g_N = 0$. Nosso foco neste capítulo está nas implicações do progresso tecnológico, $g_A > 0$. Mas, uma vez que permitimos o progresso tecnológico, a introdução do crescimento populacional, $g_N > 0$, é imediata. Portanto, permito tanto que $g_A > 0$ quanto que $g_N > 0$.

Sejam δ a taxa de depreciação do capital, g_A a taxa de progresso tecnológico e g_N a taxa de crescimento populacional. Se supusermos que a razão entre emprego e população total permanece constante, o número de trabalhadores, N, também crescerá à taxa anual g_N.

A taxa de crescimento do produto de duas variáveis é a soma das taxas de crescimento das duas variáveis. Veja a Proposição 7 do Apêndice 2, no fim do livro.

Juntas, essas hipóteses implicam uma taxa de crescimento do trabalho efetivo, *AN*, igual a $g_A + g_N$. Por exemplo: se o número de trabalhadores estiver crescendo a 1% ao ano e a taxa de progresso tecnológico for de 2% ao ano, então a taxa de crescimento do trabalho efetivo será igual a 3% ao ano.

Essas hipóteses implicam que o nível de investimento necessário para manter um dado nível de capital por trabalhador efetivo seja, portanto, dado por:

$$I = \delta K + (g_A + g_N)K$$

Ou, de modo equivalente,

$$I = (\delta + g_A + g_N)K \tag{12.3}$$

É necessário um montante δK apenas para manter o estoque de capital constante. Se a taxa de depreciação for de 10%, então o investimento deverá ser igual a 10% do estoque de capital apenas para manter o mesmo nível de capital. E um montante adicional $(g_A + g_N)K$ será necessário para assegurar que o estoque de capital aumente à mesma taxa do trabalho efetivo. Se, por exemplo, o trabalho efetivo aumenta a 3% ao ano, então o capital deve aumentar 3% ao ano para manter o mesmo nível de capital por trabalhador efetivo. Juntando δK e $(g_A + g_N)K$ neste exemplo: se a taxa de depreciação é de 10% e a taxa de crescimento do trabalho efetivo é de 3%, então o investimento deve ser igual a 13% do estoque de capital para manter um nível constante de capital por trabalhador efetivo.

Dividindo a expressão anterior pelo número de trabalhadores efetivos, para obter o montante de investimento por trabalhador efetivo necessário para manter um nível constante de capital por trabalhador efetivo, temos

$$\frac{I}{AN} = (\delta + g_A + g_N)\frac{K}{AN}$$

O nível de investimento por trabalhador efetivo necessário para manter um dado nível de capital por trabalhador efetivo é representado pela reta positivamente inclinada 'Investimento necessário', na Figura 12.2. A declividade da reta é igual a $(\delta + g_A + g_N)$.

Dinâmica do capital e do produto

Agora, podemos fazer uma descrição gráfica da dinâmica do capital por trabalhador efetivo e do produto por trabalhador efetivo.

Considere um dado nível de capital por trabalhador efetivo, por exemplo, $(K/AN)_0$ na Figura 12.2. Nesse nível, o produto por trabalhador efetivo é igual à distância vertical *AB*. O investimento por trabalhador efetivo é igual a *AC*. O montante de investimento necessário para manter o nível de capital por trabalhador efetivo é igual a *AD*. Como o investimento efetivo supera o nível de investimento necessário para manter o nível existente de capital por trabalhador efetivo, *K/AN* aumenta.

Assim, partindo de $(K/AN)_0$, a economia se move para a direita, com o nível de capital por trabalhador efetivo aumentando ao longo do tempo. Isso prossegue até que o investimento por trabalhador efetivo seja exatamente o bastante para manter o nível existente de capital por trabalhador efetivo, onde o capital por trabalhador efetivo é igual a $(K/AN)^*$.

No longo prazo, o capital por trabalhador efetivo atinge um nível constante, o mesmo ocorrendo com o produto por trabalhador efetivo. Colocado de outro modo, o estado estacionário dessa economia é tal que *o capital por trabalhador efetivo e o produto por trabalhador efetivo são constantes e iguais a* $(K/AN)^*$ e $(Y/AN)^*$, respectivamente.

Se Y/AN é constante, Y deve crescer à mesma taxa que AN. Portanto, deve crescer à taxa $g_A + g_N$.

Isso implica que, no estado estacionário, o produto, *Y*, cresce à mesma taxa que o trabalho efetivo, *AN* (de modo que a razão entre as duas variáveis seja constante). Como o trabalho efetivo cresce à taxa $(g_A + g_N)$, o crescimento do produto no estado estacionário também deve ser igual a $(g_A + g_N)$. O mesmo raciocínio se aplica ao capital. Como o capital por trabalhador efetivo é constante no estado estacionário, o capital também cresce à taxa $(g_A + g_N)$.

Expressos em termos de capital ou produto por trabalhador efetivo, esses resultados parecem um tanto abstratos. Entretanto, é fácil expressá-los de modo mais intuitivo, o que nos leva à primeira conclusão importante:

> *No estado estacionário, a taxa de crescimento do produto é igual à taxa de crescimento populacional* (g_N) *mais a taxa de progresso tecnológico* (g_A)*. Consequentemente, a taxa de crescimento do produto é independente da taxa de poupança.*

Para reforçar sua intuição, volte ao argumento utilizado no Capítulo 11 para mostrar que, sem progresso tecnológico e crescimento populacional, a economia não poderia sustentar um crescimento positivo para sempre:

- O argumento foi o seguinte: suponha que a economia tentasse sustentar um crescimento positivo do produto. Em decorrência dos rendimentos decrescentes do capital, seria preciso que o capital crescesse mais rapidamente do que o produto. A economia deveria destinar uma proporção cada vez maior do produto para a acumulação de capital. Em algum momento, não haveria mais produto para ser destinado à acumulação de capital. O crescimento chegaria ao fim.
- Exatamente a mesma lógica está em ação aqui. O trabalho efetivo aumenta a uma taxa $(g_A + g_N)$. Suponha que a economia tentasse sustentar um crescimento do produto superior a $(g_A + g_N)$. Em virtude dos rendimentos decrescentes do capital, este teria de aumentar mais rapidamente do que o produto. A economia teria de destinar proporções cada vez maiores do produto para a acumulação de capital. Em algum momento isso se tornaria impossível. Portanto, a economia não pode crescer permanentemente a uma taxa maior do que $(g_A + g_N)$.

O padrão de vida é dado pelo produto por trabalhador (ou, mais precisamente, produto per capita), e não pelo produto por trabalhador efetivo.

Até agora nos concentramos no comportamento do produto agregado. Para ter uma noção do que ocorre não com o produto agregado, mas com o padrão de vida ao longo do tempo, devemos examinar o comportamento do produto por trabalhador (e não do produto por trabalhador *efetivo*). Como o produto cresce à taxa $(g_A + g_N)$ e o número de trabalhadores cresce à taxa g_N, o produto por trabalhador cresce à taxa g_A. Em outras palavras, *quando a economia está no estado estacionário, o produto por trabalhador cresce à taxa do progresso tecnológico.*

Como o produto, o capital e o trabalho efetivo crescem todos à mesma taxa $(g_A + g_N)$ no estado estacionário, o estado estacionário dessa economia é também chamado **crescimento balanceado**. No estado estacionário, o produto e os dois insumos — capital e trabalho efetivo — crescem balanceadamente, à mesma taxa. As características do crescimento balanceado serão úteis mais adiante no capítulo e estão resumidas na Tabela 12.1.

A taxa de crescimento de Y/N é igual à taxa de crescimento de Y menos a taxa de crescimento de N (veja a Proposição 8 no Apêndice 2 no fim do livro). Logo, a taxa de crescimento de Y/N é dada por $(g_Y - g_N) = (g_A + g_N) - g_N = g_A$.

Na trajetória de crescimento balanceado (de modo equivalente, no estado estacionário; de modo equivalente, no longo prazo):

- O *capital por trabalhador efetivo* e o *produto por trabalhador efetivo* são constantes; esse é o resultado que derivamos na Figura 12.2.
- De modo equivalente, o *capital por trabalhador* e o *produto por trabalhador* crescem à taxa de progresso tecnológico, g_A.
- Ou, em termos de trabalho, capital e produto: o *trabalho* cresce à taxa de crescimento populacional, g_N; o *capital* e o *produto* crescem a uma taxa igual à soma do crescimento populacional e da taxa de progresso tecnológico, $(g_A + g_N)$.

TABELA 12.1 Características do crescimento balanceado

	Taxa de crescimento de
1. Capital por trabalhador efetivo	0
2. Produto por trabalhador efetivo	0
3. Capital por trabalhador	g_A
4. Produto por trabalhador	g_A
5. Trabalho	g_N
6. Capital	$(g_A + g_N)$
7. Produto	$(g_A + g_N)$

Efeitos da taxa de poupança

No estado estacionário, a taxa de crescimento do produto depende *apenas* da taxa de crescimento populacional e da taxa de progresso tecnológico. Mudanças na taxa de poupança não afetam a taxa de crescimento no estado estacionário. Mas as mudanças na taxa de poupança aumentam o nível de produto por trabalhador efetivo no estado estacionário.

Esse resultado é mais bem visualizado na Figura 12.3, que mostra o efeito de um aumento da taxa de poupança de s_0 para s_1. O aumento da taxa de poupança desloca a relação de investimento para cima, de $s_0 f(K/AN)$ para $s_1 f(K/AN)$. Segue-se que o nível de capital por trabalhador efetivo no estado estacionário aumenta de $(K/AN)_0$ para $(K/AN)_1$, com um aumento correspondente do nível de produto por trabalhador efetivo de $(Y/AN)_0$ para $(Y/AN)_1$.

A Figura 12.4 é igual à Figura 11.5, que antecipou a derivação aqui apresentada. Para uma descrição de escalas logarítmicas, veja o Apêndice 2 no fim do livro.

Após o aumento da taxa de poupança, o capital por trabalhador efetivo e o produto por trabalhador efetivo aumentam durante algum tempo, à medida que convergem para seu novo nível mais elevado. A Figura 12.4 mostra o produto contra o tempo. O produto é medido em uma escala logarítmica. A economia encontra-se inicialmente na trajetória de crescimento balanceado, *AA*. O produto cresce à taxa $(g_A + g_N)$ — de modo que a declividade de *AA* seja igual a $(g_A + g_N)$. Após o aumento da taxa de poupança no período *t*, o produto cresce

FIGURA 12.3

Efeitos de um aumento da taxa de poupança I

Um aumento da taxa de poupança leva a um aumento dos níveis de produto por trabalhador efetivo e de capital por trabalhador efetivo no estado estacionário.

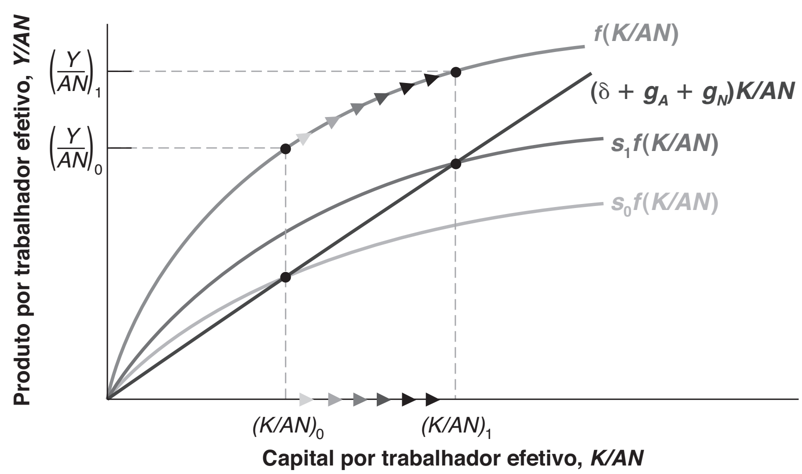
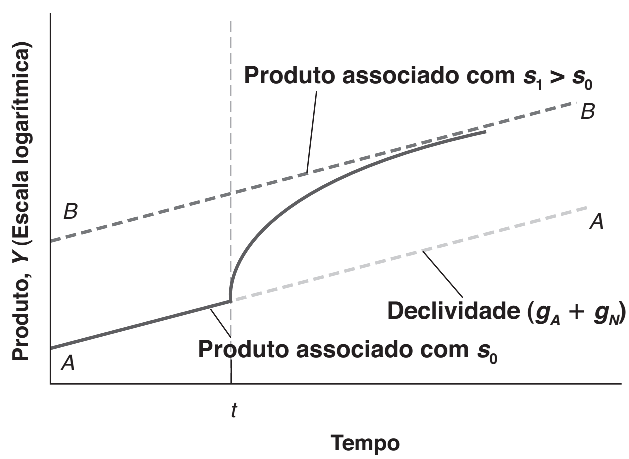


FIGURA 12.4

Efeitos de um aumento da taxa de poupança II

O aumento da taxa de poupança leva a um crescimento maior até que a economia alcance sua trajetória de crescimento balanceado nova e mais elevada.



mais rapidamente por algum tempo. Finalmente, o produto termina em um nível mais alto do que estaria sem o aumento da taxa de poupança. Mas sua taxa de crescimento volta para $g_A + g_N$. No novo estado estacionário, a economia cresce à mesma taxa, mas em uma trajetória de crescimento mais alta, *BB*, que é paralela a *AA*, e também possui uma declividade igual a ($g_A + g_N$).

Quando se utiliza uma escala logarítmica, uma variável que cresce a uma taxa constante se move ao longo de uma linha reta. A declividade da reta é igual à taxa de crescimento da variável.

Resumindo: em uma economia com progresso tecnológico e crescimento populacional, o produto cresce ao longo do tempo. No estado estacionário, o produto *por trabalhador efetivo* e o capital *por trabalhador efetivo* são constantes. Dito de outra maneira, o produto *por trabalhador* e o capital *por trabalhador* crescem à taxa de progresso tecnológico. Posto ainda de outro modo, o produto e o capital crescem à mesma taxa do trabalho efetivo e, portanto, a uma taxa igual à soma da taxa de crescimento do número de trabalhadores com a taxa de progresso tecnológico. Quando a economia se encontra no estado estacionário, diz-se que está em uma *trajetória de crescimento balanceado*.

A taxa de crescimento do produto no estado estacionário é independente da taxa de poupança. Entretanto, a taxa de poupança afeta o nível de produto por trabalhador efetivo no estado estacionário. E aumentos da taxa de poupança levam, por algum tempo, a um aumento da taxa de crescimento acima da taxa de crescimento no estado estacionário.

12.2 Determinantes do progresso tecnológico

Acabamos de ver que a taxa de crescimento do produto por trabalhador é, em última análise, determinada pela taxa de progresso tecnológico. Isso nos leva à próxima pergunta: mas o que determina a taxa de progresso tecnológico? Essa é a questão que tratamos nesta seção.

'Progresso tecnológico' traz à mente imagens de grandes descobertas: a invenção do microchip, a descoberta da estrutura do DNA, e assim por diante. Essas descobertas sugerem um processo direcionado em grande parte pela pesquisa científica e pelo acaso em vez de por forças econômicas. Mas a verdade é que a maior parte do progresso tecnológico alcançado pelas economias modernas é consequência de um processo monótono: o resultado das atividades de **pesquisa e desenvolvimento** (**P&D**) das empresas. Os gastos industriais com P&D respondem por cerca de 2% a 3% do PIB de cada um dos quatro países mais ricos que examinamos no Capítulo 10 (Estados Unidos, França, Japão e Reino Unido). Aproximadamente 75% dos cerca de um milhão de cientistas e pesquisadores dos Estados Unidos que trabalham com P&D são empregados por empresas. Os gastos com P&D das empresas dos Estados Unidos correspondem a mais de 20% de seus gastos com investimento bruto e a mais de 60% de seus gastos com investimento líquido — investimento bruto menos depreciação.

O motivo pelo qual as empresas gastam com P&D é o mesmo por que compram novas máquinas ou constroem fábricas: para aumentar os lucros. Ao aumentar os gastos com P&D, uma empresa aumenta a probabilidade de descobrir e desenvolver um novo produto. (Empregarei a palavra 'produto' como termo genérico para representar novos bens ou novas técnicas de produção.) Se o novo produto for bem-sucedido, os lucros da empresa aumentarão. Há, contudo, uma diferença importante entre comprar uma máquina e gastar mais com P&D. A diferença é que o resultado da P&D é, fundamentalmente, constituído de *ideias*. E, ao contrário de uma máquina, uma ideia pode potencialmente ser utilizada por muitas empresas ao mesmo tempo. Uma empresa que acaba de adquirir uma nova máquina não precisa se preocupar se outra empresa utilizará essa máquina em particular. Uma empresa que descobriu e desenvolveu um novo produto não pode considerar essa hipótese.

Esse último ponto implica que o nível de gastos com P&D depende não apenas da **fertilidade do processo de pesquisa** (como os gastos com P&D se traduzem em novas ideias e novos produtos), mas também da **apropriabilidade** dos resultados de pesquisa (a extensão com que as empresas se beneficiam dos resultados de sua própria P&D). Vamos examinar cada um desses aspectos.

Fertilidade do processo de pesquisa

Se a pesquisa for muito fértil — isto é, se os gastos com P&D levarem a muitos produtos novos —, então, tudo o mais constante, as empresas terão mais incentivos para gastar em P&D e, por conseguinte, os gastos com P&D e o progresso tecnológico serão maiores. Os determinantes da fertilidade da pesquisa residem em grande parte fora do domínio da economia. Muitos fatores interagem aqui.

A fertilidade da pesquisa depende de uma interação bem-sucedida entre pesquisa básica (busca de princípios e resultados gerais) e pesquisa e desenvolvimento aplicados (aplicação desses resultados a usos específicos, e o desenvolvimento de novos produtos). A pesquisa básica não leva, em si, ao progresso tecnológico. Mas o sucesso de pesquisa e desenvolvimento aplicados depende, em última análise, da pesquisa básica. Boa parte do desenvolvimento da indústria de computadores pode remontar a alguns poucos avanços importantes, da invenção do transistor à invenção do microchip. Na verdade, o recente aumento no crescimento da produtividade norte-americana, discutido no Capítulo 1, é largamente atribuído à difusão na economia dos Estados Unidos dos avanços da tecnologia da informação. (Exploramos mais este assunto na Seção "*Foco*: Tecnologia da informação, a nova economia e o crescimento da produtividade".)

No Capítulo 11 examinamos o papel do capital humano como insumo para a produção. Pessoas mais instruídas podem usar máquinas mais complicadas ou lidar com tarefas mais complexas. Aqui, vemos um segundo papel do capital humano: pesquisadores e cientistas melhores e, consequentemente, uma taxa mais elevada de progresso tecnológico.

Alguns países parecem ser mais bem-sucedidos na pesquisa básica; outros países são mais bem-sucedidos em pesquisa e desenvolvimento aplicados. Estudos apontam para diferenças no sistema de ensino como um dos motivos. Por exemplo, argumenta-se frequentemente que o sistema de ensino superior francês, com sua forte ênfase no pensamento abstrato, gera pesquisadores que são melhores em pesquisa básica do que em pesquisa e desenvolvimento aplicados. Estudos também apontam para a importância de uma 'cultura empreendedora', na qual boa parte do progresso tecnológico vem da capacidade dos empreendedores de organizar o desenvolvimento e o marketing bem-sucedidos de novos produtos — uma dimensão em que os Estados Unidos parecem melhores do que a maioria dos outros países.

FOCO Tecnologia da informação, a nova economia e o crescimento da produtividade

O crescimento médio anual da produtividade nos Estados Unidos de 1996 a 2006 foi de 2,8% — um número alto em relação à baixa média de 1,8% atingida de 1970 a 1995. Isso fez com que algumas pessoas proclamassem uma **revolução na tecnologia da informação**, anunciassem o nascer de uma **Nova Economia**, e previssem um longo período de crescimento da produtividade no futuro.

O que devemos fazer com essas previsões? As pesquisas realizadas até o momento nos dão razão tanto para o otimismo quanto para a cautela. Elas sugerem que o recente alto crescimento da produtividade está, de fato, associado ao desenvolvimento das tecnologias da informação. Ela sugere também que é preciso fazer uma distinção precisa entre o que está acontecendo no setor de tecnologia da informação (TI) — o setor que produz computadores, softwares para computador, serviços para software e equipamentos de comunicações — e o restante da economia, ou seja, os que utilizam a tecnologia da informação:

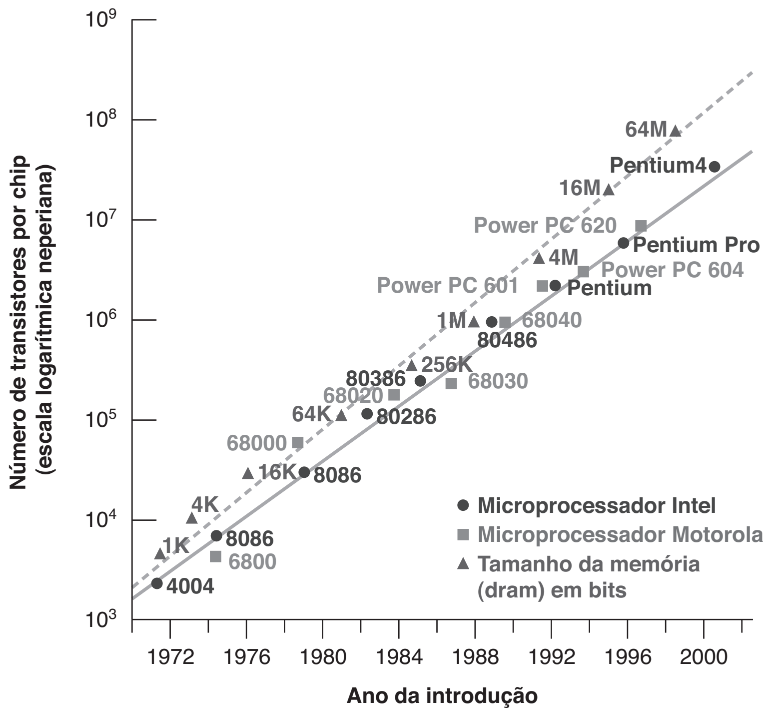
- No setor de TI, o progresso tecnológico tem avançado a um ritmo extraordinário.

Em 1965, o pesquisador Gordon Moore, que mais tarde fundou a Intel Corporation, previu que o número de transistores em um chip dobraria a cada período de 18 a 24 meses, permitindo computadores cada vez mais potentes. Como mostra a Figura 1, essa relação — agora conhecida como **lei de Moore** — se manteve extremamente bem ao longo do tempo. O primeiro chip lógico produzido em 1971 tinha 2.300 transistores; o Pentium 4, lançado em 2000, tinha 42 milhões. (O Intel Core 2, lançado em 2006 e, portanto, não incluído na figura, possui 291 milhões.)

Apesar de avançar em um ritmo menos acelerado, o progresso tecnológico no restante do setor de TI também tem sido muito alto. E a participação do setor de TI no PIB vem aumentando continuamente, de 3% do PIB em 1980 para 7% do PIB hoje. Essa combinação de progresso tecnológico elevado no setor de TI com uma crescente participação do setor de TI levou a um aumento contínuo da taxa de progresso tecnológico da economia como um todo. Esse é um dos fatores por trás do alto crescimento da produtividade nos Estados Unidos desde meados da década de 1990.

Nos demais setores da economia — a 'velha economia', que ainda responde por mais de 90% da economia norte-americana —, há pouca evidência de uma revolução tecnológica paralela.

- De um lado, a redução contínua do preço dos equipamentos de TI (refletindo o progresso tecnológico nesse setor) levou empresas dos demais setores a aumentar seu estoque de capital de TI. Isso conduziu a um aumento da razão capital por trabalhador e a um aumento do crescimento da produtividade nos demais setores.



Fonte: Dale Jorgenson, <http://post.economics.harvard.edu/faculty/jorgenson/papers/aea5.ppt>.

FIGURA 1

Lei de Moore: número de transitores por chip, 1970–2000

Examinemos esse argumento um pouco mais formalmente. Volte para a equação (12.2), que mostra a relação entre o produto por trabalhador efetivo e a razão capital por trabalhador efetivo:

$$Y/AN = f(K/AN)$$

Pense nessa equação como fornecedora da relação entre produto por trabalhador efetivo e capital por trabalhador efetivo nos diversos setores, exceto o de TI. A evidência é de que a redução do preço do capital de TI levou as empresas a aumentar seu estoque de capital de TI e, consequentemente, seu estoque de capital total. Em outras palavras, K/AN aumentou nos demais setores, levando a um aumento de Y/AN.

- Por outro lado, a revolução do setor de TI não parece ter exercido um efeito direto importante sobre o ritmo de progresso tecnológico dos demais setores. Você certamente tem ouvido afirmações de que a revolução de tecnologia da informação estava forçando as empresas a se reorganizarem drasticamente, levando a grandes ganhos em produtividade. As empresas podem estar se reorganizando, mas até agora não há evidências de que isso esteja levando a grandes ganhos em produtividade. As medidas de progresso tecnológico mostram apenas um pequeno crescimento da taxa de progresso tecnológico nos demais setores em relação à média pós-1970.

- Em termos da relação da função de produção que acabamos de discutir, não há evidência de que a revolução tecnológica tenha levado a uma taxa de crescimento de A mais elevada nos diversos setores, exceto o de TI.

Existem razões para esperar que o crescimento da produtividade seja maior no futuro do que nos últimos 25 anos? A resposta é sim. Os fatores que acabamos de discutir vieram para ficar. O progresso tecnológico do setor de TI provavelmente permanecerá alto e a participação da TI continuará a crescer. Além disso, as empresas dos demais setores provavelmente aumentarão seu estoque de capital de TI, levando a aumentos adicionais de produtividade.

Quão elevado deve ser o crescimento de produtividade esperado para o futuro? Provavelmente, não tão alto quanto foi de 1996 a 2006, mas, de acordo com algumas estimativas, ele pode ser 0,5 ponto percentual acima de sua média pós 1970. Talvez não seja o milagre que alguns têm clamado, mas é um aumento que, se sustentado, fará uma diferença significativa para o padrão de vida dos Estados Unidos no futuro.

Nota: Para mais sobre estas questões, leia "Information technology and the U.S. economy", de Dale Jorgenson, *American Economic Review*, mar. 2001, 1–32.

São necessários muitos anos e, frequentemente, muitas décadas, para que o potencial pleno das grandes descobertas seja percebido. A sequência normal é aquela em que uma grande descoberta conduz à investigação de aplicações potenciais; depois, ao desenvolvimento de novos produtos e, finalmente, à adoção desses novos produtos. A Seção "*Foco*: Difusão de uma nova tecnologia: milho híbrido" mostra os resultados de um dos primeiros estudos sobre esse processo de difusão de ideias. O exemplo dos computadores pessoais nos é mais familiar. Vinte anos depois da introdução comercial dos computadores pessoais, frequentemente parece como se tivéssemos acabado de começar a descobrir sua utilidade.

Uma preocupação de longa data é que as pesquisas se tornarão cada vez menos férteis, que a maior parte das descobertas principais já foi feita e que o progresso tecnológico passará por uma desaceleração. Esse receio pode ter origem no fato ocorrido com a indústria de mineração, em que as jazidas de melhor qualidade foram exploradas primeiro e depois houve a necessidade de exploração de jazidas de qualidade cada vez menor. Mas isso é apenas uma analogia, e até agora não há evidências de que ela seja correta.

FOCO Difusão de uma nova tecnologia: milho híbrido

Novas tecnologias não são desenvolvidas nem adotadas da noite para o dia. Um dos primeiros estudos sobre a difusão de novas tecnologias foi conduzido em 1957 por Zvi Griliches, um economista de Harvard, que examinou a difusão do milho híbrido em diferentes estados dos Estados Unidos.

O milho híbrido é, nas palavras de Griliches, "a invenção de um método de inventar". A produção de milho híbrido envolve o cruzamento de diferentes variedades de milho para desenvolver um tipo de milho adaptado às condições locais. A introdução de milho híbrido pode aumentar a safra em até 20%.

Embora a ideia de hibridização tenha sido desenvolvida em primeiro lugar no início do século XX, a primeira aplicação em escala comercial não teve lugar até a década de 1930, nos Estados Unidos. A Figura 1 mostra a taxa de adoção do milho híbrido em diversos estados dos Estados Unidos de 1932 a 1956.

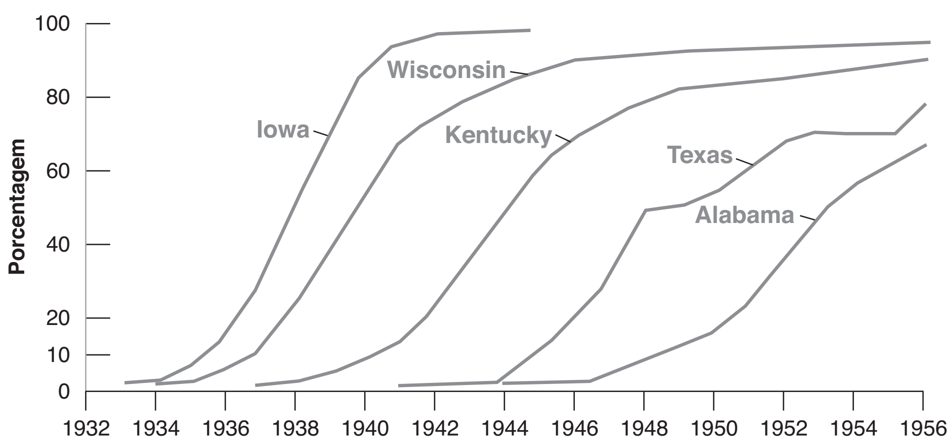
A figura mostra dois processos dinâmicos em ação. O primeiro é o processo pelo qual as diversas variedades de milho híbrido apropriadas para cada estado foram descobertas. O milho híbrido só se tornou disponível nos estados do sul (Texas e Alabama) mais de dez anos após se tornar disponível nos estados do norte (Iowa, Wisconsin e Kentucky). O segundo processo é a velocidade com que o milho híbrido foi adotado dentro de cada Estado. Oito anos após sua introdução, praticamente todo o milho plantado em Iowa era híbrido. O processo foi muito mais lento no sul. Mais de dez anos depois de sua introdução, o milho híbrido respondia por apenas 60% da área plantada no Alabama.

Por que a velocidade de adoção foi maior em Iowa do que no sul? O artigo de Griliches mostrou que o motivo foi econômico. A velocidade de adoção em cada Estado foi uma função da rentabilidade da introdução do milho híbrido. E a rentabilidade era maior em Iowa do que nos estados do sul.

Fonte: Zvi Griliches, "Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change", *Econometrica*, v. 25, n. 4, out. 1957.

FIGURA 1

Porcentagem da área total plantada de milho com sementes híbridas, estados selecionados dos Estados Unidos, 1932-1956



Fonte: veja nota sobre a fonte deste quadro.

Apropriabilidade dos resultados de pesquisa

O segundo determinante do nível de P&D e do progresso tecnológico é o grau de *apropriabilidade* dos resultados de pesquisa. Se as empresas não puderem se apropriar dos lucros do desenvolvimento de novos produtos, elas não se dedicarão à P&D, e o progresso tecnológico será lento. Muitos fatores também estão em jogo aqui.

A natureza do processo de pesquisa é importante. Por exemplo, se houver um consenso de que a descoberta de um novo produto por uma empresa levará rapidamente à descoberta de um produto ainda melhor por outra empresa, pode haver poucos ganhos em ser o primeiro. Em outras palavras, uma área de pesquisa altamente fértil pode não gerar altos níveis de P&D, pois nenhuma empresa considerará que o investimento vale a pena. Esse exemplo é extremo, mas revelador.

Mais importante ainda é a proteção legal dada a novos produtos. Sem essa proteção legal, os lucros do desenvolvimento de um produto novo provavelmente serão pequenos. Exceto nos raros casos em que o produto está baseado em um segredo industrial (como o da Coca-Cola), geralmente não leva muito tempo para que outras empresas produzam o mesmo produto, eliminando qualquer vantagem que a empresa inovadora possa inicialmente ter tido. É por isso que os países têm leis de patentes. Uma **patente** dá a uma empresa que descobriu um produto novo — em geral uma nova técnica ou dispositivo — o direito de excluir qualquer um da produção ou da utilização do novo produto por algum tempo.

Como os governos devem elaborar as leis de patentes? Por um lado, a proteção é necessária para dar às empresas os incentivos para gastar em P&D. Por outro, uma vez que as empresas tenham descoberto novos produtos, seria melhor para a sociedade se o conhecimento incorporado nesses novos produtos estivesse disponível sem restrições para outras empresas e outras pessoas. Considere, por exemplo, a pesquisa biogenética. A perspectiva de grandes lucros é o que, de fato, leva as empresas de bioengenharia a investir em projetos de pesquisa dispendiosos. Uma vez que uma empresa tenha descoberto um novo produto e que esse produto possa salvar muitas vidas, fica claro que o melhor seria torná-lo disponível a preço de custo a todos os usuários potenciais. No entanto, se essa política fosse seguida sistematicamente, eliminaria, em primeiro lugar, os incentivos para que as empresas façam pesquisas. Assim, uma lei de patentes deve encontrar um equilíbrio difícil. Proteção insuficiente levará a pouca P&D. Proteção em excesso torna difícil que a nova P&D seja construída sobre os resultados da P&D passada, e pode também levar a pouca P&D.

> Esse tipo de dilema é conhecido como 'inconsistência temporal'. Veremos outros exemplos e discutiremos esse assunto mais detalhadamente no Capítulo 25.

> Os problemas vão além das leis de patentes. Para falar de dois exemplos controversos: a Microsoft deveria ser mantida como uma só ou deveria ser desmembrada para estimular a P&D? Nos Estados Unidos, o governo deveria impor tetos aos preços de medicamentos para HIV/Aids?

Os países tecnologicamente menos avançados frequentemente possuem uma proteção de patentes mais deficiente. A China, por exemplo, é um país onde pouco se cumprem os direitos das patentes. Nossa discussão ajuda a explicar o porquê. Esses países são normalmente usuários, e não produtores de novas tecnologias. A maior parte de suas melhorias de produtividade não provém de invenções nacionais, mas da adaptação de tecnologias estrangeiras. Nesse caso, os custos de uma proteção de patentes deficientes são pequenos, pois há poucas invenções locais. Mas os benefícios da pouca proteção às patentes são claros. Eles permitem que as empresas domésticas utilizem e adaptem a tecnologia estrangeira sem pagar *royalties* às empresas estrangeiras que desenvolveram a tecnologia — o que é bom para o país.

12.3 Os fatos do crescimento revisitados

Podemos agora utilizar a teoria desenvolvida neste capítulo e no Capítulo 11 para interpretar alguns dos fatos vistos no Capítulo 10.

Acumulação de capital *versus* progresso tecnológico nos países ricos desde 1950

Suponha que observemos uma economia com uma alta taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo de um determinado período de tempo. Nossa teoria sugere que esse crescimento rápido pode vir de duas fontes:

- Pode refletir uma alta taxa de progresso tecnológico sob crescimento balanceado.
- Ou pode refletir o ajuste do capital por trabalhador efetivo, *K/AN*, para um nível mais alto. Conforme vimos na Figura 12.4, esse ajuste leva a um período de crescimento mais alto, mesmo que a taxa de progresso tecnológico não tenha aumentado.

É possível saber quanto do crescimento provém de uma fonte e quanto vem de outra? Sim. Se o crescimento elevado reflete um crescimento balanceado elevado, o produto por trabalhador deve crescer a uma taxa *igual* à taxa de progresso tecnológico (veja a Tabela 12.1, linha 4). Se o crescimento elevado reflete, em vez disso, o ajuste para um nível mais alto de capital por trabalhador efetivo, esse ajuste deve refletir-se em uma taxa de crescimento do produto por trabalhador que *supere* a taxa de progresso tecnológico.

Nos Estados Unidos, por exemplo, a razão entre o emprego e a população aumentou de 38%, em 1950, para 51%, em 2006. Isso representa um aumento de 0,18% ao ano. Desse modo, nos Estados Unidos, o produto per capita aumentou 0,18% mais ao ano do que o produto por trabalhador — uma pequena diferença em relação aos números da tabela.

Vamos aplicar essa abordagem para interpretar os fatos relacionados ao crescimento nos países ricos vistos na Tabela 10.1. Isso é feito na Tabela 12.2, que apresenta, na coluna 1, a taxa média de crescimento do produto por trabalhador ($g_Y - g_N$) e, na coluna 2, a taxa média de progresso tecnológico, g_A, desde 1950, para cada um dos quatro países vistos na Tabela 10.1 — França, Japão, Reino Unido e Estados Unidos. (Note, entretanto, uma diferença entre as tabelas. Conforme sugerido pela teoria, a Tabela 12.2 examina a taxa de crescimento do produto por trabalhador, enquanto a Tabela 10.1, que se concentrou no padrão de vida, examinou a taxa de crescimento do produto *per capita*. As diferenças são pequenas.) A taxa de progresso tecnológico, g_A, é construída a partir de um método introduzido por Robert Solow. O método e seus detalhes são apresentados no apêndice deste capítulo.

A tabela nos permite chegar a duas conclusões. Primeiro, desde 1950, o crescimento foi resultado do rápido progresso tecnológico, e não do acúmulo de capital excepcionalmente alto. Essa conclusão se deve ao fato de que, em todos os quatro países, a taxa de crescimento do produto por trabalhador (coluna 1) foi praticamente igual à taxa de progresso tecnológico (coluna 2). É o que se espera quando um país está trilhando o caminho do crescimento balanceado.

O que teria acontecido com a taxa de crescimento do produto por trabalhador se esses países tivessem apresentado a mesma taxa de progresso tecnológico, mas nenhum acúmulo de capital durante o período?

Observe que essa conclusão não diz que o acúmulo de capital foi irrelevante. Foi ele que permitiu que esses países mantivessem uma taxa praticamente constante de produto para o capital e alcançasse o crescimento balanceado. O que tal conclusão diz é que, ao longo do período, o crescimento não veio de um aumento incomum no acúmulo de capital.

Segundo, nos países que começaram atrás, a convergência do produto por trabalhador entre os países veio do alto progresso tecnológico, e não do rápido acúmulo de capital. Essa conclusão vem da classificação da taxa de progresso tecnológico nos quatro países, mostrada na segunda coluna, com o Japão no topo e os Estados Unidos no final.

Embora a tabela analise somente quatro países, pode-se chegar a uma conclusão semelhante quando avaliados os outros países da OCDE. Basicamente, a convergência se deve ao fato de que os países que estavam atrás em 1950 apresentaram taxas de progresso tecnológico mais altas desde então.

Essa é uma conclusão importante. Em geral, pode-se pensar em duas fontes de convergência entre os países. Primeiro, os países mais pobres são mais pobres porque tem menos capital para começar. Ao longo do tempo, eles acumulam capital mais rapidamente do que os outros, gerando a convergência. Segundo, os países mais pobres são mais pobres

TABELA 12.2 Taxas médias anuais de crescimento do produto por trabalhador e de progresso tecnológico em quatro países ricos desde 1950

	Taxa de crescimento do produto por trabalhador (%) 1950 a 2004	*Taxa de progresso tecnológico (%) 1950 a 2004*
França	3,2	3,1
Japão	4,2	3,8
Reino Unido	2,4	2,6
Estados Unidos	1,8	2,0
Média	2,9	2,9

Fonte: 1950–1970: Angus Maddison, *Dynamic forces in capitalist development*. Nova York, Oxford University Press, 1991. 1970–2004: *OECD Economic Outlook*, banco de dados. '*Média*' representa a média simples das taxas de crescimento em cada coluna.

porque são menos tecnologicamente avançados do que os outros. Ao longo do tempo, eles se tornam mais sofisticados, seja pela importação de tecnologia dos países avançados ou pelo desenvolvimento de sua própria tecnologia. À medida que os níveis tecnológicos convergem, converge também o produto por trabalhador. A conclusão a qual podemos chegar a partir da Tabela 12.2 é que, no caso dos países mais ricos, a fonte de convergência mais importante é, claramente, a segunda.

Acúmulo de capital *versus* progresso tecnológico na China desde 1980

Indo além do crescimento nos países da OCDE, um dos fatores mais surpreendentes no Capítulo 10 foram as altas taxas de crescimento alcançadas por um grupo de países asiáticos. Esse fato nos faz voltar à pergunta que acabamos de discutir: esse alto crescimento reflete o acelerado progresso tecnológico ou o acúmulo de capital excepcionalmente altos?

Atenção: Os dados chineses para produto, emprego e estoque de capital (necessário para a construção de g_A) não são tão confiáveis quanto os dados similares para os países da OCDE. Portanto, os números na tabela devem ser considerados menos confiáveis do que aqueles na Tabela 12.2.

Para responder esta pergunta, vamos nos concentrar na China — por conta de seu tamanho e por conta da surpreendentemente alta taxa de crescimento de aproximadamente 10% alcançada desde a década de 1980. A Tabela 12.3 apresenta a taxa média de crescimento, g_Y, a taxa média de crescimento do produto por trabalhador, $g_Y - g_N$, e a taxa média de progresso tecnológico, g_A, para o período entre 1983 e 2003. O fato de os dois últimos números serem quase idênticos nos revela uma conclusão bastante clara: desde o início da década de 1980, o crescimento na China foi bastante balanceado, e o alto crescimento do produto por trabalhador reflete uma alta taxa de progresso tecnológico: cerca de 8,2% por ano, em média.

Essa é uma conclusão importante, pois demonstra o papel crucial do progresso tecnológico na explicação do crescimento da China. Entretanto, assim como na discussão sobre os países da OCDE, seria um equívoco concluir que o acúmulo de capital é irrelevante. Para sustentar o crescimento balanceado a uma taxa de crescimento tão alta, o estoque de capital chinês precisou aumentar na mesma proporção que o produto. Em contrapartida, isso demandou uma alta taxa de investimento. Para compreender melhor qual a taxa de investimento necessária, volte à equação 12.3 e divida ambos os lados pelo produto, Y, para obter:

Lembre-se, da Tabela 12.1, que no crescimento balanceado, $g_K = g_Y = g_A + g_N$.

$$\frac{I}{Y} = (\delta + g_A + g_N)\frac{K}{Y}$$

Vamos encaixar os números da China para o período entre 1983 e 2003. A estimativa de δ, a taxa de depreciação do capital na China, é 5% ao ano. Como vimos, o valor médio de g_A, para o período é 8,2%. O valor médio de g_N, a taxa de crescimento do emprego, foi 1,7%. O valor médio da razão entre o capital e o produto foi 2,6. Isto implica uma razão entre o investimento e o produto de (5% + 9,2% + 1,7%) x 2,6 = 41%.* Assim sendo, para sustentar o crescimento balanceado, a China precisou investir 41% de seu produto — uma taxa de investimento bastante alta se comparada, digamos, à taxa de investimento dos Estados Unidos. Portanto, o acúmulo de capital tem um papel muito importante na explicação do crescimento chinês, mas ainda assim tem-se uma situação na qual o crescimento sustentado veio da alta taxa de progresso tecnológico.

Como a China conseguiu alcançar tamanho progresso tecnológico? Um olhar mais atento aos dados nos sugere dois canais. Primeiro, a China transferiu o trabalho do campo, onde a produtividade é muito baixa, para a indústria e os serviços na cidade, onde a produtividade é muito mais alta. Segundo, a China importou tecnologia de países tecnologicamente mais avançados e encorajou, por exemplo, o desenvolvimento de *joint ventures*

TABELA 12.3 Taxas médias anuais de crescimento do produto por trabalhador e de progresso tecnológico na China, 1983 a 2003

Taxa de crescimento do produto (%)	Taxa de crescimento do produto por trabalhador (%)	Taxa de progresso tecnológico (%)
9,7	8,0	8,2

Fonte: *OECD Economic Survey of China*, 2005.

* Aparentemente, o autor comete um ligeiro equívoco aqui, já que, pelas informações apresentadas, o cálculo correto seria (5% + 8,2% + 1,7%) × 2,6 = 39% (N.R.T.).

entre empresas chinesas e estrangeiras. As empresas estrangeiras entravam com melhores tecnologias e, ao longo do tempo, as empresas chinesas aprendiam a utilizá-las.

Chegamos, então, a um ponto geral: a natureza do progresso tecnológico é possivelmente diferente em países mais ou menos avançados. As economias mais avançadas, que, por definição, estão localizadas na **fronteira tecnológica**, devem desenvolver novas ideias, novos processos e novos produtos. Eles precisam inovar. Os países abaixo da fronteira podem, por sua vez, melhorar o nível de sua tecnologia copiando e adaptando os novos processos e produtos criados nas economias mais avançadas. Eles precisam imitar. Quanto mais longe da fronteira estiver o país, maior o papel da imitação relativamente à inovação. Como imitar costuma ser mais fácil do que inovar, isso pode explicar por que a convergência — não somente para os países da OCDE, mas também para os outros, como a China — normalmente assume a forma de **alcance tecnológico**. Surge, entretanto, uma nova pergunta: se é tão fácil imitar, por que tantos outros países não conseguem fazer o mesmo e crescer? Isso aponta para o aspecto mais amplo da tecnologia discutido anteriormente neste capítulo. A tecnologia é mais do que um conjunto de projetos. O quão eficiente pode ser o uso dos projetos e o quão produtiva a economia pode ser depende de suas instituições, da qualidade de seu governo e de outras coisas mais. Voltaremos a esse assunto no próximo capítulo.

RESUMO

- Ao pensar sobre as implicações do progresso tecnológico para o crescimento, é útil pensarmos no progresso tecnológico como um fator de aumento do montante de trabalho efetivo disponível na economia (isto é, o trabalho multiplicado pelo estado da tecnologia). Podemos, então, pensar no produto como obtido por meio de capital e trabalho efetivo.
- No estado estacionário, o produto *por trabalhador efetivo* e o capital *por trabalhador efetivo* são constantes. Dito de outra maneira, o produto *por trabalhador* e o capital *por trabalhador* crescem à taxa do progresso tecnológico. Dito ainda de outra forma, o produto e o capital crescem à mesma taxa do trabalho efetivo e, portanto, a uma taxa igual à soma da taxa de crescimento do número de trabalhadores com a taxa de progresso tecnológico.
- Quando a economia se encontra no estado estacionário, diz-se que está em uma trajetória de crescimento balanceado. O produto, o capital e o trabalho efetivo estão todos crescendo balanceadamente, isto é, à mesma taxa.
- A taxa de crescimento do produto no estado estacionário é independente da taxa de poupança. Entretanto, a taxa de poupança afeta o nível do produto por trabalhador efetivo no estado estacionário. E os aumentos da taxa de poupança levam, por algum tempo, a um aumento da taxa de crescimento acima da taxa de crescimento no estado estacionário.
- O progresso tecnológico depende (1) da fertilidade da pesquisa e do desenvolvimento (de como os gastos com P&D se traduzem em novas ideias e novos produtos) e (2) da apropriabilidade dos resultados de P&D (o grau em que as empresas se beneficiam dos resultados de sua P&D).
- Ao elaborar leis de patentes, os governos devem buscar um equilíbrio entre o desejo de proteger futuras descobertas e incentivar as empresas a investir em P&D, e o desejo de tornar as descobertas existentes disponíveis a usuários potenciais sem restrições.
- França, Japão, Reino Unido e Estados Unidos experimentam um crescimento aproximadamente balanceado desde 1950: o crescimento do produto por trabalhador foi aproximadamente igual à taxa de progresso tecnológico. O mesmo aconteceu na China. O crescimento na China está aproximadamente balanceado, sustentado por uma alta taxa de progresso tecnológico e uma alta taxa de investimento.

PALAVRAS-CHAVE

- trabalho efetivo ou trabalho em unidades de eficiência, 223
- crescimento balanceado, 227
- pesquisa e desenvolvimento (P&D), 229
- fertilidade do processo de pesquisa, 229
- apropriabilidade da pesquisa, 229
- revolução na tecnologia da informação, 230
- Nova Economia, 230
- lei de Moore, 230
- patente, 233
- fronteira tecnológica, 236
- alcance tecnológico, 236

QUESTÕES E PROBLEMAS

Teste rápido

1. Usando as informações contidas neste capítulo, diga se cada afirmação a seguir é *verdadeira*, *falsa* ou *incerta*. Explique brevemente.
   a. Formular a função de produção em termos de capital e trabalho efetivo implica que, à medida que o nível de tecnologia aumenta 10%, o número de trabalhadores necessários para atingir o mesmo nível de produto diminui 10%.
   b. Se a taxa de progresso tecnológico aumenta, a taxa de investimento (a razão entre investimento e produto) deve aumentar para manter o capital por trabalhador efetivo constante.
   c. No estado estacionário, o produto por trabalhador efetivo cresce à taxa do crescimento populacional.
   d. No estado estacionário, o produto por trabalhador cresce à taxa do progresso tecnológico.
   e. Uma taxa de poupança mais elevada implica um nível mais elevado de capital por trabalhador efetivo no estado estacionário e, portanto, uma taxa de crescimento do produto por trabalhador efetivo mais elevada.
   f. Mesmo que os retornos potenciais dos gastos com P&D sejam idênticos aos retornos potenciais do investimento em uma nova máquina, os gastos com P&D apresentam um risco maior para as empresas do que o investimento em novas máquinas.
   g. O fato de que não é possível patentear um teorema implica que empresas privadas não investirão em pesquisa básica.
   h. Como acabaremos sabendo tudo, uma hora o crescimento chega ao fim.
2. P&D e crescimento
   a. Por que o montante dos gastos com P&D é importante para o crescimento? Como a apropriabilidade e a fertilidade da pesquisa afetam o montante de gastos com P&D?

   Determine, para cada uma das seguintes propostas de política econômica, como a apropriabilidade e a fertilidade da pesquisa são afetadas e o que você espera que seja o efeito de longo prazo sobre a P&D e o produto:
   b. Um tratado internacional que assegure que as patentes de cada país sejam protegidas legalmente em todo o mundo.
   c. Incentivos fiscais para cada dólar gasto com P&D.
   d. Uma redução do financiamento para conferências entre universidades e empresas patrocinadas pelo governo.
   e. A eliminação de patentes para medicamentos inovadores, de modo que eles possam ser vendidos a baixo custo logo que estejam disponíveis.
3. Fontes de progresso tecnológico: líderes econômicos *versus* países em desenvolvimento.
   a. De onde vem o progresso tecnológico para os países que são líderes econômicos do mundo?
   b. Os países em desenvolvimento possuem outras alternativas de fontes de progresso tecnológico além das que você listou no item (a)?
   c. Você vê quaisquer motivos para que os países em desenvolvimento possam escolher uma fraca proteção de patentes? Essa política envolve riscos (para os países em desenvolvimento)?

Aprofundando

4. Para cada uma das mudanças econômicas listadas nos itens (a) e (b), verifique o impacto provável sobre a taxa de crescimento e o nível do produto ao longo dos próximos cinco anos e ao longo das próximas cinco décadas.
   a. A taxa de progresso tecnológico cai para sempre.
   b. A taxa de poupança cai para sempre.
5. Erro de medida, inflação e crescimento da produtividade

   Suponha que haja apenas dois bens produzidos na economia: cortes de cabelo e serviços bancários. A tabela a seguir apresenta preços, quantidades e número de trabalhadores contratados na produção de cada bem no Ano 1 e no Ano 2.

	Ano 1			Ano 2		
	P1	Q1	W1	P2	Q2	W2
Corte de cabelos	10	100	50	12	100	50
Serviços bancários	10	200	50	12	230	60

   a. Qual é o PIB nominal de cada ano?
   b. Utilizando os preços do Ano 1, qual é o PIB real do Ano 2? Qual é a taxa de crescimento do PIB real?
   c. Qual é a taxa de inflação medida pelo deflator do PIB?
   d. Utilizando os preços do Ano 1, qual é o PIB real por trabalhador do Ano 1 e do Ano 2? Qual é o crescimento da produtividade do trabalho entre o Ano 1 e o Ano 2 para toda a economia?

   Suponha agora que os serviços bancários do Ano 2 não sejam iguais aos do Ano 1, porque passaram a incluir o atendimento por telefone. A tecnologia para o atendimento por telefone já estava disponível no Ano 1, mas o preço dos serviços bancários com atendimento pelo telefone no Ano 1 era de US$ 13, e ninguém escolheu esse pacote. Entretanto, no Ano 2, o preço dos serviços bancários com atendimento pelo telefone foi de US$ 12, e todos optaram por esse pacote no Ano 2 (isto é, no Ano 2 ninguém escolheu o pacote de serviços bancários do Ano 1 sem o atendimento pelo telefone). (Dica: suponha agora que haja dois tipos de serviços bancários — aqueles com atendimento pelo telefone e aqueles sem. Refaça a tabela anterior incluindo agora três produtos — corte de cabelo e os dois tipos de serviços bancários.)

e. Utilizando os preços do Ano 1, qual é o PIB real do Ano 2? Qual é a taxa de crescimento do PIB real?

f. Qual é a taxa de inflação medida pelo deflator do PIB?

g. Qual é o crescimento da produtividade do trabalho entre o Ano 1 e o Ano 2 para toda a economia?

h. Considere a seguinte afirmação: "Se a medição dos serviços bancários for executada de maneira errada — por exemplo, sem levar em conta a introdução do atendimento pelo telefone —, estaremos superestimando a inflação e subestimando o aumento da produtividade." Discuta essa afirmação à luz das respostas dadas em (a) a (g).

6. Suponha que a função de produção da economia seja

$$Y = \sqrt{K}\sqrt{AN}$$

e que a taxa de poupança, s, seja igual a 16%, e que a taxa de depreciação, δ, seja igual a 10%. Suponha ainda que o número de trabalhadores cresça a 2% ao ano e que a taxa de progresso tecnológico seja de 4% ao ano.

a. Obtenha os valores no estado estacionário de:

i. Estoque de capital por trabalhador efetivo.

ii. Produto por trabalhador efetivo.

iii. Taxa de crescimento do produto por trabalhador efetivo.

iv. Taxa de crescimento do produto por trabalhador.

v. Taxa de crescimento do produto.

b. Suponha que a taxa de progresso tecnológico dobre para 8% ao ano. Calcule novamente as respostas para a parte (a). Explique.

c. Suponha agora que a taxa de progresso tecnológico ainda seja igual a 4% ao ano, mas que o número de trabalhadores agora cresça a 6% ao ano. Calcule novamente as respostas de (a). As pessoas estão em melhor situação em (a) ou em (c)? Explique.

7. Discuta o papel potencial dos seguintes fatores sobre o nível de produto por trabalhador no estado estacionário. Em cada caso, indique se o efeito se dá por meio de A, K, H ou de alguma combinação desses fatores:

a. Localização geográfica.

b. Educação.

c. Proteção aos direitos de propriedade.

d. Abertura ao comércio.

e. Baixas alíquotas de impostos.

f. Boa infraestrutura pública.

g. Baixo crescimento populacional.

Explorando mais

8. Contabilidade do crescimento.

O apêndice deste capítulo mostra como os dados sobre produto, capital e trabalho podem ser utilizados para construir estimativas da taxa de crescimento do progresso tecnológico. Neste problema, modificamos tal abordagem para examinar o crescimento do capital por trabalhador. A função

$$Y = K^{1/3}(AN)^{2/3}$$

nos dá uma boa descrição da produção nos países ricos.

Seguindo os mesmos passos do apêndice, você pode mostrar que:

$$(2/3)g_A = g_Y - (2/3)g_N - (1/3)g_K$$
$$= (g_Y - g_N) - (1/3)\,(g_K - g_N)$$

onde g_x representa a taxa de crescimento de x.

a. O que a quantidade $g_Y - g_N$ representa? O que a quantidade $g_K - g_N$ representa?

b. Rearranje a equação anterior a fim de resolver para a taxa de crescimento do capital por trabalhador.

c. Examine a Tabela 12.2. Usando sua resposta para o item (b), substitua a taxa média anual de crescimento do produto por trabalhador e a taxa média anual de progresso tecnológico dos Estados Unidos para o período 1950−2004 a fim de obter uma medida aproximada da taxa média anual de crescimento do capital por trabalhador. (Estritamente falando, deveríamos construir essas medidas para cada ano individualmente, mas ficamos limitados aos dados prontamente disponíveis neste problema.) Faça o mesmo para os outros países listados na Tabela 12.2. Como podemos comparar o crescimento médio do capital por trabalhador nos países da tabela? Esses resultados fazem sentido para você? Explique.

Leitura adicional

- Para mais sobre a teoria e a evidência do crescimento, leia Charles Jones, *Introduction to economic growth* (Nova York: Norton 2 ed. 2002). A página web de Jones (<**http://emlab.berkeley.edu/users/chad/**>) é um portal útil para pesquisa sobre crescimento.
- Para mais informações sobre patentes, leia a pesquisa da publicação *The Economist* intitulada "Patents and Technologies", de 20 de outubro de 2005.

Para saber mais sobre dois pontos que não abordei neste capítulo:

- Crescimento e aquecimento global: Consulte o texto *Stern Review on the Economics of Climate Change*, 2006, disponível em <**www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm**>. (O relatório é bastante longo. Leia somente a seção "Executive Summary".)
- Crescimento e meio-ambiente: Leia a pesquisa da publicação *The Economist* intitulada "The global environment; the great race", de 4 de julho de 2002.

APÊNDICE: CONSTRUÇÃO DE UMA MEDIDA DE PROGRESSO TECNOLÓGICO

Em 1957, Robert Solow elaborou uma maneira de construir uma estimativa do progresso tecnológico. O método, que é usado ainda hoje, apoia-se em uma hipótese importante: a de que cada fator de produção é remunerado por seu produto marginal.

Sob essa hipótese, é fácil calcular a contribuição de um aumento de qualquer fator de produção para o aumento do produto. Por exemplo, se um trabalhador receber US$ 30.000 por ano, a hipótese implica que sua contribuição para o produto seja de US$ 30.000. Suponhamos agora que esse trabalhador aumente o montante de horas trabalhadas em 10%. O aumento do produto decorrente desse aumento de horas será, portanto, igual a US$ 30.000 × 10%, ou US$ 3.000.

Podemos descrever isso de modo mais formal. Sejam o produto, Y, o trabalho, N, e o salário real, W/P. Então, como acabamos de definir, a mudança no produto é igual ao salário real multiplicado pela mudança no trabalho:

$$\Delta Y = \frac{W}{P}\Delta N$$

Divida ambos os lados da equação por Y, divida e multiplique o lado direito por N e rearranje:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{WN}{PY}\frac{\Delta N}{N}$$

Note que o primeiro termo da direita (WN/PY) é igual à fração do trabalho no produto — a folha de salários total em dólares dividida pelo valor do produto em dólares. Represente essa fração por α. Observe que $\Delta Y/Y$ é a taxa de crescimento do produto, que vamos representar por g_Y. Do mesmo modo, observe que $\Delta N/N$ é a taxa de variação do insumo trabalho, que vamos representar por g_N. Portanto, a relação anterior pode ser escrita como

$$g_Y = \alpha g_N$$

Generalizando, esse raciocínio implica que a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao crescimento do insumo trabalho é igual a α vezes g_N. Se, por exemplo, o emprego cresce 2% e a fração do trabalho é 0,7, então o crescimento do produto devido ao crescimento do emprego é igual a 1,4% (0,7 × 2%).

De modo semelhante, podemos calcular a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao crescimento do estoque de capital. Como há somente dois fatores de produção, trabalho e capital, e como a fração do trabalho é igual a α, a fração do capital na renda deve ser igual a $(1 - \alpha)$. Se a taxa de crescimento do capital é igual a g_K, então a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao crescimento do capital é igual a $1 - \alpha \times g_K$. Se, por exemplo, o capital cresce em 5% e a fração do capital é 0,3, então o crescimento do produto devido ao crescimento do estoque do capital é igual a 1,5% (0,3 × 5%).

Colocando as contribuições do trabalho e do capital juntas, o crescimento do produto que pode ser atribuído ao crescimento do trabalho e do capital é igual a $[\alpha g_N + (1 - \alpha)g_K]$.

Podemos, então, medir os efeitos do progresso tecnológico pelo cálculo daquilo que Solow chamou de *resíduo*, o excesso do crescimento efetivo do produto g_Y em relação ao crescimento que pode ser atribuído ao crescimento do capital e ao crescimento do trabalho $\alpha g_N + (1 - \alpha)g_K$:

$$\text{Resíduo} \equiv g_Y - [\alpha g_N + (1 - \alpha)g_K]$$

Essa medida é chamada de **resíduo de Solow**. É fácil de calcular. Tudo o que precisamos saber para o cálculo são a taxa de crescimento do produto, g_Y, a taxa de crescimento do trabalho, g_N, e a taxa de crescimento do capital, g_K, junto com as frações do trabalho, α, e do capital, $1 - \alpha$.

Para continuar com nossos exemplos numéricos anteriores, suponha que o emprego cresça 2%, o estoque de capital cresça 5% e a fração do trabalho seja de 0,7 (e, assim, a fração do capital seja 0,3). Então, a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao crescimento do trabalho e ao crescimento do capital é igual a 2,9% (0,7 × 2% + 0,3 × 5%). Se o crescimento do produto é igual, por exemplo, a 4%, então o resíduo de Solow é igual a 1,1% (4% − 2,9%).

O **resíduo de Solow** é, às vezes, chamado de **taxa de crescimento da produtividade total de fatores** (ou de **taxa de crescimento da PTF**, na forma abreviada). O uso de 'produtividade total de fatores' ocorre para distinguir essa taxa da *taxa de crescimento da produtividade do trabalho*, definida por $(g_Y - g_N)$, a taxa de crescimento do produto menos a taxa de crescimento do trabalho.

O resíduo de Solow está relacionado com a taxa de progresso tecnológico de um modo simples. O resíduo é igual à fração do trabalho multiplicada pela taxa de progresso tecnológico:

$$\text{Residual} = \alpha g_A$$

Não vou derivar esse resultado aqui. Mas a intuição dessa relação vem do fato de que o que importa na função de produção $Y = F(K, AN)$ [equação (12.1)] é o produto do estado da tecnologia pelo trabalho, AN. Vimos que, para obter a contribuição do crescimento do trabalho para o crescimento do produto, devemos multiplicar a taxa de crescimento do trabalho por sua parcela. Como tanto N quanto A entram na função de produção do mesmo modo, fica claro que, para obter a contribuição do progresso tecnológico para o crescimento do produto, devemos também multiplicar a taxa de progresso tecnológico pela fração do trabalho.

Se o resíduo de Solow for igual a zero, o progresso tecnológico também será. Para construir uma estimativa de g_A, devemos construir o resíduo Solow e depois dividi-lo pela fração do trabalho. Foi dessa maneira que as estimativas de g_A apresentadas no texto foram obtidas.

No exemplo numérico que vimos anteriormente, o resíduo de Solow é igual a 1,1%, e a fração do trabalho é igual a 0,7. Portanto, a taxa de progresso tecnológico é igual a 1,6% (1,1%/0,7).

Esteja atento às definições de crescimento da produtividade que você viu neste capítulo:

- Crescimento da produtividade do trabalho (de modo equivalente, a taxa de crescimento do produto por trabalhador): $g_Y - g_N$.
- Taxa de progresso tecnológico: g_A.

No estado estacionário, o crescimento da produtividade do trabalho ($g_Y - g_N$) é igual à taxa de progresso tecnológico, g_A. Entretanto, fora do estado estacionário elas não precisam ser iguais. Um aumento da razão capital por trabalhador efetivo devido, por exemplo, a um aumento da taxa de poupança fará com que $g_Y - g_N$ seja maior do que g_A durante algum tempo.

Palavra-chave

- resíduo de Solow, ou taxa de crescimento da produtividade total de fatores, ou taxa de crescimento da PTF, 239

Fonte: Robert Solow, "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, 1957, 312–320.