

A teoria “anel em O” de desenvolvimento econômico

Michael Kremer*

Sumário: 1. Introdução; 2. A função de produção “anel em O” e suas aplicações; 3. Endogenização de qualificação sob informação imperfeita; 4. Generalizações e desdobramentos; 5. Conclusão.

1. Introdução

Muitos processos de produção consistem em uma série de tarefas, e em qualquer delas os erros podem reduzir drasticamente o valor do produto. A espaçonave *Challenger* tinha milhares de componentes e explodiu por ter sido lançada a uma temperatura que provocou o mau funcionamento de um desses componentes: os anéis em O. Peças “irregulares” de vestuário, com pequenas imperfeições, são vendidas pela metade do preço. Empresas podem falir devido à má comercialização, mesmo que o desenho do produto, a manufatura e a contabilidade sejam excelentes. Sustenta-se neste trabalho que a análise de tais processos ajuda a explicar vários fatos estilizados na economia de desenvolvimento e trabalho.

A seção 2 do trabalho propõe uma função de produção na qual essa produção consiste em muitas tarefas, sendo que todas devem ser completadas com êxito para que o produto tenha seu pleno valor. Pressupõe-se que a probabilidade de uma tarefa ser completada com êxito depende da qualificação do trabalhador responsável por ela, e que não é possível substituir um trabalhador de alta qualificação por vários trabalhadores de baixa qualificação. A subseção A Função de Produção “Anel em O” aborda os salários de equilíbrio como função da qualificação do trabalhador no exercício dessa função de produção, e mostra que as firmas agrupam trabalhadores de qualificação semelhante. A subseção Aplicações ao Desenvolvimento e aos Mercados de Trabalho afirma que essa função de produção é consistente com uma série de fatos estilizados na economia de desenvolvimento e trabalho, inclusive as enormes diferenças de salário e produtividade entre países ricos e pobres e a correlação positiva entre os salários de trabalhadores que exercem diferentes ocupações nas firmas. Uma variante do modelo, na qual as tarefas são efetuadas sequencialmente, sugere que a participação da agricultura no PNB será menor com o desenvolvimento. A subseção A Produção Sequencial mostra que os trabalhadores de alta qualificação usam mais tecnologias complexas que englobam mais tarefas. Isso talvez ajude a explicar por que a produção doméstica e as firmas pequenas são a principal forma de organização industrial nos países em desenvolvimento e por que existe correlação positiva entre salários e tamanho da firma, num mesmo país. Embora todos esses fatos estilizados possam ser atribuídos a vários fatores, quando tomados em conjunto sugerem que esse tipo de função de produção é empiricamente relevante.

* Meus agradecimentos a Roland Benabou, Kala Krishna, Eric Maskin, Paul Romer, Sherwin Rosen, Xavier Sala-i-Martin, Phillippe Weil, a muitos ex-colegas de turma em Harvard e sobretudo a Robert Barro pelos comentários e sugestões. A National Science Foundation prestou apoio financeiro durante o período de elaboração deste trabalho.

A seção 3 endogeniza a qualificação do trabalhador como produto de investimento em capital humano. Havendo combinação perfeita de trabalhadores, o investimento em capital humano será ótimo Pareto. Entretanto, se não for possível observar perfeitamente a qualificação do trabalhador, a combinação será conseqüentemente imperfeita, haverá subinvestimento em capital humano e complementaridade estratégica nesse investimento. Logo, os subsídios para a educação serão ótimos. Tais subsídios terão efeitos multiplicadores, e pequenas diferenças em fatores exógenos de país para país provocarão grandes diferenças na qualificação do trabalhador. Se houver complementaridade estratégica suficientemente forte, serão múltiplos os equilíbrios.

A seção 4 generaliza o argumento para abranger funções de produção com rendimentos proporcionais arbitrários e discute a inclusão de funções de produção que induzem as firmas a combinar trabalhadores de qualificação diferente e a outras funções de produção nas quais tarefas diferentes entram assimetricamente. Os resultados são resumidos na conclusão.

O modelo vale-se da análise de *superstars* de Rosen (1981) e de Rosen (1982), Miller (1983) e Lucas (1978), que traçam um modelo de hierarquia organizacional mediante uma função de produção na qual a qualificação gerencial entra multiplicativamente e o trabalho não-qualificado entra com rendimentos-padrão decrescentes. Nesses modelos, aqueles cuja qualificação fica abaixo de um certo nível crítico tornam-se trabalhadores, e os que têm qualificação acima desse nível tornam-se gerentes. Os gerentes com qualificação superior supervisionam um número maior de empregados. Este trabalho apresenta uma abordagem diferente, ao examinar a interação de qualificação no caso de trabalhadores com nível igual na hierarquia. Nesse modelo, ao invés de supervisionarem mais empregados, aqueles que têm qualificação superior trabalham juntamente com colegas que também têm qualificação superior.¹ Assim, este trabalho combina a análise feita por Rosen dos efeitos da qualidade multiplicativa com a análise feita por Becker da combinação em mercados casados.

2. A função de produção “anel em O” e suas aplicações

A função de produção “anel em O”

Consideremos uma firma cujo processo de produção é composto de n tarefas. Numa fábrica de automóveis, uma das tarefas seria a colocação dos freios; num restaurante, o atendimento às mesas. Para simplificar, pressupõe-se que cada tarefa precisa de um só trabalhador; de modo geral, porém, não é necessário que seja assim, e pode-se considerar n como referência ao número de tarefas, e não ao número de trabalhadores. Por enquanto pressuponha-se que n é tecnologicamente fixo. As firmas podem repetir o processo de produção várias vezes, a seu critério. A qualificação (ou qualidade) de um trabalhador para determinada tarefa, q , é definida pelo percentual esperado do valor máximo que tem o produto se o trabalhador cumpre a tarefa. Desse modo, uma q de 0,95 poderia se referir a um trabalhador com 95% de chance de desempenhar a tarefa com perfeição e 5% de chance de desempenhá-la tão mal que o produto fica sem valor; a um trabalhador que sempre cumpre a tarefa de maneira a que o produto mantenha 95% de seu valor; ou a um trabalhador com

¹ Em apêndice que pode ser solicitado ao autor, há um exemplo em que um número maior de trabalhadores tem mais subordinados e também mais colegas de trabalho com qualificação superior.

50% de chance de concluir a tarefa com perfeição e 50% de chance de cometer um erro que reduza o valor do produto para 90% de seu valor máximo possível. A probabilidade de erros cometidos por trabalhadores diferentes é independente. O capital, k , entra na função de produção na forma Cobb-Douglas convencional e não é diferenciado por qualidade. Define-se B como produção por trabalhador com uma só unidade de capital se todas as tarefas forem cumpridas perfeitamente. Logo, a produção esperada é:

$$E[y] = k^\alpha \left(\prod_{i=1}^n q_i \right) nB \quad (1)$$

As firmas são neutras em relação a risco, e por isso o restante do trabalho ignora a distinção entre produção e produção esperada. Há uma oferta de capital fixa, k^* , e um *continuum* de trabalhadores que segue certa distribuição exógena, $\phi(q)$, trabalhadores que não têm opção entre trabalho e lazer e cuja oferta de trabalho é inelástica.

Essa função de produção “anel em O” difere da formulação-padrão da qualificação da mão-de-obra por unidades de eficiência, por não permitir que a qualidade seja substituída pela quantidade em uma única cadeia de produção. Por exemplo, é impossível substituir um bom redator de publicidade, um bom chefe de cozinha ou um bom zagueiro de futebol por dois redatores, chefes de cozinha ou zagueiros medíocres. A forma funcional particular apresentada nesta seção mostra rendimentos crescentes quando se considera o conjunto da qualificação da força de trabalho; mas, como se discute na seção 4, boa parte da análise é generalizada para funções de produção simétricas com derivada cruzada positiva na qualificação do trabalhador.

O equilíbrio competitivo — definido como alocação de trabalhadores às firmas, o conjunto de escalas salariais, $w(q)$, e um valor locativo r — pode ser resolvido de maneira que as firmas maximizem os lucros e o mercado fique aberto a capital e a trabalhadores de todos os níveis de qualificação.

As firmas que têm uma curva salarial, $w(q)$, e valor locativo, r , escolhem um nível de k e a qualificação de cada trabalhador, q_i , para maximizar a receita menos o custo:

$$\max_{k, \{q_i\}} k^\alpha \left(\prod_{i=1}^n q_i \right) nB - \sum_{i=1}^n w(q_i) - rk \quad (2)$$

A condição de primeira ordem associada a cada uma das q_i é

$$\frac{dw(q_i)}{dq_i} = \frac{dy}{dq_i} = \left(\prod_{j \neq i} q_j \right) nB k^\alpha \quad (3)$$

Intuitivamente, quando uma firma substitui um trabalhador por outro de qualificação ligeiramente superior, sem fazer alteração alguma na qualificação dos demais trabalhadores, deve obter um aumento de produção igual ao aumento necessário na folha de pagamentos para pagar o trabalhador de qualificação superior. O produto marginal da qualificação, dy/dq_i , deve ser igual ao custo marginal da qualificação, $dw(q_i)/dq_i$, senão a firma preferiria contratar trabalhadores de qualificação ou inferior ou superior.

A busca de equilíbrios pode restringir-se às alocações de trabalhadores a firmas onde todos os trabalhadores empregados por qualquer firma têm o mesmo q . Isso porque a derivada do produto marginal de qualificação para o i -ésimo trabalhador com respeito à qualificação dos outros é positiva:

$$\frac{d^2y}{dq_i d(\prod_{j \neq i} q_j)} = nBk^\alpha > 0 \tag{4}$$

Essa derivada cruzada positiva significa que as firmas com trabalhadores com q alto nas primeiras tarefas $n-1$ consideram do maior valor ter trabalhadores de alta qualificação desempenhando a tarefa n , de maneira que oferecem o máximo por esses trabalhadores. Em equilíbrio, trabalhadores de idêntica qualificação são combinados em firmas, assim como cônjuges de qualidade similar são combinados no modelo de casamento de Becker.² Por enquanto pressupõe-se casamento perfeito; a seção 3 examina o casamento imperfeito.

Dado que os trabalhadores de mesma qualificação são combinados, $q_j = q_i$ para todo j e a condição de primeira ordem em q pode ser assim reescrita:

$$\frac{dw}{dq} = q^{n-1} nBK^\alpha \tag{5}$$

A condição de primeira ordem em capital, $\alpha k^{\alpha-1} q^n nB = r$, implica

$$k = \left(\frac{\alpha q^n nB}{r} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{6}$$

É simples mostrar que os pagamentos ao capital são αy . O valor locativo de equilíbrio em k, r , será o que iguala oferta e demanda de capital

$$\int_0^1 \left[\frac{\alpha q^n nB}{r} \right]^{1-\alpha} \frac{1}{n} \partial \phi(q) = k^* \tag{7}$$

A condição de primeira ordem em q , (5), pode ser reescrita substituindo-se o valor de k na equação (6)

$$\frac{dw}{dq} = nq^{n-1} B \left(\frac{\alpha q^n nB}{r} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{8}$$

² Becker (1981:72) reproduz uma prova formal apresentada por William Brock mostrando que uma derivada cruzada positiva implica combinação assortativa positiva.

A integração gera a série de curvas salariais que permite às firmas contratarem trabalhadores de qualquer nível de qualificação para satisfazer a condição de primeira ordem:

$$w(q) = (1 - \alpha)(q^n B)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{\alpha n}{r}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} + c \quad (9)$$

ou igualmente,

$$w(q) = (1 - \alpha)q^n Bk^\alpha + c \quad (10)$$

A constante de integração, c , representa o salário de um trabalhador de qualificação zero que nunca desempenha uma tarefa com êxito. Multiplicando-se a curva salarial por n — o número de trabalhadores —, vê-se que a conta salarial total é $(1 - \alpha)Y + nc$. Visto que os pagamentos ao capital são αY , a condição de lucro zero implica que a constante de integração seja igual a zero.

Já que os lucros são zero para todas as firmas com a curva salarial $w(q)$, não importa às firmas o nível de qualificação de seus trabalhadores, desde que a qualificação de sua força de trabalho seja homogênea. Há equilíbrio quando as firmas precisam de tantos trabalhadores de cada qualificação quantos existem na população. Como se trata de um problema bem equacionado, o equilíbrio é ótimo e só existe até serem realocados trabalhadores de igual qualificação.

Aplicações ao desenvolvimento e aos mercados de trabalho

As funções de produção “anel em O” são consistentes com uma série de fatos estilizados em economia de desenvolvimento e trabalho. Cada um desses fatos estilizados pode dever-se a diversos fatores, mas tomados em conjunto sugerem que as funções de produção “anel em O” são empiricamente relevantes.

- Os diferenciais de salário e produtividade entre países ricos e pobres são enormes.

Segundo o Banco Mundial (1990), o PIB *per capita* dos EUA é 20 vezes superior ao de Bangladesh, calculado por valores ajustados pela paridade de poder de compra, e mais de 100 vezes superior ao de Bangladesh, calculado por valores de taxa de câmbio, que supostamente indicam a capacidade de produzir bens comercializáveis. Seja como for, a disparidade é enorme. Diferenças de capital físico têm sido usadas para explicar diferenças de renda internacionais; porém, como Lucas (1990) argumenta em *Why doesn't capital flow from rich to poor countries?* (Por que o capital não flui dos países ricos para os pobres?), o capital físico deve ser móvel, havendo incentivos suficientemente grandes. Lucas calcula que se a diferença de renda entre os EUA e a Índia se devesse apenas a diferenças de capital físico, o produto marginal do capital na Índia seria 58 vezes maior que o dos EUA.

A qualidade dos trabalhadores pode ser outra fonte potencial de diferença nos níveis de renda. Barro (1989) e Mankiw, Romer & Weil (1990) consideram o capital humano fator importante no crescimento econômico. Ademais, estudos microeconômicos constataam diferenças surpreendentemente grandes na produtividade do trabalhador de país para país: Clark

(1987) estuda fábricas têxteis do início do século XX e constata que "... o trabalho de um operário da indústria têxtil de algodão da Nova Inglaterra equivalia ao de 1,5 britânico, 2,3 alemães, e quase seis gregos, japoneses, indianos ou chineses". Fazendo ver que em todas as partes do mundo utilizava-se o mesmo equipamento, Clark descarta as diferenças de uso intensivo de tecnologia e capital como causas dessas diferenças de produtividade, e aponta diferenças de "eficiência pessoal" entre trabalhadores de países diferentes. Contudo, ainda que fossem plausíveis algumas diferenças nacionais de qualificação do trabalhador, seria difícil entender a causa de diferenças de tal magnitude.

Uma função de produção "anel em O" propicia um mecanismo pelo qual pequenas diferenças na qualificação do trabalhador criam grandes diferenças de produtividade e salário. No âmbito dessa função de produção, a produção é homogênea de grau $n/(1-\alpha)$ em q , de maneira que pequenas diferenças na qualificação do trabalhador criam grandes diferenças de produção e salário. Além disso, em equilíbrio, usa-se mais capital físico com trabalhadores de qualificação superior, contribuindo assim para responder a Lucas quando pergunta por que o capital não flui dos países ricos para os pobres. Intuitivamente, é menos provável que os trabalhadores de qualificação superior cometam erros que desperdicem o valor locativo do capital, e é portanto ótimo que eles usem mais capital.

- As firmas contratam trabalhadores de qualificação diferente e produzem bens de qualidade diferente.

Em muitas indústrias, firmas diferentes contratam trabalhadores de diferentes níveis de qualidade. Os restaurantes, por exemplo, apresentam diversos níveis de qualidade. O McDonald's não contrata cozinheiros famosos, assim como o Maxim's não emprega adolescentes como garçons. Charlie Parker e Dizzy Gillespie trabalham juntos, assim como Donny e Marie Osmond. No caso de bens comercializáveis, essa divisão é com frequência internacional, o que tem conseqüências tanto para o desenvolvimento quanto para os mercados de trabalho. Itália, Taiwan e China exportam bicicletas. O fato de as companhias italianas competirem com a mão-de-obra chinesa mais barata talvez se explique, em parte, pela substituição de capital italiano mais barato. Porém, um argumento semelhante ao de Lucas indica que seriam necessárias diferenças enormes de custo de capital para igualar os custos de produção da Itália e da China. As diferenças sistemáticas de qualidade do produto, somadas às diferenças de qualificação dos empregados, explicam de modo mais plausível por que os fabricantes italianos de bicicletas podem competir com seus colegas chineses.

- Há correlação positiva entre os salários de trabalhadores que ocupam cargos diferentes numa mesma empresa.

As secretárias que trabalham em bancos de investimento ou em grandes firmas de advocacia ganham mais do que as que trabalham em bancos comerciais ou em escritórios locais de advocacia.³ Tem-se sugerido como explicação as pressões por igualdade dentro das empresas e por aluguéis industriais, mas as funções de produção "anel em O" fornecem outra

³ Ver Katz & Summers (1989, tab. III) para comprovar que faxineiros e secretárias ganham mais nas indústrias onde o salário médio é mais alto.

explicação, pois implicam que secretárias de q superior trabalharão com advogados e banqueiros de q superior.

- As firmas oferecem empregos apenas a alguns trabalhadores, ao invés de pagar a todos os trabalhadores seu produto marginal estimado.

Em uma função de produção convencional, uma construtora, por exemplo, poderia contratar pedreiros de qualquer qualificação, pagando salários de acordo com a produção futura estimada. Em uma função de produção “anel em O”, a firma precisa de pedreiros cuja qualificação se equipare à de seus carpinteiros, eletricitistas e bombeiros hidráulicos, e estará disposta a gastar recursos entrevistando diversos empregados para um único posto, a fim de encontrar um pedreiro que corresponda à qualificação certa. A firma até poderia se dispor a contratar um pedreiro de qualificação inadequada, mas isso não teria sentido, já que o salário seria bem inferior ao que o trabalhador poderia ganhar em outro emprego, e talvez fosse até mesmo negativo. Dessa maneira, as funções de produção “anel em O” contribuem para proporcionar uma base racional às teorias de desemprego fundamentadas na busca de empregos, como a de Jovanovic (1979), na qual os trabalhadores têm produtividade diferente em firmas diferentes.

- A distribuição de renda é enviesada para a direita.

O modelo se enquadra na distribuição de renda, pelo menos desde que se suponha que os parâmetros se distribuem simetricamente. Nesse modelo, se q é distribuído simetricamente, y será enviesado para a direita e o logaritmo y será simétrico.⁴ Aliás, a distribuição de renda apresenta desvio para a direita tanto em cada país como de um país para outro. O logaritmo de renda é distribuído mais ou menos simetricamente.

A produção seqüencial

Até agora o pressuposto é de que todas as tarefas são cumpridas simultaneamente. De fato, alguns processos de produção consistem em diversas etapas, empreendidas com uma tecnologia que permite aos trabalhadores detectarem erros e evitarem desperdiçar trabalho com itens defeituosos. Por exemplo, um dos assistentes de Rembrandt prepara a tela, outro pinta boa parte da figura e, por fim, se fosse aceitável, Rembrandt pintaria o rosto e as mãos. Em tais processos os trabalhadores com q superior são alocados às últimas etapas de produção em equilíbrio, visto que nestas os erros destroem insumos de maior valor que nas etapas iniciais. Isso se assemelha aos modelos de hierarquia, no sentido de que um trabalhador de etapa superior trabalha com mais de um trabalhador de etapa inferior.

Para uma visão mais formal, pressupõe-se que várias etapas de produção são necessárias para transformar algum bem livre e não-produzido num bem final. Cada etapa precisa de uma unidade de trabalho e de uma unidade de produto que venham da etapa de produção anterior. Todas as etapas de produção poderiam ser efetuadas dentro de uma única firma, ou cada etapa poderia ser efetuada em firmas diferentes. Para simplificar, a partir de agora pressupõe-se que $\alpha = 0$, de modo que o capital não entre na função de

⁴ Sou grato a Sherwin Rosen por ter-me assinalado isso.

produção. Um trabalhador de qualificação q consegue transformar uma unidade de produto da 1ª etapa- i no produto da etapa i -ésima com probabilidade q e comete um erro que destrói o produto com probabilidade $1 - q$.⁵ Suponhamos que p_i denote o preço do produto na i -ésima etapa de produção. Para uma firma na i -ésima etapa de produção, que empregue um trabalhador de qualificação q_i e use uma unidade do 1º bem- i como insumo, a expectativa de lucro equivale a $q_i p_i - p_{i-1} - w(q_i)$. Em equilíbrio, as firmas auferem lucro zero e portanto $q_i p_i - p_{i-1} - w(q_i) = 0$. Isso implica $w(q_i) = q_i p_i - p_{i-1}$, e como $p_i > p_j$ para $i > j$, a curva do salário de equilíbrio é mais íngreme em q em etapas posteriores de produção.

Pressupõe-se que houvesse uma alocação equilibrada de trabalhadores a tarefas nas quais $q_i < q_j$ para $i > j$, isto é, nas quais uma etapa superior de produção tivesse um trabalhador de qualificação inferior. Como $i > j$, $p_i > p_j$. Dada a curva de salário derivada anteriormente, se os dois trabalhadores trocassem de tarefa, sua renda total mudaria em $(p_i - p_j)(q_j - q_i)$. Posto que ambos os termos são positivos, a renda total aumenta se os trabalhadores trocam de tarefa, e conseqüentemente a alocação de trabalhadores a tarefas não é um equilíbrio. Assim, em equilíbrio, os trabalhadores de q superior devem ser alocados a etapas posteriores de produção.

Essa variante da função de produção é consistente com os dois fatos estilizados seguintes:

- Os países pobres têm maior participação de produção primária no PNB.
- Os trabalhadores recebem mais em indústrias com insumos de alto valor.

Na produção seqüencial, os países com trabalhadores de alta qualificação se especializam em produtos que exigem bens intermediários caros, enquanto os países com trabalhadores de baixa qualificação se especializam em produção primária. Nos países pobres, de fato, mesmo que o território seja pequeno, a agricultura e a produção primária têm participação consistentemente alta no PNB. El Salvador, por exemplo, tem somente 1/12 do território cultivável *per capita* do Canadá, porém a participação agrícola no seu PIB é de 19%, contra 3% no Canadá. Como os salvadorenos são mais pobres, não é de admirar que tenham maior participação de alimentos no consumo, mas, dada a possibilidade de comércio, não fica claro por que têm maior participação da agricultura na produção. Apesar de haver outras explicações, como a baixa intensidade de capital humano na agricultura, o modelo de produção seqüencial talvez explique em parte por que os países pobres se concentram na produção primária. Kwon (1992) conclui que a produtividade na ex-URSS mostrou mais defasagem em relação aos EUA nas indústrias de bens finais e intermediários e aproximou-se mais dos níveis norte-americanos nas indústrias de bens primários. (A agricultura foi exceção, mas isso pode ser atribuído a problemas de monitoramento de trabalhadores, o que torna a agricultura muito inadequada à propriedade estatal.) No nível de país, a produção seqüencial contribui para explicar por que são bem pagos os trabalhadores da indústria automobilística, os lapidários de diamantes e outros que trabalham com insumos de alto valor.

Além de se enquadrar nos fatos estilizados mencionados, as funções de produção “anel em O” aumentam a importância quantitativa de salários de eficiência, estrangulamentos e

⁵ À diferença do resto do estudo, esta variante da função de produção pressupõe que os trabalhadores cumpram sua tarefa com perfeição, ou então tão mal que o produto fique sem valor e não possa ser aproveitado em etapas posteriores de produção.

restrições comerciais. As funções de produção “anel em O” acentuam os efeitos de salário de eficiência por ampliarem a perda por negligência. Aumentam o impacto dos estrangulamentos não só diretamente, mas também indiretamente, através de seu impacto sobre incentivos a investir em qualificação. Como exemplo, pressuponha-se que são necessárias n tarefas para produzir um bem, e considere-se, tomando q como tarefa-específica, o efeito de dividir o q de todos os trabalhadores da economia em duas tarefas, digamos manutenção de máquinas e contabilidade. As alocações de trabalhadores a firmas não mudam, pois as pessoas de qualificação superior nas últimas duas tarefas ainda estão trabalhando com as pessoas de qualificação superior nas primeiras tarefas $n-2$. Entretanto, a produção cai em 75%. Além disso, dw/dq_i cai em 75% nos demais setores $n-2$ e portanto também cai o incentivo para investir em q (através da educação, por exemplo). À medida que os empregados destes setores reduzem seu investimento em qualificação, reduzem ainda mais o nível de q na economia, e conseqüentemente o incentivo a acumular qualificação.

Embora os estrangulamentos gerem altos retornos às qualificações que faltam, o mercado pode não remover os estrangulamentos causados por insumos de baixa qualidade de bens públicos tais como proteção policial, eletricidade e água, ou infra-estrutura de comunicações e transportes. De modo mais geral, a baixa capacidade interna em setores onde o comércio é dispendioso ou impossível pode provocar estrangulamentos. Como assinala Clague (1991a, 1991b) as empresas podem integrar-se verticalmente para evitar usar insumos não-confiáveis de outras partes da economia. Assim, as fábricas chinesas fornecem escola e moradia a seus trabalhadores, e as multinacionais ocidentais que operam em países em desenvolvimento importam alguns insumos necessários e montam economias de encrave para suprir outros. Por exemplo, na Rússia, o McDonald's não conseguia comprar no mercado interno a carne bovina da qualidade de que precisava, não tinha autorização para importá-la e portanto providenciou sua própria produção de carne. No entanto, ao se integrarem verticalmente, as firmas ficam sujeitas a rupturas em qualquer ponto ao longo de uma cadeia de produção mais extensa.

A opinião atual na economia de desenvolvimento é de que restrições comerciais provocam grandes prejuízos em bem-estar, e não os proverbiais pequenos triângulos de Harberger. As funções de produção “anel em O” dão suporte a essa opinião, visto que indicam que restrições comerciais, sobretudo as quantitativas, podem paralisar a produção, ao impedirem que os setores de estrangulamento sejam evitados.

A escolha de tecnologia em equilíbrio

Até agora tomamos n , o número de tarefas, como tecnologicamente fixo, mas a análise pode ser generalizada para permitir que as firmas escolham entre tecnologias com n diferentes. Um fabricante de VCR poderia montar desde um simples aparelho VCR de US\$150 até um aparelho de US\$800 com *timer*, controle remoto e eliminador automático de comerciais. Um agricultor poderia semear e esperar que as sementes crescessem, ou poderia construir terraças, escavar valas de irrigação, cultivar mudas num viveiro, fertilizar seus campos e se proteger de riscos no mercado de futuros. Mais fundamentalmente, as firmas podem escolher se vão produzir bens complexos como aviões, ou produtos mais simples, como têxteis. Para simplificar, pressuponha-se que todas as tarefas exijam a mesma quantidade de trabalho e defina-se $B(n)$ como o valor de produção por tarefa se todas as tarefas são cumpridas com perfeição. Pressuponha-se que se todas as tarefas são cumpridas corretamente, há bene-

fícios no uso de tecnologia mais complexa, pelo menos durante um certo período, mas que esses benefícios diminuem à medida que a tecnologia se torna mais complexa, de maneira que $B'(0) > 0 > e B''(n) < 0$.⁶

Aumentar n não significa subdividir as tarefas existentes pela divisão smithiana de trabalho: não há por que pressupor que a chance de erro aumenta se um trabalhador coloca o parafuso e outro coloca a porca. Significa, isso sim, passar a adotar diferentes técnicas de produção ou produtos em que existam mais áreas potenciais para erros que afetem o valor do trabalho feito em outras áreas. Dessa forma, produzir um carro exige mais tarefas do que produzir uma bicicleta, pois há maior número de coisas que podem redundar em erro. Fica difícil fazer afirmações importantes sobre o número de tarefas. Por exemplo, pode-se considerar que um garçom cumpre uma única tarefa com q de 0,97, ou três tarefas — anotar o pedido, servir a comida e recolher a nota — cada uma com um q de aproximadamente 0,99.

As firmas enfrentam o problema:

$$\max_{n, (q_i)} \left[\prod_{i=1}^n q_i \right] nB(n) - \sum_{i=1}^n w(q_i) \quad (11)$$

Em equilíbrio, cada firma deve satisfazer uma condição de primeira ordem para uma escolha ótima de n e de cada um dos q_i . Visto que a condição de primeira ordem na escolha do q_i é a mesma da subseção A Função de Produção “Anel em O”, pode-se mais uma vez buscar equilíbrios restringindo-se as alocações de trabalhadores a firmas onde trabalhem juntos empregados da mesma qualificação, e o problema da firma pode ser assim escrito:

$$\max_{n, q} q^n nB(n) - nw(q) \quad (12)$$

Portanto, a condição de primeira ordem na escolha de n é

$$q^n B(n) - w(q) + n[\log(q)q^n B(n) + B'(n)q^n] = 0 \quad (13)$$

A condição de primeira ordem em q implica $w(q) = q^n B(n)$, como na subseção mencionada. Substituindo $w(q)$ e simplificando,

$$-\log(q) = \frac{B'(n)}{B(n)} \quad (14)$$

O lado esquerdo declina monotonicamente em q . Como $B'(0) > 0$ e $B''(n) < 0$, o lado direito declina monotonicamente em n desde que $B'(n) > 0$. Logo, n é função implícita de q com $n'(q) > 0$. Assim, as firmas que produzem bens ou usam tecnologias que exigem n alto empregarão trabalhadores de q alto. Intuitivamente, os erros são mais onerosos para firmas

⁶ É possível refutar o argumento abaixo com n restrito a números inteiros, usando análogos inteiros dos pressupostos de que $B'(0) > 0$ e $B''(n) < 0$.

com n alto, de maneira que por isso dão mais valor a trabalhadores qualificados, e em equilíbrio esses trabalhadores lhes são alocados.

Nossa premissa implícita é de que a razão de valor de bens produzidos com n diferentes independe da produção total na economia; isso pode se aplicar à escolha da técnica para produzir um único bem, mas não se aplica à escolha de produtos. Num modelo mais geral em que os produtos de tecnologias com n diferentes são substitutos imperfeitos, trabalhadores com q superior continuarão a trabalhar com tecnologias com n superior, porém a alocação de trabalhadores a tecnologias dependerá de vantagem comparativa, e conseqüentemente da plena distribuição de q na economia.

A relação entre n e q enquadra-se no fato estilizado que

- Os países ricos especializam-se em produtos complexos.

A previsão de que os países com q alto usarão tecnologias que exigem mais tarefas enquadra-se no padrão de especialização internacional segundo o qual os países ricos se especializam em produtos complexos, como aviões, enquanto os países pobres produzem produtos mais simples como têxteis. Uma medida da complexidade do produto é o número de insumos diferentes e , para Clague (1991a, 1991b), os países pobres são relativamente menos eficientes em indústrias com grande número de setores de insumos e alta dispersão de participação de insumos, tal como medido pela tabela insumos-produtos dos EUA.

Estritamente falando, n refere-se ao número de tarefas, e não ao número de trabalhadores. Se a firma não dispuser de uma teoria plenamente elaborada, fica difícil fazer declarações incisivas sobre a relação entre uma firma e um processo de produção. No entanto, se os trabalhadores melhoram sua eficiência especializando-se em determinadas tarefas e se existem problemas de amplitude de controles ao se repetir um processo de produção indefinidamente e problemas de custo de transação ao se dividi-lo arbitrariamente, então é provável que haja uma correlação positiva entre o número de tarefas e o número de trabalhadores. Dada essa correlação positiva, o modelo é consistente com os seguintes fatos estilizados:

- As firmas são maiores nos países ricos.
- Há uma correlação positiva entre o tamanho da firma e os salários que paga.

O modelo prevê que as firmas de países mais pobres irão escolher tecnologias de n inferior, e que se houver correlação entre n e o tamanho da firma, as firmas serão menores nos países mais pobres. É fato que as firmas unifamiliares predominam na maioria dos países pobres. Isso reflete não só a maior participação da agricultura nos países em desenvolvimento, mas também a estrutura das firmas dentro dos setores. No comércio varejista de alimentos, por exemplo, as firmas nos países em desenvolvimento constituem-se tipicamente de uma única pessoa ou família, enquanto que nos países ricos há redes imensas de supermercados com caixas especializados, estocadores, caminhoneiros e pessoal de publicidade. Para Clague (1991a, 1991b), os países ricos têm maior eficiência relativa em indústrias com mais empregados por firma. Em nível de país, a inferência do modelo de que as firmas com n superior empregam trabalhadores com q superior corrobora as correlações empíricas entre tamanho da firma e indicadores observáveis de qualidade do trabalhador, e entre tamanho da firma e salários, documentadas por Brown & Medoff (1989), entre outros.

3. Endogenização de qualificação sob informação imperfeita

A seção 2 tomou q como exógena e afirmou que pequenas diferenças de q podem acarretar efeitos importantes. Esta seção endogeniza a qualificação como o produto do investimento em educação ou esforço, e , para modelar possíveis fontes de diferenças de qualificação. Mostra que quando os trabalhadores se combinam imperfeitamente, porque a qualificação não pode ser observada perfeitamente, há subinvestimento em qualificação, complementaridade estratégica naquele investimento e a possibilidade de múltiplos equilíbrios. Primeiro, porém, discute o caso referencial do investimento em qualificação sob combinação perfeita e considera brevemente a combinação imperfeita decorrente da disponibilidade limitada de trabalhadores de determinados níveis de qualificação.

Se os trabalhadores puderem se combinar perfeitamente, enfrentarão a curva de salário derivada na seção 2 e, portanto, escolherão otimamente a educação. Os trabalhadores de diferentes países poderiam escolher q diferentes devido a diferenças de sistemas de educação, políticas fiscais, ou setores de estrangulamento não-comerciáveis, que afetam os incentivos a investir em educação. Uma vez que nas funções de produção “anel em O” a produção é função convexa de q , os problemas de acumulação enfrentados pelos trabalhadores podem ser não-convexos mesmo que q seja função côncava da educação. Como outros têm demonstrado, se os mercados de capital são imperfeitos, os problemas não-convexos de acumulação podem levar a múltiplos equilíbrios em níveis de capital humano (Dechert & Nishimura, 1983) e a curvas de Kuznets (Galor & Zeira, 1989).

Contudo, se os trabalhadores não puderem se combinar perfeitamente, não enfrentarão a curva de salário da seção 2, e talvez não escolham e otimamente. A combinação imperfeita pode ocorrer devido à falta de trabalhadores em determinados níveis de qualificação ou a informações imperfeitas sobre níveis de qualificação. Entendo que o segundo fator seja provavelmente mais importante, porém o primeiro merece uma breve discussão.

Num modelo determinístico em que os trabalhadores são completamente idênticos e não há aleatoriedade no processo de educação, todos os trabalhadores podem escolher o mesmo nível de educação, e portanto os trabalhadores não enfrentarão a curva de salário completa da seção 2, visto que não poderão se combinar perfeitamente se escolherem qualquer outro nível de q . Assim, é possível que todos os trabalhadores se combinem num nível subótimo de qualificação (por exemplo, zero). Contudo, se existir um *continuum* de agentes e se o processo de educação incorporar um termo de erro tal que todos os valores de q tenham densidade positiva em qualquer nível de educação, os trabalhadores de qualquer qualificação poderão se combinar perfeitamente. Portanto, a renda ou escolha de educação do trabalhador não será influenciada pela escolha de educação de qualquer outro agente.

Entretanto, numa população finita, os trabalhadores não poderão se combinar perfeitamente e combinar-se-ão em ordem de qualificação, enquanto os salários dependerão de um complexo esquema de barganha. Como a qualificação é específica à indústria e à tarefa, talvez sejam necessárias grandes populações para que as pessoas encontrem estreitas combinações na sua atividade. Fred Astaire nasceu em Omaha, Nebraska; Ginger Rogers, em Independence, Missouri. Foi preciso ir a Nova York para se encontrarem. Assim, a combinação cria incentivos para que as pessoas se agrupem nas cidades. Se há custos de congestionamento, pode ser eficiente que os setores comerciáveis se concentrem em cidades diferentes: automóveis em Detroit, moda em Milão, música *country* em Nashville.

Os incentivos a investir em capital humano aumentam com a população. O incentivo a investir em capital humano é dado por $dw/dq_i = E(\prod_{j \neq i} q_j)$. Pressupondo-se que as firmas tenham três ou mais trabalhadores, a expectativa desse produto será maior se houver uma população maior, de modo que se crie a possibilidade de que as qualificações dos colegas fiquem mais próximas. Assim, avanços tecnológicos que permitam combinações entre regiões diferentes, ou mudanças políticas ou culturais que permitam combinações entre grupos diferentes, aumentarão não só a produção, mas também os incentivos a investir em capital humano. O retorno maior de q em áreas muito povoadas pode ajudar a explicar por que é mais provável que as pessoas instruídas emigrem das áreas rurais para as cidades.

A combinação imperfeita pode reduzir a variação de renda nos países em relação à variação de renda média entre os países. Pressupõe-se que q é uma função de educação e que a escolha de educação depende tanto de fatores específicos individuais, como preferências de educação, quanto de fatores específicos por país, como impostos sobre a renda do trabalho. Pressupõe-se ainda que a distribuição de q em cada país devida a fatores específicos individuais seja mais densa no centro do que nas extremidades. Os agentes então têm o incentivo de escolher um nível de investimento em educação que os aproxime do centro de distribuição, onde há disponibilidade de combinações mais bem equilibradas. Esse processo é auto-reforçador, pois à medida que os agentes escolhem níveis de educação que os aproximam do centro de distribuição, as extremidades se tornam mais diluídas.

As informações imperfeitas sobre qualificação constituem outra causa (provavelmente mais importante) de combinação imperfeita. Mais adiante, afirmamos que informações imperfeitas levam a subinvestimento em qualificação e à complementaridade estratégica nesse investimento. Intuitivamente, é mais valioso ser um trabalhador de alta qualificação quando se tem colegas de alta qualificação, e, sob combinação imperfeita, a qualificação esperada nos colegas aumenta no nível de educação escolhido pelo resto da população. Daí os agentes terem mais incentivo a escolher um alto nível de educação se outros agentes também escolhem um alto nível de educação. Isso gera efeitos multiplicadores: por exemplo, um pequeno subsídio à educação pode gerar grandes diferenças em q e em produção. Uma complementaridade estratégica suficientemente forte gera múltiplos equilíbrios em investimento em qualificação. Para uma visão mais formal desses efeitos, pressupõe-se que a tecnologia de produção seja

$$Y = n \prod_{i=1}^n q_i$$

onde n é fixo, e haja uma tal tecnologia em educação estocástica que a qualificação, q , dependa de e , a educação ou o esforço,

$$\log(q) = \log[g(e)] + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (16)$$

onde

$$g' > 0 \quad g'' < 0 \quad g'(0) = \infty \quad g(e) > 0 \quad g(\infty) = 1 \quad (17)$$

A qualificação é observada (até pelo próprio agente) apenas através de um resultado de teste, t , que é uma função estocástica de qualificação real.

$$\log t = \log q + \mu \quad u \sim N(0, \sigma_\mu^2) \quad \text{cov}(\mu, \varepsilon) = 0 \quad (18)$$

A forma logarítmica para os erros é escolhida de modo que q assuma apenas valores positivos.⁷ Os termos de erro ε e μ correspondem à variação aleatória na capacidade dos trabalhadores de absorver educação e de traduzir sua qualificação em resultados de teste, respectivamente.

Há dois períodos. No primeiro, os trabalhadores neutros em termos de risco escolhem um nível de educação e obtêm realizações de q e t . No segundo, firmas neutras em termos de risco combinam trabalhadores com o mesmo resultado de teste e lhes pagam conforme sua produtividade esperada, dado seu resultado no teste. Normalizando o custo de uma unidade de educação em 1, o pagamento ao trabalhador, V , será seu salário menos sua educação.

Sigo Cooper & John (1988) ao examinar apenas equilíbrios Nash simétricos (SNE) de estratégia pura, nos quais todos os agentes escolhem um nível de educação, e , o que torna ótimo para cada agente escolher e como seu nível de educação. Assim, num SNE $V_1(e, e) = 0$, onde V é o pagamento, o primeiro argumento é o nível de educação do agente e o segundo argumento é o nível de educação escolhido pelos demais agentes, que são colegas em potencial.

O e ótimo depende da curva do salário, que por sua vez depende do nível de educação escolhido por todos os outros trabalhadores na economia, \bar{e} . Para chegar à curva do salário, é preciso resolver um problema de extração de sinal, a fim de achar a expectativa condicional da qualificação de um trabalhador, dado seu resultado de teste e os resultados de teste de outros agentes na economia.

Em equilíbrio, todos os agentes escolhem o nível de esforço \bar{e} , e conseqüentemente a expectativa de $\log(q)$ e $\log(t)$ para todos os agentes é $\log(\bar{q})$, onde \bar{q} é definido como $q(\bar{e})$. As firmas podem deduzir \bar{e} e portanto \bar{q} observando a distribuição dos resultados de teste de todos os agentes. Como $\log(q) = \log(\bar{q}) + \varepsilon$ e $\log(t) = \log(\bar{q}) + \varepsilon + \mu$, e ε e μ são normais independentes, a distribuição condicional de $\log q$ para um agente com resultado de teste t dado \bar{q} é

$$\log q|t, \bar{q} \sim N\left(\theta \log t + (1 - \theta) \log \bar{q}, \frac{\sigma_\varepsilon^2 \sigma_\mu^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\mu^2}\right) \quad (19)$$

onde θ é a participação da variância no resultado de teste devido à variância em capacidade real,

$$\theta \equiv \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\mu^2} \quad (20)$$

⁷ Esta formulação permite $q > 1$ se as pessoas recebem uma realização favorável de ε . Isso diverge da interpretação de q como reflexo da percentagem de valor máximo retido; mas não tem outros efeitos sobre a análise.

Assim, não havendo erro de testagem ($\sigma_{\mu}^2 = 0$), a expectativa condicional de qualificação equivale ao resultado de teste, enquanto que não havendo variação na capacidade de absorver educação ($\sigma_{\varepsilon}^2 = 0$), a expectativa condicional de qualificação é \bar{q} .

Dada a distribuição condicional de $\log(q)$ para um único trabalhador com resultado de teste t , uma firma que contrate trabalhadores com resultado de teste t tem distribuição condicional de \log (produção) de

$$\log\left(n \prod_{i=1}^n q_i\right) | t, \bar{q} \sim N\left[\log n + n(\theta \log t + (1-\theta) \log \bar{q}), n \frac{\sigma_{\varepsilon}^2 \sigma_{\mu}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{\mu}^2}\right] \quad (21)$$

A expectativa condicional de produção, portanto, é

$$E\left(n \prod_{i=1}^n q_i\right) | t, \bar{q} = n \exp[n(\theta \log t + (1-\theta) \log \bar{q} + \log A)] \quad (22)$$

onde A é a constante

$$A \equiv \exp\left[\frac{1}{2} \frac{\sigma_{\varepsilon}^2 \sigma_{\mu}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{\mu}^2}\right] \quad (23)$$

Isto se simplifica para

$$E\left(n \prod_{i=1}^n q_i\right) | t, \bar{q} = n t^{n\theta} \bar{q}^{n(1-\theta)} A^n \quad (24)$$

Pela condição de lucro zero, o salário é $1/n$ vezes o produto esperado

$$w(t, \bar{q}) = t^{n\theta} \bar{q}^{n(1-\theta)} A^n \quad (25)$$

Para $0 < \theta < 1$, o salário de cada agente está aumentando não só no seu resultado de teste, mas também em \bar{q} , o nível de qualificação escolhido pelos demais agentes. (Note-se que no caso especial de não haver nenhum erro de medição, tanto θ como A equivalem a 1, e a fórmula para o salário é igual à derivada na seção 2 sob combinação perfeita.)

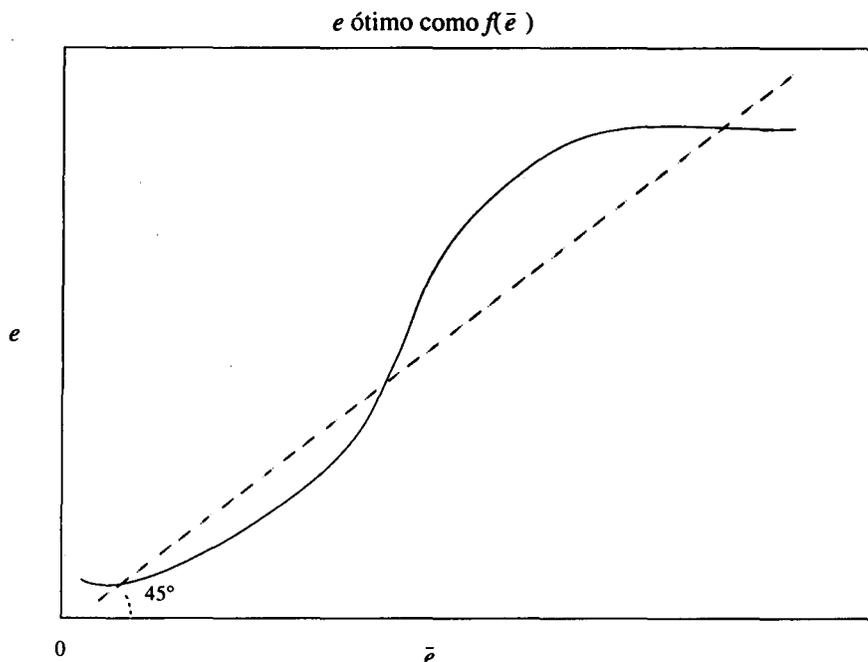
O produto marginal da educação aumenta com a educação dos demais agentes. O pagamento, V , é o salário menos o custo da educação:

$$V(e, \bar{e}) = [g(e) \exp(\varepsilon + \mu)]^{n\theta} g(\bar{e})^{n(1-\theta)} A^n - e \quad (26)$$

A derivada cruzada do pagamento no que diz respeito à própria educação e à de outros é portanto positiva, quaisquer que sejam as realizações de ε e μ ,

$$V_{12} = n\theta [g(e)]^{n\theta-1} g'(e) [\exp(\varepsilon + \mu)]^{n\theta} n(1-\theta) g(\bar{e})^{n(1-\theta)-1} g'(\bar{e}) A^n > 0 \quad (27)$$

e, conseqüentemente, há complementaridade estratégica: os agentes aumentam sua educação em resposta a incrementos na educação dos demais agentes.⁸



A figura mostra o e ótimo como uma função do nível de \bar{e} escolhido pelos outros agentes. Como $g(e) > 0$ e $g'(0) = \infty$, a educação zero nunca pode ser ótima, e como $g(e)$ é limitado, o e ótimo é limitado. Ocorrem SNE onde a função reação cruza a linha de 45 graus. Cooper & John mostram que uma condição necessária para equilíbrios múltiplos é que a inclinação da função reação, ρ , seja maior que 1 em algum ponto, e uma condição suficiente é que ρ seja maior que 1 em algum SNE. ρ é dado por

$$\rho = -\frac{V_{12}(e, e)}{V_{11}(e, e)} = -\frac{g(e)g'(e)n(1-\theta)g'(\bar{e})}{[(n\theta-1)g'(e)^2 + g(e)g''(e)]g(\bar{e})} \quad (28)$$

Num SNE, $e = \bar{e}$, de maneira que uma condição suficiente para equilíbrios múltiplos é que em algum SNE

$$\rho \equiv \frac{g'(e)^2 n(1-\theta)}{(1-n\theta)g'(e)^2 - g(e)g''(e)} > 1 \quad (29)$$

⁸ Cooper & John pressupõem $V_{11} < 0$. Embora esse jogo não seja necessariamente globalmente côncavo na própria educação, sua análise ainda se aplica, já que a escolha ótima de e deve localizar-se numa região onde $V_{11} < 0$.

Para que isso ocorra, o denominador deve ser positivo e ter valor absoluto menor que o numerador. Isso implica que:

$$\theta < \frac{g'(e)^2 - g(e)g''(e)}{ng'(e)^2} < 1 \quad (30)$$

Essas desigualdades equivalem às condições nas quais $V_{11} < 0$, mas $V_{11} > 0$ em combinação perfeita. Um exame da figura mostra que ρ deve ser maior que 1 em algum SNE se houver equilíbrios múltiplos, e conseqüentemente é impossível haver equilíbrios múltiplos se a produção é uma função globalmente côncava da educação sob combinação perfeita. Note-se ainda que a probabilidade de equilíbrios múltiplos será tanto maior, quanto menor for θ , a variação em capacidade real relativa à variação em resultados de teste.

A análise de Cooper & John indica que, como o jogo tem efeitos secundários positivos, qualquer SNE, e , será ineficiente e existirá algum $e' > e$ que maximize localmente o bem-estar de um agente representante. Portanto, pelo menos algum nível de subsídio à educação melhorará o bem-estar. Esses autores indicam ainda que a complementaridade estratégica gera efeitos multiplicadores. Os subsídios à educação, por exemplo, levarão diretamente as pessoas a escolher mais alto, e isso levará indiretamente as pessoas a aumentar seu e . Logo, pequenas diferenças entre países quanto a variáveis exógenas multiplicadoras, como alíquotas de imposto, a qualidade do sistema educacional, ou estrangulamentos, podem produzir grandes diferenças em q entre os países. Se houver equilíbrios múltiplos, a variância em q entre os países pode ser inteiramente endógena.

Os equilíbrios múltiplos podem ajudar a explicar diferenças de renda entre grupos étnicos dentro de países, assim como diferenças entre países. Se os empregadores entendem que um grupo étnico está em equilíbrio baixo, pagarão um salário menor para qualquer resultado de teste, e haverá um incremento menor no salário para qualquer incremento no resultado de teste. Portanto, os trabalhadores do grupo escolherão um e menor, corroborando as expectativas dos empregadores. Esse modelo de discriminação estatística autocumprida entre agentes microeconomicamente idênticos é semelhante ao de Arrow (1973) e Coate & Loury (1991), mas, ao contrário desses modelos (nos quais se pressupõe que os agentes sejam ou qualificados ou não-qualificados, impondo a não-convexidade ao problema), esse outro modelo permite aos trabalhadores assumirem um *continuum* de diferentes níveis de qualificação.

Embora não se possa afirmar que esse modelo explica uma parcela significativa da discriminação racial nos EUA, vale registrar que historicamente os trabalhadores brancos têm obtido maior retorno da educação que os trabalhadores negros (Card & Krueger, 1992), como ocorreria no modelo se os grupos estivessem em equilíbrio diferente. Embora a combinação com o modelo esteja longe de ser precisa, pode-se pressupor que anos de educação integral talvez sirvam como sinal observável de quanto se aprendeu na escola, o que se assemelha ao resultado do teste no modelo. (Anos de educação não corresponderiam a e no modelo, já que e não pode ser observado diretamente.) Nesse modelo, as exigências legais de se pagar o mesmo montante a trabalhadores negros e brancos que tenham resultados de teste observáveis semelhantes colocariam ambos os grupos no mesmo equilíbrio, pelo menos se as exigências legais fossem consideradas uma mudança permanente. Na realidade, há evidências de que os retornos da educação para os negros vêm aumentando desde as leis dos direitos civis dos anos 60, e de que a educação dos negros aumentou proporcionalmente (Card

& Krueger, 1992). Embora Card e Krueger atribuam boa parte do aumento dos retornos da educação para os negros a melhorias na qualidade das escolas negras segregadas do Sul, essas melhorias não explicam de todo o aumento, e Donahue & Heckman (1991) afirmam que a política federal desempenhou papel importante nos anos 60, apesar do nível relativamente baixo dos dispêndios com o cumprimento da lei. Os equilíbrios múltiplos são consistentes com isso, por indicarem que pequenas mudanças de política podem ter grande impacto.

4. Generalizações e desdobramentos

A análise de combinações da seção 2 se estende a funções de produção simétricas em qualificação do trabalhador desde que a derivada cruzada de produção na qualificação de trabalhadores diferentes seja positiva. Derivadas cruzadas positivas podem aparecer por várias razões. Por exemplo, médicos, advogados e acadêmicos muitas vezes combinam-se a colegas de qualidade semelhante em hospitais, escritórios de advocacia e universidades, e isso talvez se deva a efeitos secundários do conhecimento com derivadas cruzadas positivas.

Portanto, a análise de combinações e suas implicações se aplicam a funções de produção que sejam homogêneas de grau menor que 1, de modo que

$$Y = \left(\prod_{i=1}^n q_i \right)^p \quad 0 < p < 1/n \quad (31)$$

As diferenças básicas quanto a funções de produção com retornos decrescentes no caso da qualificação da força de trabalho como um todo são que certas diferenças em q criam diferenças menores, e não maiores, de produção e salário; uma distribuição de qualificação simétrica leva a uma distribuição de renda enviesada para a esquerda ao invés de para a direita; e o problema de acumulação de capital humano enfrentado pelos trabalhadores é globalmente côncavo. Embora ainda ocorra complementaridade estratégica com uma função de produção de retornos decrescentes sob informações imperfeitas, não podem ocorrer equilíbrios múltiplos, visto que p nunca pode ser maior que $1/n$ num SNE se o salário for côncavo em e sob combinação perfeita. Este trabalho enfocou o caso dos retornos crescentes, mas se é mais adequado pressupor retornos decrescentes ou crescentes, esta é uma questão empírica que pode ter respostas diferentes em indústrias diferentes.

Kremer & Maskin (1993) estendem a análise às funções de produção com derivadas cruzadas negativas e às funções de produção assimétricas. Poderiam ocorrer derivadas cruzadas negativas, por exemplo, se dois trabalhadores fossem designados para uma tarefa crítica, como pilotar um avião, um deles servindo de reserva na hipótese de o outro não conseguir cumprir a tarefa. Nesse caso, é ótimo combinar trabalhadores de qualificação superior e inferior. As técnicas usadas na seção 2 podem ser adaptadas para resolver salários de equilíbrio. Como os agentes se combinam com outros de qualificação diferente, o salário de cada agente depende da distribuição de q na população, e não apenas de seu próprio q . A pesquisa atual concentra-se em endogenizar o número de trabalhadores designados para uma tarefa, o que pode ajudar a aproximar a abordagem de qualificação da mão-de-obra por unidades de eficiência — na qual pode-se simplesmente substituir quantidade por qualidade — da abor-

dagem do “anel em O”, na qual há um número fixo de trabalhadores por tarefa numa dada linha de produção.

Uma versão anterior deste trabalho aborda as curvas de salário de equilíbrio e a designação de trabalhadores a tarefas sob uma função de produção assimétrica na qual há dois tipos de tarefa: gerenciais e profissionais, sujeitos à interação de qualidade multiplicativa; e não-qualificados, nos quais a qualificação do trabalhador não tem importância.⁹ Kremer & Maskin (1993) examinam uma função de produção assimétrica mais geral, na qual a produção depende de maneiras diferentes da qualificação dos trabalhadores que cumprem tarefas diferentes dentro da firma. Por exemplo, a produção de uma orquestra talvez seja mais sensível à qualificação do violinista do que à do violoncelista. Se os trabalhadores escolhem sua ocupação antes de sua qualificação ser determinada, as técnicas da seção 2 podem ser usadas para resolver curvas de salário de equilíbrio e designação de trabalhadores a firmas. É mais difícil o problema geral de equilíbrio de se designar simultaneamente agentes a ocupações e firmas dada sua qualificação simultaneamente. No caso de agentes de qualificação semelhante tanto pode ser ótimo se combinarem em firmas quanto assumirem a mesma ocupação em firmas diferentes. Por exemplo, dependendo da distribuição da qualificação na população, pode ser ótimo que o segundo dos músicos de maior qualificação se torne ou violoncelista na melhor orquestra ou violinista na segunda melhor orquestra.

Resumindo, a estrutura usada neste trabalho generaliza prontamente funções de produção simétricas nas quais a quantidade não pode substituir a qualidade e onde há uma derivada cruzada positiva na qualificação do trabalhador. Kremer & Maskin (1993) estendem a abordagem a funções de produção com derivadas cruzadas negativas de qualificação do trabalhador e a funções de produção assimétricas.

5. Conclusão

As pessoas ligadas a negócios falam o tempo todo em qualidade. “Qualidade é fundamental”, “a América simplesmente não produz mais bens de qualidade”, “controle de qualidade” — todas estas frases são associadas a gente de negócios, não a economistas. Este trabalho tenta modelar a qualidade.

O trabalho propõe uma função de produção “anel em O” na qual a quantidade não pode substituir a qualidade, mostra que nesta função de produção serão combinados os trabalhadores de qualificação semelhante, e deriva uma curva de salários de equilíbrio como função da qualificação do trabalhador. Nesta função de produção, pequenas diferenças de qualificação do trabalhador levam a grandes diferenças de salário e produção, de maneira que são enormes as diferenças de salário e produtividade entre países com níveis diferentes de qualificação. A função de produção também implica que os trabalhadores serão escolhidos por qualidade, de modo que haverá uma correlação positiva entre os salários de trabalhadores de ocupações diferentes dentro da mesma firma, e que as firmas oferecerão empregos apenas a alguns trabalhadores, ao invés de pagar a todos os trabalhadores sua produção marginal estimada.

⁹ Em equilíbrio, os gerentes mais qualificados supervisionam os trabalhadores de menor qualificação, como em Rosen (1982) e Lucas (1978), e são combinados a equipes gerenciais de maior qualidade, como neste trabalho. Abaixo de certo limite de inclusão de qualificação, os agentes se tornam trabalhadores; e acima dele, gerentes ou profissionais.

Se as tarefas forem cumpridas seqüencialmente, os trabalhadores de qualificação superior serão destinados a etapas avançadas de produção. Os países pobres, portanto, terão uma participação maior de sua produção primária no PNB, e os trabalhadores ganharão mais nas indústrias com insumos de alto valor. Se as firmas puderem escolher entre tecnologias com número diferente de tarefas, os trabalhadores mais bem qualificados usarão a tecnologia n mais avançada. Isso é consistente com a tendência de os países ricos se especializarem em produtos complexos e, dada a existência de correlação entre n e o tamanho de firma, com o tamanho médio maior das firmas nos países ricos e a correlação positiva entre tamanho da firma e salários dentro dos países. Essas previsões do modelo correspondem a fatos estilizados sobre o mundo, e embora cada um desses fatos possa se dever a uma variedade de causas, em conjunto sugerem que as funções de produção "anel em O" são empiricamente relevantes.

A combinação imperfeita de trabalhadores devida a informações imperfeitas sobre a qualificação desses trabalhadores leva a efeitos secundários positivos e a complementaridade estratégica em investimento em capital humano. Assim, subsídios ao investimento em capital humano podem ser ótimos Pareto. Pequenas diferenças entre países no que diz respeito a esses subsídios ou a fatores exógenos, como geografia ou qualidade do sistema educacional, levam a efeitos multiplicadores que geram grandes diferenças em qualificação dos trabalhadores. Se a complementaridade estratégica for suficientemente forte, nações ou grupos microeconomicamente idênticos dentro de nações poderiam acomodar-se em equilíbrio com níveis diferentes de capital humano.

Os resultados das combinações e suas implicações se aplicam a uma função de produção simétrica geral na qual a quantidade não pode substituir a qualidade, desde que haja uma derivada cruzada positiva de qualificação do trabalhador. As pesquisas atuais concentram-se em adaptar essas técnicas para resolver salários de equilíbrio e designação de trabalhadores a firmas sob funções de produção com derivadas cruzadas negativas e sob funções de produção assimétricas.

Referências bibliográficas

- Arrow, K. The theory of discrimination. In: Ashenfelter, O. & Rees, A. (orgs.). *Discrimination in labor markets*. Princeton University Press, 1973.
- Barro, R. Economic growth in a cross section of countries. Sept. 1989. (NBER Working Paper, 3.120.)
- Becker, G. *Treatise on the family*. Harvard University Press, 1981.
- Brown, C. & Medoff, J. The employer size-wage effect. *Journal of Political Economy*, 97(5): 1.027, 1989.
- Card, David & Krueger, Alan. School quality and black-white relative earnings: a direct assessment. *Quarterly Journal of Economics*, 107: 151-200, 1992.
- Clague, Christopher. Relative efficiency, self-containment, and comparative costs of less-developed countries. In: *Economic development and cultural change*. Apr. 1991a. p. 507-30.
- . Factor proportions, relative efficiency and developing countries trade. *Journal of Development Economics*, 35:357-80, 1991b.
- Clark, G. Why isn't the whole world developed? Lessons from the Cotton Mills. *Journal of Economic History*, 47, Mar. 1987.

———. Why isn't the whole world developed? Work in progress. 1990. mimeog.

Coate, S. & Loury, G. Affirmative action as a remedy for statistical discrimination. Harvard University, 1991. mimeog.

Cooper, R. & John, A. Coordinating coordination failures in Keynesian models. *Quarterly Journal of Economics*, Aug. 1988. p. 441-64.

Dechert, D. & Nishimura, K. A complete characterization of optimal growth paths in an aggregated model with a non-concave production function. *Journal of Economic Theory*, 31:322-54, 1983.

Donahue, John & Heckman, James. Continuous versus episodic change: the impact of affirmative action and civil rights policy on the economic status of blacks. *Journal of Economic Literature*, 29:1.603-43, 1992.

Galor, O. & Zeira, J. Income distribution and macroeconomics. 1989. (Working Paper, 89-25.)

Jovanovic, B. Job matching and the theory of turnover. *Journal of Political Economy*, 87:972-90, 1979.

Katz, L. & Summers, L. Industry rents: evidence and implications. In: *Brookings papers on economic activity: microeconomics*. 1989. p. 209-75.

Kremer, M. & Maskin. Matching workers to firms and occupations. 1993. mimeog.

Kwon, Gooheon. A comparison of sectoral productivity levels of the USSR and USA. 1992. mimeog.

Lucas, R. On the size distribution of business firms. *Bell Journal of Economics*, Autumn 1978. p. 508-23.

———. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22:3-42, June 1988.

———. Why doesn't capital flow from rich to poor countries? *American Economic Review*, 80(2), May 1990.

Mankiw, N. G.; Romer, D. & Weil, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. 1990. (NBER Working Paper, 3.541.)

Milgrom, Paul & Roberts, John. The economics of modern manufacturing: technology, strategy, and organization. *American Economic Review*, June 1990.

Miller, F. The distribution of ability and earnings once again. Johns Hopkins, 1983. mimeog.

Murphy, K.; Schleifer, A. & Vishny, R. The allocation of talent: implications for growth. *Quarterly Journal of Economics*, 61:503, May 1991.

Rosen, S. The economics of superstars. *American Economic Review*, 71(5):845-58, 1981.

———. Authority, control, and the distribution of earnings. *Bell Journal of Economics*, 13(2):311-23, Autumn 1982.

Stiglitz, J. The efficiency wage hypothesis, surplus labour, and the distribution of income in LDCs. *Oxford Economic Papers*, New Series, 28:185-209.

Topkis, Donald. Minimizing a submodular function on a lattice. *Operations Research*, 26:305-21, Mar./Apr. 1978.

World Bank. *World Development Report 1990*. New York, Oxford University Press, 1990.

Uma revista acadêmica é tão boa quanto a qualidade dos artigos que publica. Obviamente, a contribuição maior é dos autores. Entretanto, o controle de qualidade é exercido por aqueles que emitem parecer sobre o conteúdo dos artigos. Deste modo, faz-se mister agradecer a colaboração, no ano de 1994, de:

- Afonso Arinos de Mello Franco — FGV
- Ajax Reynaldo Bello Moreira — Ipea
- Alberto Mello e Souza — UFRJ
- Ana Lucia Kassouf — Esalq-USP
- Antonio Araujo Freitas — Ibmec
- Claudio Salm — UFRJ
- Dan Biller — Banco Mundial
- Erly Cardoso Teixeira — Universidade Federal de Viçosa — MG
- Evandro Maciel — FGV
- Fabio Giambiagi — BID
- Fernando Cardim de Carvalho — UFRJ
- Fernando Saldanha — Banco Mundial
- Gervasio Castro de Rezende — Ipea
- Gustavo Gonzaga — PUC-RJ
- Helio Migon — UFRJ
- Joaquim B. S. Ferreira Filho — Esalq-USP
- José Luiz Carvalho — FGV
- José Ricardo Tauile — UFRJ
- José Vicente Caixeta Filho — Esalq-USP
- José W. Rossi — Ipea
- Juan Moldau — USP
- Leo da Rocha Ferreira — Finep
- Lia Valls Pereira — FGV
- Luis Carlos Estraviz Rodrigues — Esalq-USP
- Maria Carolina A. F. Souza — Unicamp
- Otaviano Canuto — Unicamp
- Paulo Klinger — Impa
- Pedro Cavalcanti G. Ferreira — FGV
- Reinaldo Castro Souza — PUC-RJ
- Renato Villela — Ipea
- Ricardo Paes de Barros — Ipea
- Ricardo Varsano — Ipea
- Ronaldo Serôa da Motta — Ipea
- Tara Keshar Nanda Baidya — PUC-RJ
- Valdir Ramalho — Funcap
- Yony Sampaio — Pimes-UFP