

## UMA TEORIA DA SEMI-INDUSTRIALIZAÇÃO

José Pedro Pontes (\*)

Pelo menos, desde o início dos anos 60 que nos Estados Unidos e na Europa Ocidental se assiste a uma descentralização da produção industrial, simultaneamente inter-regional (das regiões centrais para as regiões periféricas) e intra-regional (das grandes aglomerações metropolitanas para as pequenas cidades) (Aydalot, 1986, e Ferrão, 1985). A fim de explicar esta tendência, surgiu a teoria do ciclo do produto (Vernon, 1966), que pressupõe que a geração da nova tecnologia tem lugar na região central, difundindo-se nas regiões periféricas apenas quando estandardizada. Esta explicação foi desmentida por diversos factores — em primeiro lugar, pela verificação de que se transferia no espaço não só a produção rotinizada, mas também capacidade de inovação (Norton e Rees, 1979); em segundo lugar, pela crise de regiões de velha industrialização (Norte de Inglaterra, Nordeste e Norte Central dos Estados Unidos, Nord-Pas de Calais, em França).

Sendo certo que a teoria do ciclo do produto oferece uma boa explicação das relações centro-periferia, ela não nos esclarece sobre os motivos que levam a uma deslocação no espaço destas funções. Uma contribuição neste sentido foi dada pelo modelo de gerações de capital (Varaya, P., e Wiseman, M., 1978 e 1981). No quadro deste modelo, a unidade espacial é um local de produção cujo *stock* de capital (compreendendo a infra-estrutura, as instalações e as máquinas) é constituído pela sobreposição de gerações de capital diferentes. A distribuição de idade é determinada pela história do investimento e pelo padrão de retirada do equipamento usado. Ela é resumida pela idade média do *stock* de capital. Suponhamos duas cidades — uma nova,  $T_n$ , e outra antiga,  $T_a$ . A primeira pode crescer mais do que a segunda, porque as gerações novas de capital são compatíveis com o *stock* da primeira, mas não o são com o da segunda. Esta ideia de *complementaridade* entre gerações de capital será retomada mais adiante na secção 2.

Na secção 1 será resumido um modelo de ciclo do produto inspirado em Nelson e Norman (1977). Na secção 2 introduz-se uma modificação na função de produção que altera a relação entre a taxa de progresso técnico e localização do processo tecnológico. Na secção 3 retiram-se conclusões pertinentes do ponto de vista de uma teoria da semi-industrialização.

### 1 — Um modelo de vantagem comparativa dinâmica

Para Nelson e Norman (1977), após uma inovação maior que cria uma linha de produto, sucedem-se inovações de processo que permitem fabricar

---

(\*) Agradeço ao Manuel Brandão Alves e ao Luís Cabral Moura a apreciação crítica do artigo. Eventuais erros são da minha responsabilidade exclusiva.

o produto novo a preços cada vez mais baixos. As inovações de processo estão incorporadas em gerações de capital. Supondo que a função de produção tem rendimentos constantes à escala, ela pode escrever-se:

$$q(t,v) = A(v) f[s(v), n(v), t] \quad (1)$$

onde:

$q(t,v)$  — produto por unidade de capital das máquinas de geração  $v$ , após  $t$  anos de actividade;

$A(v)$  — termo do progresso técnico, «neutral à Hicks», incorporado no *stock* de capital;

$s(v)$  — quantidade de trabalho qualificado por unidade de capital;

$n(v)$  — quantidade de trabalho não qualificado utilizado por unidade de capital;

$t$  — tempo, indicador de experiência acumulada com máquinas de geração  $v$ .

Considerando, para simplificar, que  $n(v)$  é fixo, admite-se que:

$$\frac{\partial f}{\partial s} > 0 \quad \frac{\partial^2 f}{\partial s^2} < 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} > 0 \quad \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} < 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial s \partial t} < 0 \quad (4)$$

Duas observações se impõem. A primeira — a partir de (3) — consiste em que a produtividade com determinada técnica aumenta com a experiência acumulada (*learning by doing*), embora com rendimentos decrescentes. Em segundo lugar, a partir de (4), o emprego de trabalho qualificado substitui a aprendizagem pela prática, ou seja, é uma aprendizagem *ex ante*. Como notam Nelson e Norman:

We assume that both R&D undertaken by a firm, and the level of skills employed in production, operate in the form of *ex ante* learning, learning that can substitute for actual operating experience with a particular technology. We assume that when a new machine — incorporating a product or process improvement — is put into place, the details of efficient operation are not fully known, but must be learned overtime. However, high skills employed by the firm, either in the form of R&D scientists, engineers on the production line, or skilled workers generally, enable operation initially at a higher level of efficiency than if the firm did not employ of these skills. As experience with a vintage accumulates, the initial advantage of skilled labour dissolves. [Nelson e Norman, 1977, 7.]

A ideia de que o produto marginal do trabalho qualificado é mais elevado nas fases iniciais de funcionamento da nova técnica, em virtude da substituíbilidade entre aprendizagem *ex ante* e aprendizagem pela experiência, é expressa pela figura 1:

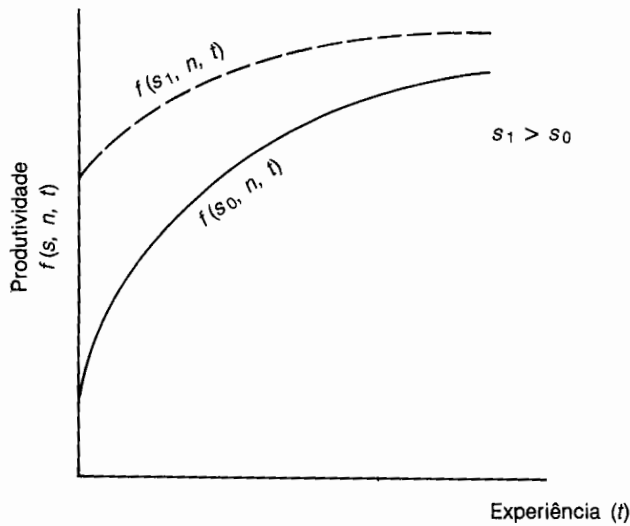


FIGURA 1 — Curvas de aprendizagem

No momento  $T = t + v$ , o fluxo por unidade de capital de receita líquida das máquinas de geração  $v$  é

$$\pi(t, v) = P(T)q(t, v) - us(v) - wn \quad (5)$$

em que  $u$  e  $w$  são os preços do trabalho qualificado e não qualificado, respectivamente, e  $P(T)$  o preço do produto no momento  $T = v + t$ .

Seja  $\lambda = \frac{A'(v)}{A(v)}$  a taxa do progresso técnico incorporado no capital. Admitindo, para simplificar, que esta taxa é constante ao longo do período de vida das máquinas de geração  $v$ , pode afirmar-se que o preço do produto final cai aproximadamente à taxa  $\lambda$  durante o período de vida de uma geração de capital.

O valor actualizado das receitas líquidas das máquinas de geração  $v$  ao longo do seu período de vida é

$$V = \int_0^{t'} \{ P(v) e^{-\lambda t} A(v) f[s(v), n, t] - us(v) - wn \} e^{-rt} dt \quad (6)$$

em, que  $r$  é a taxa de desconto.

A firma maximiza  $V$  em ordem a  $t'$  (período de vida das máquinas) e a  $s(v)$  (intensidade de qualificação do trabalho). As condições de primeira ordem são

$$\frac{\partial V}{\partial t'} = P e^{-\lambda t'} A f(s, n, t') - us - wn = 0 \quad (7)$$

A firma mantém as máquinas de geração  $v$  em funcionamento até que a receita líquida se anule.

$$\frac{\partial V}{\partial s} = \int_0^{t'} \left[ P e^{-\lambda t'} A \frac{\partial f(s, n, t)}{\partial s} - u \right] e^{-rt} dt = 0 \quad (8)$$

A firma contrata trabalhadores qualificados até ao ponto em que o seu salário se torna igual ao valor médio (descontado) do produto marginal.

Além disso, em equilíbrio concorrencial, o valor máximo actualizado da receita líquida é igual ao custo unitário do capital,  $c$ .

$$\hat{V} = c \quad (9)$$

As equações (7) e (8) representam relações inversas entre o tempo de vida óptimo e a intensidade óptima de qualificação do trabalho que exprimem a substituição entre aprendizagem *ex ante* pela educação da força de trabalho e a aprendizagem pela prática, que aumenta se o período de vida económica das máquinas for mais longo (v. a fig. 1).

Nelson e Norman (1977) demonstram igualmente que, com a queda de  $\lambda$ , ou seja, com a redução do ritmo de progresso técnico incorporado no *stock* de capital, aumenta a vida económica óptima da geração de capital e reduz-se a intensidade óptima de qualificação. À medida que a tecnologia se estabiliza, as regiões menos desenvolvidas, com trabalho qualificado escasso e trabalho não qualificado relativamente abundante, adquirem vantagens na produção do novo bem. É a rigidez desta conclusão que pretendemos questionar na secção seguinte.

## 2 — Proximidade tecnológica e aprendizagem

O principal inconveniente do modelo de vantagem comparativa dinâmica atrás exposto consiste em supor uma curva de aprendizagem  $f(s, n, t)$  independente da localização do processo produtivo. Como nota Aydalot (1970):

Pour apprécier l'action du facteur apprentissage, on peut noter que, lors du passage d'une technique à une autre, le niveau immédiat de productivité, évalué relativement à la productivité maximale, *dépend de l'écart entre technique ancienne et nouvelle*. [Aydalot, 1970, 320.] (O itálico é nosso.)

Para ter em conta a diversidade das curvas de aprendizagem consoante a localização do novo processo, duas vias são possíveis: ou se recorre a funções de produção espacialmente diferenciadas (v. Lande, 1978), ou se considera que a aprendizagem pela experiência com máquinas de uma geração é transmissível às máquinas da geração seguinte. Este é o significado da *com-*

plementaridade entre gerações diferentes de capital referida por Varaya e Wiseman (1978).

Nesta segunda alternativa, aqui adoptada,  $f(s, n; t)$  exprime os ganhos de aprendizagem com máquinas de geração diferente.

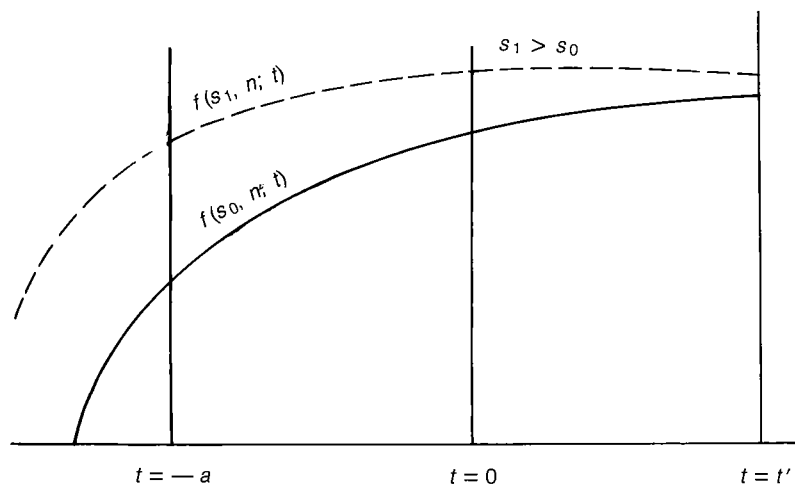


FIGURA 2 — Curvas de aprendizagem

Entre  $t=0$  e  $t=t'$ , a curva de aprendizagem refere-se à geração actual de capital. Entre  $t = -a$ , em que  $a$  é a idade média do *stock* de capital na região e  $t=0$ , a curva exprime acumulação de experiência com máquinas de geração anterior à presente. Nestas condições, o objectivo que a empresa procura maximizar é

$$V = \int_0^{t'} [P e^{-\lambda t} A f(s, n; t - a) - us - wn] e^{-rt} dt \quad (6-a)$$

Fazendo a substituição  $z = t - a$ , (6-a) vem

$$V = \int_{-a}^{t'-a} [P e^{-\lambda(z+a)} A f(s, n; z) - us - wn] e^{-r(z+a)} dz \quad (6-b)$$

Da figura 2 deriva com clareza que, quanto maior for  $a$  numa região, menor a produtividade imediata da nova geração de capital e maior o valor do produto marginal da força de trabalho qualificado.

A fim de determinar o impacto de  $a$  sobre o preço inicial do produto, faz-se a partir de (9)

$$\frac{d\hat{V}}{da} = \frac{\partial \hat{V}}{\partial a} + \frac{\partial \hat{V}}{\partial P} \frac{dP}{da} = 0 \quad (10)$$

De (6-a) vem:

$$\frac{\partial \hat{V}}{\partial a} = - \int_0^{t'} P e^{-\lambda t} A \frac{\partial f(s, n, t-a)}{\partial t} \cdot e^{-rt} dt < 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \hat{V}}{\partial P} = - \int_0^{t'} e^{-\lambda t} A f(s, n, t-a) e^{-rt} dt > 0 \quad (12)$$

Combinando (10), (11) e (12), vem que

$$\frac{dP}{da} > 0 \quad (13)$$

ou seja, um aumento do «afastamento tecnológico» reduz os ganhos de aprendizagem e determina aumento do preço inicial do produto para que o valor actualizado das receitas líquidas cubra o custo unitário do capital.

Para determinar o impacte do «afastamento tecnológico» sobre a intensidade óptima da qualificação do trabalho, diferenciou-se (8) em ordem a  $a$ .

$$\left( \frac{\partial^2 V}{\partial s^2} \right) \frac{\partial s}{\partial a} + \left( \frac{\partial^2 V}{\partial s \partial a} + \frac{\partial^2 V}{\partial s \partial P} \cdot \frac{dP}{da} \right) = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial s^2} = \int_0^{t'} e^{-rt} \cdot P \cdot e^{-\lambda t} \cdot A \cdot \frac{\partial^2 f(s, n, t-a)}{\partial s^2} dt < 0 \quad (15)$$

[Por (2).]

$$\frac{\partial^2 V}{\partial s \partial a} = - \int_0^{t'} P e^{-\lambda t} A \frac{\partial^2 f(s, n, t-a)}{\partial s \partial t} e^{-rt} dt > 0 \quad (16)$$

[Por (4).]

$$\frac{\partial^2 V}{\partial s \partial P} = \int_0^{t'} e^{-\lambda t} \cdot A \cdot \frac{\partial f(n, s, t-a)}{\partial s} e^{-rt} dt > 0 \quad (17)$$

De (13) a (17) conclui-se que

$$\frac{\partial s}{\partial a} > 0 \quad (18)$$

A expressão (18) significa que, à escala regional, quanto maiores forem as dificuldades de adaptação à nova técnica pelos trabalhadores (estas dificuldades são proporcionais à idade média do *stock* de capital regional), maior é a intensidade necessária de qualificação da mão-de-obra.

### 3 — Conclusões

A teoria do ciclo do produto afirma que a geração de nova tecnologia é feita numa região central, processando-se a difusão apenas à medida que os melhoramentos da técnica se tornam menos importantes e a produção se estandardiza. Esta afirmação deriva das vantagens da região central na oferta de força de trabalho qualificada, essencial nas fases iniciais de produção do novo bem.

Esta conclusão assenta no pressuposto de que os ganhos do *learning by doing* são idênticos no centro e na periferia, o que equivale a supor identidade das funções de produção no espaço.

Pelo contrário, se as curvas de aprendizagem forem específicas da região, em função da proximidade tecnológica da nova geração de capital em relação ao *stock* de capital regional, a intensidade óptima de qualificação do trabalho não depende unicamente da fase do ciclo do produto. Para a mesma fase do ciclo, é de esperar que uma região,  $T_n$ , com um *stock* de capital novo — ou seja, uma região semi-industrializada —, tenha uma intensidade de qualificação do trabalho menor do que uma região de *stock* de capital relativamente antigo,  $T_a$ , em que os problemas de adaptação da mão-de-obra são mais elevados, determinando uma maior necessidade de enquadramento. Apesar da maior abundância relativa de trabalho qualificado na segunda região, é possível que o novo processo produtivo se localize na primeira, onde a aprendizagem pela prática é mais rápida e substitui o emprego de trabalho qualificado.

#### OBRAS CITADAS

- AYDALOT, Philippe, «Théorie de la production et fonction d'apprentissage», *Economie Appliquée*, t. xxiii, n.º 2-3, 1970, pp. 315-336.
- «L'aptitude des milieux locaux à promouvoir l'innovation», *Technologies Nouvelles et Ruptures Régionales*, *Economica*, Federwisch e Zoller (eds.), Paris, 1986.
- FERRÃO, João, *Indústria e Valorização do Capital — Uma Análise Geográfica*, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, INIC, 1985.
- LANDE, Paul S., «The interregional comparison of production functions», *Regional Science and Urban Economics*, vol. 8, 1978, pp. 339-353.
- NELSON, Richard R., e NORMAN, Victor D., «Technological change and factor mix over the product cycle», *Journal of Development Economics*, vol. 4, 1977, pp. 3-24.
- NORTON, R. D., e REES, J., «The product cycle and the spatial decentralization of American manufacturing», *Regional Studies*, vol. 13, 1979, pp. 141-151.
- VARAYA, Pravin, e WISEMAN, Michael, «The age of cities and the movement of manufacturing employment 1947-1972», *Papers of the Regional Science Association*, vol. 41, 1978, pp. 127-140.
- «Investment and employment in manufacturing in U. S. metropolitan areas 1960-1976», *Regional Science and Urban Economics*, vol. 11, 1981, pp. 431-469.
- VERNON, Raymond, «International investment and international trade in the product cycle», *Quarterly Journal Economics*, vol. Lxxx, n.º 2, Maio de 1966, pp. 190-207.

