Structuralist Development Macroeconomics Research Group

SDM

Demanda Efetiva, Salário Real e Crescimento Econômico: o modelo neo-kaleckiano canônico com progresso técnico

José Luis Oreiro

Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade de Brasília

Pesquisador Nível IB do CNPq

Progresso Técnico e Acumulação de Capital

- O progresso técnico pode se realizar numa economia de duas maneiras.
- Em primeiro lugar, o progresso técnico pode ser desincorporado, ou seja, pode afetar de forma equivalente aos trabalhadores e ao equipamento de capital.
  - Nesse caso o progresso técnico consiste numa melhoria do “estado das artes”, ou seja, num aumento do estoque de conhecimento a respeito das formas possíveis de se combinar capital e trabalho no processo de produção.
  - Esse tipo de progresso técnico não encoraja a substituição de equipamento de capital usado por equipamento novo, de maneira que ele não tem nenhum impacto sobre a decisão de investimento.
- Em segundo lugar, o progresso técnico pode ser desincorporado, ou seja, pode envolver a compra e instalação de máquinas e equipamentos recentemente produzidos, que incorporem as novas tecnologias de produção.
  - Esse tipo de progresso técnico encoraja a substituição de máquinas usadas por máquinas novas, aumentando assim o ritmo de acumulação de capital da economia em consideração.
- O progresso técnico é necessariamente poupador de trabalho (*labour saving*) haja vista que envolve um aumento da produtividade do trabalho.
- Contudo, o progresso técnico pode também afetar a produtividade do capital e, portanto, a relação capital-produto requerida.
- No que se segue iremos supor que o progresso técnico é neutro no sentido de Harrod (1948), ou seja, que o progresso técnico não tem nenhum impacto sobre a produtividade do capital.

$$\mu = \mu_0 + \mu_1 g \ (6.25)$$

$$g = \gamma_0 + \gamma_\pi R + \gamma_u u + \gamma_\mu \mu \ (6.26)$$

Onde: $\gamma_\mu > 0$ indica a extensão na qual o progresso técnico estimula diretamente o investimento acima e além do requerido para a simples reposição do equipamento de capital.

As equações (6.25) e (6.26) estabelecem a existência de um ciclo virtuoso (tecnicamente um mecanismo de auto-alimentação positivo) entre acumulação de capital e progresso técnico. Uma aceleração do ritmo de acumulação de capital irá gerar um aumento do ritmo de progresso técnico, o qual termina por estimular a própria acumulação de capital.

Substituindo (6.25) em (6.26) obtemos que:

$$g = \frac{\gamma_0 + \gamma_\mu \mu_0}{1 - \gamma_\mu \mu_1} + \frac{\gamma_\mu}{1 - \gamma_\mu \mu_1} u + \frac{\gamma_\pi}{1 - \gamma_\mu \mu_1} R \ (6.27)$$

No que se segue iremos supor que $1 - \gamma_\mu \mu_1 > 0$. Como $\frac{1}{1-\gamma_\mu \mu_1} > 1$; segue-se que a existência de um mecanismo de auto-alimentação positivo entre o progresso técnico e a acumulação de capital termina por aumentar os coeficientes do grau de utilização da capacidade produtiva e da taxa de lucro na função de acumulação.

O progresso técnico afeta também a taxa de depreciação do capital, pois introduz um elemento de obsolescência tecnológica que deve ser levado em conta no cálculo da depreciação do capital físico. Dessa forma, iremos supor que a taxa de depreciação do estoque de capital é dada por:

$$\delta = \delta_0 + \delta_\mu \mu \quad (6.28)$$

Substituindo (6.25) em (6.28), temos que:

$$\delta = \delta_0 + \delta_\mu \mu_0 + \delta_\mu \mu_1 g \quad (6.29)$$

Relembrando que o equilíbrio no mercado de bens é dado pela equação de Cambridge:

$$R = \frac{g+b}{s_\pi} \quad (6.16)$$

Substituindo (6.27) em (6.16), obtemos a seguinte expressão para a curva RC numa economia com progresso técnico:

$$R = \frac{[(1-\gamma_\mu \mu_1)b + (\gamma_0 + \gamma_\mu \mu_0)]s_\pi}{s_\pi(1-\gamma_\mu \mu_1) - \gamma_\pi} + \frac{\gamma_u}{s_\pi(1-\gamma_\mu \mu_1) - \gamma_\pi} u \quad (6.30)$$

A inclinação da curva RC é dada por:

$$\frac{\partial R}{\partial u} = \frac{\gamma_u}{s_\pi(1-\gamma_\mu \mu_1) - \gamma_\pi} \quad (6.31)$$

Para que a curva RC tenha inclinação positiva, a seguinte condição deve ser atendida:

$$s_\pi(1 - \gamma_\mu \mu_1) - \gamma_\pi > 0 \leftrightarrow s_\pi > \frac{\gamma_\pi}{(1-\gamma_\mu \mu_1)} \quad (6.32)$$

Dado que $\frac{1}{(1-\gamma_\mu \mu_1)} > 1$; para que a curva RC seja positivamente inclinada não basta que que a propensão a poupar seja superior a propensão a investir; mas a primeira precisa ser maior do que a segunda por *uma margem suficientemente grande* para compensar os efeitos de auto-alimentação positiva que descrevemos anteriormente. Do contrário, a curva RC terá inclinação negativa, com efeitos potencialmente desestabilizadores sobre o equilíbrio de médio-prazo da economia em consideração.

A equação da curva PC é dada por:

$$R = \frac{m}{v_r}u - \frac{(1-m)f}{v_r} - \delta - \tau_k \quad (6.12)$$

No modelo com progresso técnico a taxa de depreciação não é mais uma constante, mas depende da taxa de crescimento da produtividade do trabalho e da taxa de acumulação de capital, conforme expresso nas equações (6.28) e (6.29).

Substituindo (6.27) em (6.29), temos que:

$$\delta = \Delta + \frac{\delta_\mu \mu_1 \gamma_\mu}{1-\gamma_\mu \mu_1}u + \frac{\gamma_\pi \delta_\mu \mu_1}{1-\gamma_\mu \mu_1}R \quad (6.33)$$

Onde: $\Delta = \frac{(1-\gamma_\mu \mu_1)(\delta_0 + \delta_\mu \mu_0) + \delta_\mu \mu_1(\gamma_0 + \gamma_\mu \mu_0)}{1-\gamma_\mu \mu_1} > 0$

Substituindo (6.33) em (6.12), obtemos a seguinte equação para a curva PC:

$$R = \frac{m(1-\gamma_\mu \mu_1) - v_r(\delta_\mu \mu_1 \gamma_\mu)}{v_r(1-\gamma_\mu \mu_1 + \gamma_\pi \delta_\mu \mu_1)}u - \frac{(1-m)(1-\gamma_\mu \mu_1)}{v_r(1-\gamma_\mu \mu_1 + \gamma_\pi \delta_\mu \mu_1)}f - \frac{(1-\gamma_\mu \mu_1)}{(1-\gamma_\mu \mu_1 + \gamma_\pi \delta_\mu \mu_1)}(\Delta + \tau_k) \quad (6.34)$$

A inclinação da curva PC é dada por:

$$\frac{\partial R}{\partial u} = \frac{m(1-\gamma_\mu \mu_1) - v_r(\delta_\mu \mu_1 \gamma_\mu)}{v_r(1-\gamma_\mu \mu_1 + \gamma_\pi \delta_\mu \mu_1)} \quad (6.35)$$

Para que a curva PC tenha inclinação positiva é necessário que:

$$m(1-\gamma_\mu \mu_1) - v_r(\delta_\mu \mu_1 \gamma_\mu) > 0 \leftrightarrow m > \frac{v_r(\delta_\mu \mu_1 \gamma_\mu)}{(1-\gamma_\mu \mu_1)} \quad (6.36)$$

A estabilidade do equilíbrio de médio-prazo requer não apenas que a curva PC tenha inclinação positiva, como ainda seja superior a inclinação da curva RC. Sendo assim, é necessário que:

$$\frac{m(1-\gamma_{\mu}\mu_1)-v_r(\delta_{\mu}\mu_1\gamma_{\mu})}{v_r(1-\gamma_{\mu}\mu_1+\gamma_{\pi}\delta_{\mu}\mu_1)} > \frac{\gamma_u}{s_{\pi}(1-\gamma_{\mu}\mu_1)-\gamma_{\pi}} \quad (6.37)$$

Na expressão (6.37) podemos verificar que o coeficiente de Kaldor-Verdoorn (μ_1) desempenha um papel fundamental para o atendimento da condição de estabilidade do equilíbrio de médio-prazo. Com efeito, a inclinação da curva RC é claramente decrescente em μ_1; ao passo que a inclinação da curva PC é crescente em μ_1. Supondo que $\mu_1 = 0$, ou seja, que não existem economias dinâmicas de escala e que, portanto, todo o progresso técnico é incorporado, temos que a expressão (6.37) se reduz a:

$$\frac{m}{v_r} > \frac{\gamma_u}{(s_{\pi}-\gamma_{\pi})} \quad (6.37^{a})$$

A condição (6.37^{a}) é equivalente à condição requerida para que a curva PC seja mais inclinada do que a curva RC no caso em que não há progresso técnico

Caso Particular:

$$\mu_1 = 0$$

Sem perda de generalidade, tendo em vista a simplificação do modelo, iremos assumir igualmente que $f = \tau_k = 0$.

A estrutura do modelo neo-kaleckiano com progresso técnico (exógeno)

$$R = \frac{m}{v_r}u - \left(\delta_0 + \delta_\mu \mu_0\right) \quad (6.38)$$

$$g = \gamma_0 + \gamma_\mu \mu_0 + \gamma_u u + \gamma_\pi R \quad (6.39)$$

$$R = \frac{s_\pi\left(b + \gamma_0 + \gamma_\mu \mu_0\right)}{s_\pi - \gamma_\pi} + \frac{\gamma_u}{s_\pi - \gamma_\pi}u \quad (6.40)$$

$$\mu = \mu_0 \quad (6.41)$$

Temos agora um sistema com quatro incógnitas (R, u, g *e* μ) e quatro equações linearmente independentes. Trata-se de um sistema determinado.

Equilíbrio de Médio-Prazo

$$u = \frac{v_r\{s_\pi[\delta_0+b+\gamma_0+(\gamma_\mu+\delta_\mu)\mu_0]-\gamma_\pi(\delta_0+\delta_\mu\mu_0)\}}{m(s_\pi-\gamma_\pi)-\gamma_u v_r} \quad (6.42)$$

$$R = \frac{m s_\pi(b+\gamma_0+\gamma_\mu\mu_0)+\gamma_u v_r(\delta_0+\delta_\mu\mu_0)}{m(s_\pi-\gamma_\pi)-\gamma_u v_r} \quad (6.43)$$

Estática Comparativa

$$\frac{\partial u}{\partial \mu_0} = \frac{v_r s_\pi \gamma_\mu + \delta_\mu (s_\pi - \gamma_\pi)}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.44^{a})$$

$$\frac{\partial u}{\partial b} = \frac{v_r s_\pi}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.44b)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \gamma_0} = \frac{v_r s_\pi}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.44c)$$

$$\frac{\partial u}{\partial m} = -\frac{u(s_\pi - \gamma_\pi)}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} < 0 \quad (6.44d)$$

$$\frac{\partial R}{\partial \mu_0} = \frac{m s_\pi \gamma_\mu + \gamma_u v_r \delta_u}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.45a)$$

$$\frac{\partial R}{\partial b} = \frac{m s_\pi}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.45b)$$

$$\frac{\partial R}{\partial \gamma_0} = \frac{m s_\pi}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} > 0 \quad (6.45c)$$

$$\frac{\partial R}{\partial m} = -\frac{u \gamma_u}{m(s_\pi - \gamma_\pi) - \gamma_u v_r} < 0 \quad (6.45d)$$

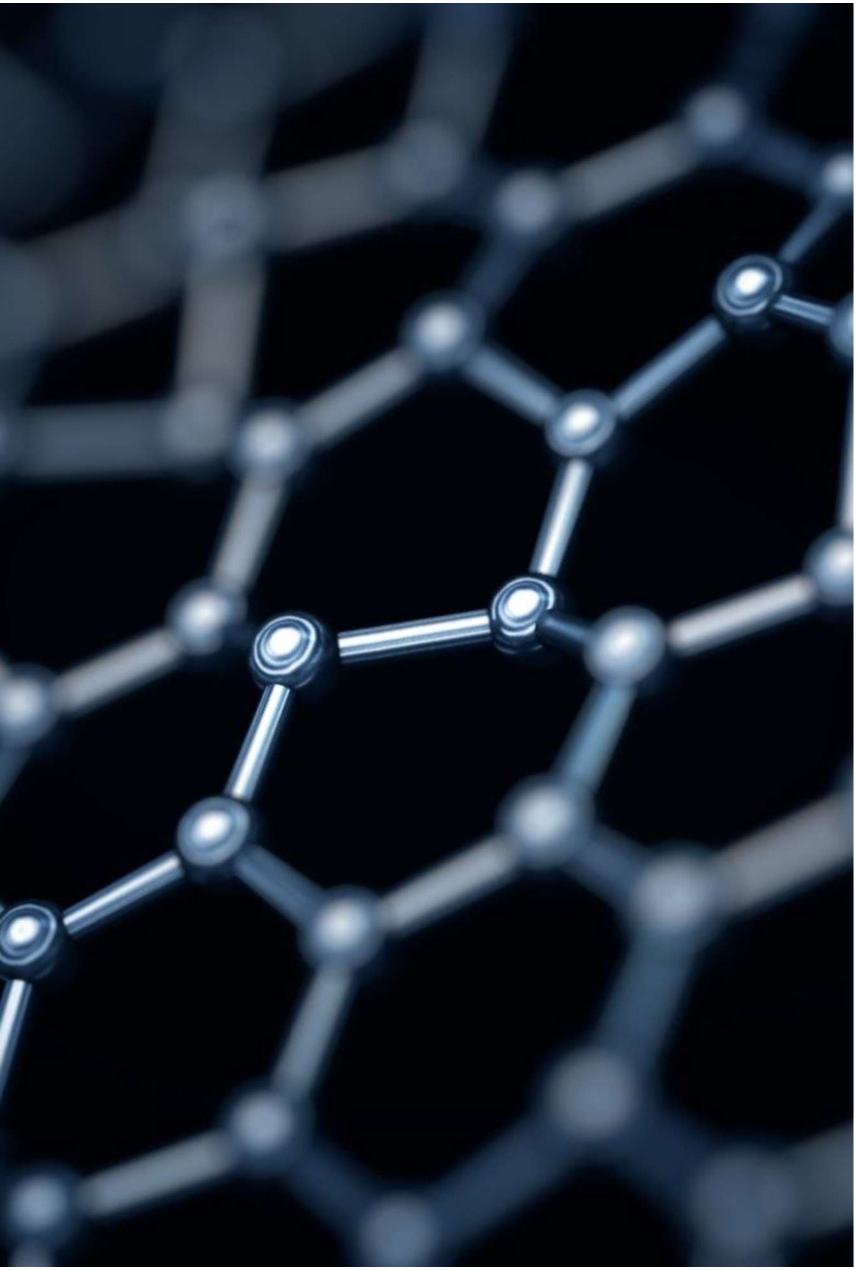
Tabela 6.1: Efeitos sobre os valores de equilíbrio de médio-prazo

	U	$\boldsymbol{R}$	g
$\boldsymbol{\gamma_0}$	+	+	+
$\boldsymbol{B}$	+	+	+
$\boldsymbol{\mu_0}$	+	+	+
M	-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Análise

- Como o progresso técnico é suposto incorporado em novas máquinas e equipamentos; segue-se que o mesmo tem impacto direto na decisão de acumulação de capital, pois estimula a substituição de equipamentos usados por equipamentos recentemente produzidos.
- Assim, uma aceleração do ritmo de crescimento da produtividade do trabalho irá necessariamente aumentar o ritmo de obsolescência tecnológica do equipamento de capital em operação, induzindo a realização de maiores investimentos na modernização do equipamento de capital.
- O aumento resultante do investimento em capital físico irá produzir um aumento da demanda efetiva, fazendo com que as empresas reajam ao mesmo por intermédio de um incremento do nível de produção e utilização da capacidade produtiva existente



Análise

No modelo sem progresso técnico apresentado nas seções anteriores, o salário real era constante ao longo do tempo uma vez que a produtividade do trabalho e a participação dos lucros/salários no valor adicionado eram ambos constantes.

A incorporação do progresso técnico ao modelo faz com que, no equilíbrio de médio-prazo, o salário real esteja crescendo ao mesmo ritmo da produtividade do trabalho. Dessa forma, a variável relevante para a análise passa a ser a participação dos salários, ao invés do nível do salário real.

A inspeção das equações (6.44d)-(6.45d) mostra que uma redução (aumento) da participação dos lucros na renda está associada a um aumento (redução) dos valores de equilíbrio de médio-prazo do grau de utilização da capacidade produtiva e da taxa de lucro.

Dessa forma, a introdução do progresso técnico na estrutura do modelo neo-kaleckiano não modifica o regime de demanda do modelo, que continua sendo *wage-led*.

Como tanto o grau de utilização da capacidade, como a taxa de lucro, aumentam em função de uma redução (aumento) da participação dos lucros (salários) no valor adicionado; segue-se que o regime de crescimento nessa economia com progresso técnico também é *wage-led*.

Crescimento sem emprego?

- No modelo desenvolvido anteriormente, vimos que um aumento da taxa de crescimento da produtividade do trabalho tem um impacto positivo sobre o grau de utilização da capacidade produtiva, a taxa de lucro e a taxa de acumulação de capital.
- Contudo, a natureza essencialmente *labour-saving* do progresso técnico suscita periodicamente debates sobre a possibilidade de um “crescimento sem emprego”, ou seja, uma situação na qual a taxa de crescimento do produto e do estoque de capital se acelera devido ao progresso técnico mais intenso; mas o emprego diminui devido a substituição de trabalhadores por máquinas mais modernas

Da equação (6.1) sabemos que:

$$E_v = \frac{Y}{y} = \frac{Y}{\bar{Y}}\frac{\bar{Y}}{y} = \frac{u}{y}\frac{K}{v_r} \quad (6.46)$$

Aplicando o logaritmo natural em (6.46) e diferenciando a expressão resultante com respeito ao tempo, chega-se a seguinte expressão

$$\hat{e} = g - \mu \ (6.47)$$

Onde: $\hat{e}$ é a taxa de crescimento do emprego.

Diferenciando a equação (6.47) com respeito a μ, temos que:

$$\frac{\partial \hat{e}}{\partial \mu} = \frac{\partial g}{\partial \mu} - 1 \ (6.48)$$

Na expressão (6.48) verificamos que $\frac{\partial \hat{e}}{\partial \mu} > 0 \leftrightarrow \frac{\partial g}{\partial \mu} > 1$, ou seja, uma aceleração do ritmo de crescimento da produtividade do trabalho só irá resultar no crescimento do nível de emprego; se o aumento da taxa de crescimento do estoque de capital (induzido pela própria aceleração do crescimento da produtividade) for superior ao aumento da taxa de crescimento da produtividade do trabalho. Do contrário, a aceleração do ritmo de progresso técnico irá resultar na destruição de postos de trabalho em função da substituição de trabalhadores por máquinas; configurando assim um cenário de "crescimento sem emprego".

Diferenciando (6.39) com respeito a μ_0, temos que:

$$\frac{\partial g}{\partial \mu_0} = \gamma_\mu + \gamma_u \frac{\partial u}{\partial \mu_0} + \gamma_\mu \frac{\partial R}{\partial \mu_0} \quad (6.49)$$

Na expressão (6.49) observamos que $\frac{\partial g}{\partial \mu_0}$ é claramente uma função crescente de γ_μ.

Além disso, na expressão (6.44a), observa-se que $\frac{\partial u}{\partial \mu_0}$ é uma função crescente de δ_μ.

Dessa forma, quanto maior a sensibilidade da taxa de depreciação do estoque de capital físico com relação a produtividade do trabalho e quanto maior a sensibilidade da taxa de crescimento do estoque de capital ao progresso técnico; maior será o aumento (redução) da taxa de crescimento do estoque de capital decorrente de um aumento (redução) da taxa de crescimento da produtividade do trabalho

Análise

- O que esse resultado nos diz a respeito da relação entre progresso técnico e emprego?
- Esse resultado parece apontar para o fato de que o tipo de inovação importa.
- Schumpeter (1939) definiu os conceitos de inovação incremental e inovação radical.
  - A inovação incremental consiste numa melhoria marginal nas técnicas de produção e/ou nos produtos já existentes.
  - A inovação radical consiste na introdução de um produto ou de um processo de produção completamente diferente dos que já existem, tornando-se assim fonte de "destruição criativa", ou seja, tornando obsoletos os produtos e/ou os processos de produção previamente existentes.
- A inovação que gera maior impacto sobre o investimento e a acumulação de capital é precisamente a inovação radical, que alimenta o processo de destruição criativa.
- Sendo assim, é mais provável que inovações radicais gerem simultaneamente aceleração do crescimento e criação (líquida) de empregos.

Análise

- “Está claro que (...) para um valor dado de s_π, quanto mais elevados forem os valores de δ_μe γ_μ mais provável será que o progresso técnico leve a um maior emprego. Por essa razão as inovações que marcam época – como a máquina a vapor, a eletricidade ou o motor de combustão interna – são mais prováveis de ter impacto positivo no emprego total” (1981, p.25)