

Conhecimento, Inovação e Crescimento Econômico – uma Aplicação do Modelo de Solow ao Brasil¹

Ricardo Sagioro²

Resumo

O conhecimento vem sendo cada vez mais reconhecido como o pilar mais importante sobre o qual se sustenta o processo de desenvolvimento sustentado de uma nação. Robert Solow, professor do MIT, examinou, no final dos anos 50, os elementos clássicos do crescimento econômico, notadamente o estoque dos fatores capital e trabalho, e observou que o crescimento da economia norte-americana ao longo do século 20 não podia ser explicado apenas recorrendo ao crescimento do capital e do trabalho disponível. As demais fontes de crescimento, não explicadas pela acumulação de fatores, foram isoladas no chamado resíduo de Solow, que corresponde a uma medida da Produtividade Total Multifatores. Este trabalho realiza um levantamento do resíduo de Solow para o Brasil. Em primeiro lugar, discute-se a importância do conhecimento para o desenvolvimento econômico. Em segundo lugar, discute-se o papel da pesquisa básica e da inovação, esta última aplicada a produtos e processos. Em terceiro lugar, discute-se a geração de inovações no Brasil. Finalmente, constrói-se a medida do resíduo de Solow e realiza-se um cálculo dessa medida para o Brasil. Conclui-se pela necessidade de um maior investimento em Pesquisa & Desenvolvimento, especialmente com apoio do setor público, já que o conhecimento pode ser considerado como bem público cuja produção privada enfrenta sub-incentivos decorrentes da rentabilidade privada que em geral é muito inferior ao retorno social desse tipo de investimento.

INTRODUÇÃO

O conhecimento vem sendo cada vez mais reconhecido como o pilar mais importante sobre o qual se sustenta o processo de desenvolvimento sustentado de uma nação. Décadas atrás, se acreditava a presença de vantagens como terra e recursos naturais abundantes, clima favorável e baixos salários podiam ser instrumentos de atração de investimento e de desenvolvimento. Hoje se reconhece que, além do estoque de capital, trabalho e de recursos naturais, o insumo fundamental para a criação de riqueza é o conhecimento.

Ciência, tecnologia e cultura têm sido reconhecidos como elementos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social. Especialmente depois do incremento da Internet e da rede mundial de computadores – a *Word Wide Web* –, a necessidade do conhecimento para fomentar o desenvolvimento, tornou-se mais que óbvia, destacada nos meios de comunicação e entendida pelas populações mundiais. Como exemplo desse reconhecimento público, pode-se citar que Alan Greenspan, presidente do *Federal Reserve*, o banco central norte-americano, tem destacado com frequência a contribuição dos avanços

¹ Artigo aceito para apresentação e publicação nos anais do II Encontro Científico da Campanha Nacional das Escolas da Comunidade (II EC-CNEC), Varginha, 9-10 de julho de 2004

² Bacharelado do curso de Ciências Econômicas das **Faculdades Oswaldo Cruz**

tecnológicos que permitiram às empresas americanas operar com maior produtividade, trazendo o mais longo ciclo de prosperidade já visto pelo mundo.

A importância do conhecimento para o desenvolvimento não é uma novidade na história da Humanidade. Ao final do século XV, Portugal, uma pequena nação com menos de 10 milhões de habitantes, tornou-se a mais poderosa do mundo. Para isso aplicou-se estudos sistemáticos, pesquisas e o conhecimento acumulado ao problema da navegação oceânica, com o objetivo de chegar à Índia e dominar o comércio de especiarias.

O sistema conhecido como a invenção da invenção, isto é, a sistematização do método científico e da atividade de pesquisa a partir do século 18, foi um dos grandes ingredientes necessários para existência de uma revolução industrial na Europa, e para o desenvolvimento que se seguiu.

Os exemplos de Portugal, no século XV, e da Inglaterra no século XVIII, evidenciam que, ao longo de história, tornaram-se mais ricos os países que souberam criar um ambiente propício à criação e disseminação do conhecimento e sua aplicação na produção. A aplicação desse conhecimento garantindo um nível de bem-estar mais elevado aos que o obtiveram.

1. O CONHECIMENTO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Robert Solow, professor do MIT, examinou, no final dos anos 50, os elementos clássicos do crescimento econômico, notadamente o estoque dos fatores capital e trabalho, e observou que o crescimento da economia norte-americana ao longo do século 20 não podia ser explicado apenas recorrendo ao crescimento do capital e do trabalho disponível. Com isso foi estabelecido que havia outras fontes de crescimento econômico. O conjunto destas outras fontes foi denominado de *resíduo de Solow*. Na formulação da teoria do crescimento de Solow, o conhecimento ganhou papel central, mas foi considerado elemento exógeno ao modelo.

A partir da nova teoria de crescimento estabelecida por Paul Romer, de Stanford, e seus colaboradores, a partir de 1987, é que o conhecimento passou a ser considerado como elemento explícito na teoria econômica. Até então o conhecimento era considerado como variável externa à teoria econômica, embora houvesse vários autores que supusessem o efeito do conhecimento sobre a produtividade do trabalho. Segundo a teoria de Romer, um milhão de trabalhadores com pouco acesso ao conhecimento produzem menos do que um milhão de trabalhadores com acesso ao conhecimento mais moderno. O conhecimento só pode ser gerado e ser acessível quando há pessoas educadas para isso. Para que essa educação seja gerada é preciso investir em capital humano o quanto antes, pois o retorno do investimento efetuado é de médio a longo prazo.

Em nosso país não é diferente: temos obtido alguns importantes resultados a confirmar o valor do conhecimento. Dois deles chamam a atenção: os casos dos jatos da Embraer e da soja no cerrado. Nos últimos quatro anos, pela primeira vez na história brasileira um dos principais itens de pauta de exportação nacional, representando hoje mais de US\$ 2 bilhões por ano é um produto com alto valor agregado, aviões e jatos. Produzidos pela Embraer, eles são resultado de concepção e projeto de engenheiros brasileiros formados pelo ITA. A soja também tem alta representação nas exportações, sendo possível pelo melhoramento de sementes, defensivos e fertilizantes, viabilizando o cultivo no cerrado com grande produtividade. Estes são alguns casos exemplar de ciência e tecnologia criando desenvolvimento, e uma ilustração do fundamental papel do Estado em viabilizar

essas atividades, papel este que deve-se ter uma responsabilidade desde a educação de base, até níveis superiores de formação educacional.

A Embraer começou a nascer em 1947, quando o ITA foi fundado, numa estratégia correta para impulsionar o desenvolvimento de uma indústria aeronáutica no Brasil. Ano após ano, gerações de engenheiros foram formados pela escola até se atingir a massa crítica necessária para o surgimento, em 1967, de uma empresa capaz de fabricar aviões. Este exemplo serve como ilustração de integração universidade-empresa. A instituição de ensino superior assume um papel no qual, trabalhando dentro de referenciais acadêmicos internacionais, educa as pessoas que vão criar tecnologia trabalhando para a empresa.

Essas realizações não acontecem por acidente. Resultam de um esforço contínuo e cumulativo de educação com padrões elevados de excelência durante décadas e décadas. Infelizmente, não se trata de prática comum no Brasil, o que impede um destaque maior do país no comércio mundial. Em se tratando de comércio mundial, os avanços em direção do comércio de bens e o aprimoramento científico e tecnológico geraram uma nova dimensão na estrutura das ações de países em torno de sua crescente inserção político-estratégica no mercado internacional, tornando-se chave para a agregação de valor aos mais diversos produtos e à competitividade estratégica das empresas nacionais.

As características da nova economia exigem políticas baseadas em redes de aprendizagem e inovação. Esta última pode ser entendida como a capacidade de transformar a tecnologia já existente em novos produtos ou métodos inovados de produção. É também importante a interação de diversas instituições, com o objetivo de produzir ganhos e resultados. Nesse cenário a gestão estratégica do conhecimento constitui um instrumento para a identificação de oportunidades e ameaças no ambiente internacional, bem como um determinante para formulação de processos decisórios que busquem a conquista de vantagens competitivas, e a determinação de normas e diretrizes nacionais e internacionais, por parte do governo brasileiro.

A intensidade da expansão do conhecimento necessário para manter o ciclo de inovação dinâmico em um país é significativa, influenciando as taxas de inovação tecnológica que são muito maiores que no passado. Setores como eletrônico têm uma ligação direta com avanços nas tecnologias de informações e comunicações, tendo como exemplo em evidência, a Internet, a qual vem mudando estruturalmente o modo de se trabalhar.

A geração de conhecimento, entretanto, não ocorre de forma ótima quando governada pelas leis do mercado. A sociedade pode obter vantagens significativas a partir da produção do conhecimento, mas em várias situações o produtor desse conhecimento não consegue se apropriar privadamente dos benefícios de sua produção. O produtor está, portanto, sujeito a um sub-incentivo à produção de conhecimento, o que confere um papel fundamental ao Estado na criação de incentivos para que a atividade produtora de conhecimento prospere como bem público. Deste modo, o Estado tem um papel primordial na busca do máximo aproveitamento dos benefícios decorrentes da era do conhecimento.

2. PESQUISA BÁSICA E APLICADA

A atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são um instrumento fundamental para que o país acompanhe o cenário de um mundo globalizado e dinâmico e possa criar suas próprias oportunidades de desenvolvimento. Entretanto, a maneira com que

o conhecimento é incorporado a um produto ou processo é bastante complexa e variável, e para melhor compreendê-lo necessita-se obedecer certas etapas, de forma sistêmica.

O meio acadêmico é de extrema importância para novas descobertas em uma fase primária, capacitando os recursos humanos usados nas pesquisas em foco. Em se tratando de uma fase preliminar, o conhecimento básico ainda não se pode considerar como valor econômico passível de ser diretamente apropriado por seus produtores, sendo incapaz de ter poder competitivo frente as tecnologias existentes. Esta etapa de produção do conhecimento, identificado como pesquisa básica, raramente encontra viabilidade de execução em bases comerciais. Nesse sentido, é um segmento que, em vários países, conta com subsídios públicos em sua execução. Estes subsídios estão associados ao alto potencial de geração de externalidades que a atividade encerra, ou seu caráter de bem público, ainda que seus resultados não possam ser diretamente comercializados.

Esta característica começa a mudar no instante em que se agrega às novas descobertas, aperfeiçoamentos e inovações tecnológicas. Estas podem se desdobrar em um grande número de aplicações nos experimentos, analisando as mais variáveis vertentes, sendo assim a chave para a competição e agregação de valor em produtos, buscando fazer frente a tecnologias semelhantes, tentando desta maneira obter uma parcela do mercado mundial de um produto ou serviço.

A inovação em produtos e processos, diferentemente da pesquisa básica, é uma atividade desenvolvida no ambiente de produção, como atividade econômica, com o intuito de tornar a tecnologia descoberta competitiva, buscando uma parcela maior do mercado, além de agregar valor e obter lucratividade. Difere, portanto, da pesquisa básica, na medida em que esta última está dissociada da aplicação imediata à produção de novos ou melhores bens e serviços.

Um produto comercializado no mercado pode ter poucas descobertas, mas tem um vasto número de inovações agregado a esta descoberta, que podem ser protegidas do uso de terceiros através de registro de patentes. As inovações são aplicadas em tecnologias recentes ou antigas. Como exemplos, a Coreia domina o mercado de monitores, mas não descobriu nenhuma tecnologia aplicada a eles, assim como a Nokia não descobriu a telefonia celular, e nem a Embraer descobriu o avião. Estas empresas, entretanto, desenvolvem inovações aplicadas sobre o conhecimento já existentes.

Conclui-se então que são as inovações agregadas às descobertas tecnológicas que realmente conferem valor agregado aos produtos, ou viabilização de novos processos capazes de serem competitivos no mercado. Estas inovações podem levar muito tempo para atingir sua maturidade, um intervalo de tempo geralmente medido em décadas, e aí sim estarem capacitadas a disputar mercado competitivo. As novas tecnologias podem ser geradas fora do país, mas têm que ter um parque produtivo competente suficiente para gerar inovações e agregar valor econômico nos produtos comercializados, sendo que as novas tecnologias possam ser descobertas em conveniência com o mercado.

3. A INOVAÇÃO NO BRASIL

A posição do Brasil está muito aquém do desejável a até do necessário para alimentar o nosso desenvolvimento sustentável, embora tenha havido progresso significativo entre a segunda metade dos anos noventa e o início da década presente. Com exceção desse período, o dispêndio nacional em Pesquisa e Desenvolvimento tem sido realizado nos últimos trinta anos de modo irregular e, principalmente, ineficiente para a transformação do

conhecimento em valor econômico. A política direcionada a pesquisa não contempla a geração de inovações pelo setor produtivo, mas apenas as descobertas científicas e tecnológicas realizadas no âmbito acadêmico, necessitando-se de integração entre os dois setores.

Pode-se afirmar que, durante algumas décadas, o Brasil direcionou esforços para a pesquisa básica sem se preocupar em convertê-los em inovações de produtos e processos. Os esforços precisam deixar de ser isolados, e sim direcionar a uma busca de cooperação e realizações conjuntas entre os setores envolvidos, caso contrário o Brasil corre o risco de ficar cada vez mais atrasado em relação à competição mundial.

Alguns avanços positivos já foram alcançados, oriundos de temas debatidos na Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Entre eles um trabalho desenvolvido pela Finep no estímulo a um ambiente favorável ao capital de risco, que é central para nova economia. Este programa denominado Inovar, cria um ambiente para esse desenvolvimento, seus recursos estimulam novos fundos, e a lei Nº 10.332 de 2001, que permitiu, por meio do Fundo Verde-Amarelo, destinado ao financiamento subsidiado de investimentos em capital de risco com importância no processo de inovação. No âmbito do Inovar é possível propor planos de negócios, cujos beneficiários incluem incubadoras de empresas, bancos, institutos, entre outros (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002). A lei 10.332 também estimula a prática de P&D entre as empresas, através de subvenção econômica e de equalização de taxas de juros dos empréstimos da Finep, utilizando recursos do Fundo Verde-amarelo. Naturalmente, ainda existem aprimoramentos legislativos e institucionais necessários ao avanço do processo de inovação no Brasil.

Alguns experimentos realizados utilizando os recursos do Fundo Verde-Amarelo, baseados na proposta de lei de inovações, já estão dando resultados positivos. Entre estes menciona-se o projeto Genolyptus, integrando universidade-empresa, e tendo como agentes participantes, doze empresas, sete universidades e três centros da Embrapa, focando no estudo do eucalipto no mundo, para desenvolvimento do setor de papel e celulose.

Entretanto, mesmo tendo propostas coerentes em estudos e alguns experimentos com resultados satisfatórios como os citados anteriormente, ainda não está formado um programa que de resultados expressivos economicamente capaz de competir com nível internacional no mercado mundial, com exceção de alguns produtos isolados.

Para se ter uma idéia de medida para avaliar o grau de inovações, utiliza-se o número de obtenção de patentes de inovações. Tomando-se o mercado americano como forma comparativa, observa-se que no ano de 2000 foram registrados 157 mil patentes, de âmbito local, e apenas doze países somados chegam perto destas patentes com 95% dos números americanos, entre eles dois emergentes, Coreia e Taiwan. A posição do Brasil no registro de patentes é medíocre em comparação com estas nações (Tabela 1). Levando-se em conta nossa criatividade, diversidade da economia e expectativas da sociedade, poderíamos obter um resultado bem melhor, mas na realidade só obtemos apenas um milésimo das patentes registradas em 2000.

O crescimento no número de patentes do Brasil se dá a um ritmo de três patentes ao ano, enquanto outros países citados dobram seus números a cada três anos, e para se alcançar estes resultados direcionam sua criatividade buscando uma autonomia tecnológica e assegurar a competitividade, tendo como resultado uma elevação de sua renda, buscando distribuí-la de forma justa em sua sociedade. As patentes criadas via inovações tornam-se um veículo ou uma ferramenta fundamental para as exportações, disputando o mercado mundial e fomentando o crescimento econômico.

Tabela 1 Patentes outorgadas em países selecionados

	1980	2000	Crescimento anual médio
Estados Unidos	37354	85072	2331 unidades
Taiwan	65	4667	22,40%
Coréia	8	3314	26,00%
Brasil	24	98	3 unidades

Fonte: U.S. Patent and Trade Mark Office

O Brasil além de ter o pior desempenho entre os países citados, também não possui dados confiáveis de dispêndio em inovações, somente valores aproximados que apontam para um dispêndio agregado de cerca de 0,10 a 0,15% do PIB. Não somente os números em investimentos são pouco expressivos, como a distância entre as economias do Brasil e dos EUA aumentou nos últimos vinte anos. Fomos ultrapassados em PIB per capita por Taiwan com (US\$ 14,4 mil), e pela Coréia com (US\$ 13,7 mil), contra apenas US\$ 3,5 mil no Brasil, o 81º do mundo. Em resumo em vinte anos o PIB per capita aumentou cinco vezes a mais em Taiwan, e quatro vezes a mais na Coréia, em relação ao Brasil, estes resultados foram alcançados via investimentos em conhecimentos, evidenciando sua importância (Nicolisky, 2001).

3. ELABORAÇÃO DE UMA MEDIDA AGREGADA DE PROGRESSO TECNOLÓGICO

Um dos principais desafios da ciência econômica é a busca por determinantes para o crescimento econômico, pois associados a este estão questões que prendem a atenção de todos que se dedicam ao tema, com por exemplo:

- 1- Quais são os determinantes da riqueza de uma nação?
- 2- Por que alguns países são mais ricos que outros ?
- 3- Existe alguma tendência natural, para que a renda de todos os países venha a se igualar?

A busca por uma maior comprovação sobre a importância do conhecimento e tecnologia no desenvolvimento econômico, nos leva a procurar embasamentos teóricos sobre o tema abordado e a partir de então obter uma comprovação real aplicando os modelos teóricos relevantes analisados no trabalho. Para isto necessita-se de uma estrutura lógica, que ajude a conduzir a análise proposta, contendo o que se acredita de variáveis relevantes ao crescimento econômico.

Uma maneira bastante adequada e popular de realizar esta tarefa consiste no uso de modelos matemáticos, construídos de forma lógica e ajudando a explicar as hipóteses apresentadas, e que sejam relevantes, ajudando-nos a chegar a uma conclusão coerente.

Somente em 1957, com a nova teoria de crescimento, de Solow, é que o conhecimento passa a ser considerado como elemento relevante na teoria econômica, apesar de vários autores já terem mencionado sua importância na produtividade do trabalho.

No final dos anos 50, Robert Solow, professor do MIT, observou que o crescimento dos Estados Unidos nos últimos 20 anos não poderia ser somente atribuído aos fatores capital e trabalho, mas também ao aumento de outras fontes de crescimento econômico, denominado *resíduo de Solow*, entre estas fontes, o aumento da tecnologia aplicada no processo produtivo.

O resíduo de Solow é a expressão quantitativa do progresso tecnológico, método usado por Solow ainda é utilizado até hoje. Como todo debate econômico, cabe aqui mencionar um trabalho empírico para que sirva como base para um aprofundamento no tema proposto e além disso, ressaltando uma medida de Progresso Tecnológico enfatizando a sugestão do economista Robert Solow³.

Dado o pressuposto, escrevemos: sendo Y o produto, N o trabalho e W/P o salário real, definimos a variação do produto é igual o salário real multiplicado pela variação do trabalho.

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

Dividindo ambos os lados da equação pelo produto Y , além de dividir e multiplicar o lado direito por N e reorganizando a equação, obtemos

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

O primeiro termo da equação (WN/PY) é igual à participação do trabalho no produto, ou seja, o montante total - em unidade monetária qualquer - da folha de pagamentos da economia, dividido pelo valor do produto também em unidade monetária. Solow denomina esta parte como α . Já $\Delta Y/Y$ é a taxa de crescimento do produto e será representada por g_r . Análogo a isso, $\Delta N/N$ é a taxa de variação do insumo de trabalho e é representado por g_N . A relação agora pode ser escrita como

$$g_r = \alpha \cdot g_N$$

De maneira geral, o raciocínio implica que a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao aumento do insumo de trabalho é igual a α vezes g_N . Feito isso, pode-se então calcular a parte do crescimento do produto que pode ser atribuído ao aumento do estoque de capital. Como há apenas dois fatores de produção, trabalho e capital e como a participação do capital na renda será igual a $(1 - \alpha)$. Dado que a taxa de crescimento do capital é igual a g_N , então o aumento do produto que pode ser atribuído ao crescimento do capital é igual a $(1 - \alpha) g_r$, obtendo retornos constantes de escala.

Juntando as contribuições do trabalho e do capital, o crescimento do produto que pode ser atribuído ao crescimento de trabalho e capital é igual a $\alpha g_N + (1 - \alpha) g_r$.

Configurando a equação ($\alpha g_N + (1 - \alpha) g_r$), podemos medir os efeitos do progresso tecnológico pelo cálculo do que Solow chamou de resíduo, o excesso de crescimento do produto real sobre o que pode ser atribuído ao crescimento do capital e ao do trabalho:

$$\underbrace{\text{Resíduo} = g_Y}_{\text{Crescimento observado}} - \underbrace{[\alpha g_N + (1 - \alpha) g_r]}_{\text{Crescimento atribuível ao aumento do trabalho e do capital}}$$

³ O modelo teórico foi extraído de: BLANCHARD (2001)

Essa medida é chamada de **resíduo de Solow**, e às vezes chamado de **taxa de aumento da produtividade multifatores**. De um modo simples, o resíduo Solow está relacionado à taxa de progresso tecnológico de um modo simples. O resíduo é igual à parcela do trabalho vezes a taxa de progresso tecnológico:

$$\text{Resíduo} = \alpha g_A$$

Portanto, temos um instrumento com forte embasamento teórico onde podemos medir um possível nível de Progresso Tecnológico, sendo o produto do trabalho vezes o estado da tecnologia. Se o resíduo Solow for igual a zero, o progresso tecnológico também será. Para uma estimativa de g_A , tem-se de elaborar o resíduo Solow e depois dividi-lo pela parcela do trabalho.

4. UM EXERCÍCIO SIMPLES PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

Foram colhidas algumas variáveis da economia brasileira para se calcular o resíduo de Solow, e acompanhar o desenvolvimento da tecnologia no Brasil na década de 90. Procurou-se obter séries de dados como as indicadas por Solow (1957), séries estas necessárias para se calcular os indicadores contidos em seu modelo. São elas: variação do produto, variação da formação bruta de capital fixo, variação da força de trabalho, e a contribuição do trabalho para o produto.

Tabela 2 - Dados utilizados para o cálculo do Resíduo de Solow

Ano	Transformação de PIB (deflator: Deflator implícito do PIB)	Transformação de Capital fixo - formação bruta (deflator: Deflator implícito do PIB)	Transformação de População econômica (PEA) urbana	Remuneração empregados - salários (deflator: INPC)	PIB (deflator: INPC)	Alfa = Salários/PIB
1990	0,85	-22,42	8,87	301.484.564,22	828.495.552,93	0,363894004
1991	1,03	-11,46	2,81	261.291.239,15	816.378.705,14	0,320061312
1992	-0,54	1,18	2,77	278.072.886,85	803.082.420,39	0,346256972
1993	4,92	9,82	2,73	311.449.450,95	867.390.532,37	0,359064849
1994	5,85	13,89	2,68	310.708.726,27	971.527.559,09	0,319814629
1995	4,22	3,2	2,63	320.873.785,89	1.083.255.717,92	0,296212409
1996	2,66	-3,73	2,57	325.542.491,18	1.130.308.252,02	0,288012134
1997	3,27	6,47	2,5	331.264.639,38	1.192.177.077,34	0,277865298
1998	0,13	-0,74	2,42	339.337.413,81	1.206.018.801,05	0,28136992
1999	0,79	-3,23	2,34	336.030.337,35	1.225.324.443,92	0,274237847
2000	4,36	6,47	2,24	349.712.085,97	1.304.486.750,23	0,268084046
2001	1,42	2,26	2,14	348.799.849,64	1.322.469.132,73	0,263748953

Fonte: IPEA

Podemos observar na tabela 2 o primeiro cálculo necessário para a busca de nossas estimativas, sendo este a determinação de alfa, representando a participação do trabalho para formação do produto. Com os dados relacionados acima, parte-se então para a realização do cálculo do resíduo de Solow, através da fórmula proposta por ele.

Tabela 3 – Dados macroeconômicos e cálculo do resíduo

Período	% PIB	% C.FIXO %PEA		Alfa = Salários/PIB	Resíduo = $g_Y - [\alpha g_N + (1 - \alpha) g_R]$
1990	0,85	-22,42	8,87	0,364	11,88044
1991	1,03	-11,46	2,81	0,32	7,9236
1992	-0,54	1,18	2,77	0,346	-2,27014
1993	4,92	9,82	2,73	0,359	-2,35469
1994	5,85	13,89	2,68	0,319	-4,46401
1995	4,22	3,2	2,63	0,296	1,18872
1996	2,66	-3,73	2,57	0,288	4,5756
1997	3,27	6,47	2,5	0,277	-2,10031
1998	0,13	-0,74	2,42	0,281	-0,01796
1999	0,79	-3,23	2,34	0,274	2,49382
2000	4,36	6,47	2,24	0,268	-0,97636
2001	1,42	2,26	2,14	0,263	-0,80844

Fonte: IPEA e cálculos

Uma vez calculado o resíduo, parte-se para a determinação ga , ou a participação da tecnologia para a formação do produto, determinado da seguinte maneira, o resíduo será dividido pelo valor de alfa, chegando assim ao resultado de ga .

Tabela 4 - Calculo para determinação de ga

Período	Resíduo = αg_A				
	Resíduo	Alfa	$ga = \text{Resíduo}/\text{Alfa}$	gn	$gn+ga$
1990	11,88044	0,364	32,63857143	8,87	41,50857143
1991	7,9236	0,32	24,76125	2,81	27,57125
1992	-2,27014	0,346	-6,561098266	2,77	-3,791098266
1993	-2,35469	0,359	-6,55902507	2,73	-3,82902507
1994	-4,46401	0,319	-13,99376176	2,68	-11,31376176
1995	1,18872	0,296	4,015945946	2,63	6,645945946
1996	4,5756	0,288	15,8875	2,57	18,4575
1997	-2,10031	0,277	-7,58234657	2,5	-5,08234657
1998	-0,01796	0,281	-0,063914591	2,42	2,356085409
1999	2,49383	0,274	9,101569343	2,34	11,44156934
2000	-0,97636	0,268	-3,643134328	2,24	-1,403134328
2001	-0,80844	0,263	-3,073931559	2,14	-0,933931559

Os resultados obtidos podem ser analisados da seguinte maneira. Primeiramente observamos os resultados obtidos em ga , indicando que os valores negativos, mostra uma participação inferior da tecnologia em relação ao período passado, tendo uma relação inversa quando os valores apresentam resultados positivos. Esta representação da tecnologia na formação do produto não é percebida por acaso, nos períodos analisados existe uma influência na parte governamental, sendo que as oscilações de resultado refletem a disposição de investimentos em C&T (Ciência e Tecnologia), nos períodos correspondentes.

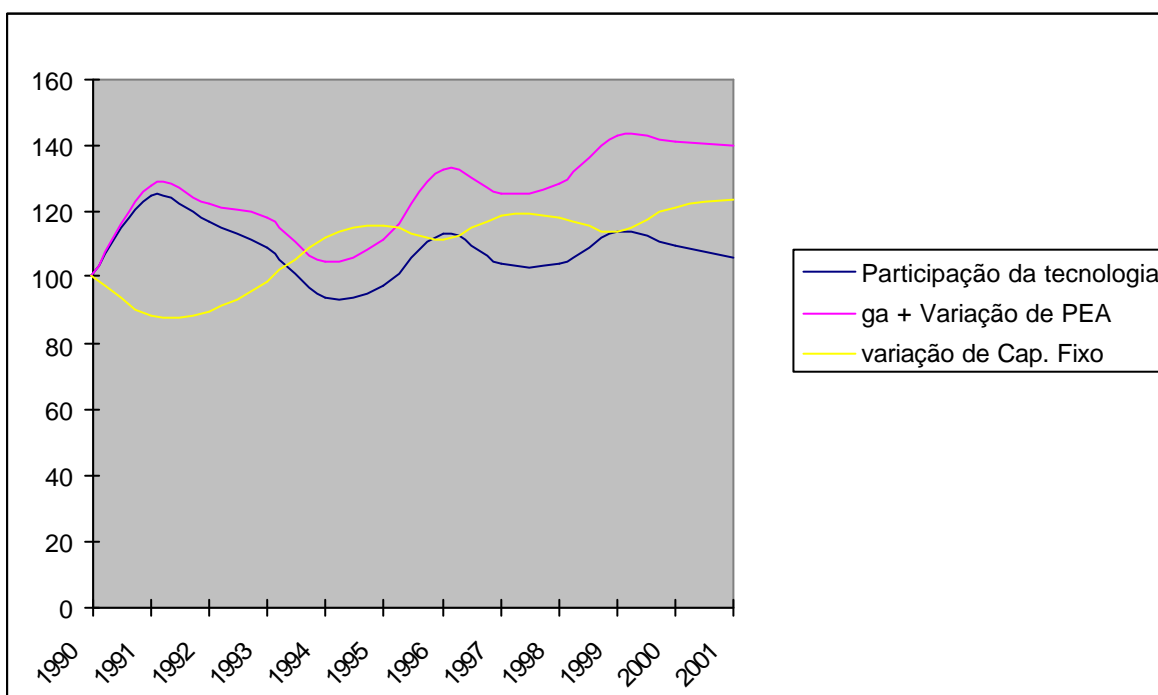
Quando se analisa a soma da variação da tecnologia e a variação da população economicamente ativa, constata-se que o valor resultante acompanha a variação do produto, afirmando desta maneira a teoria econômica que diz que o produto no longo prazo, varia de

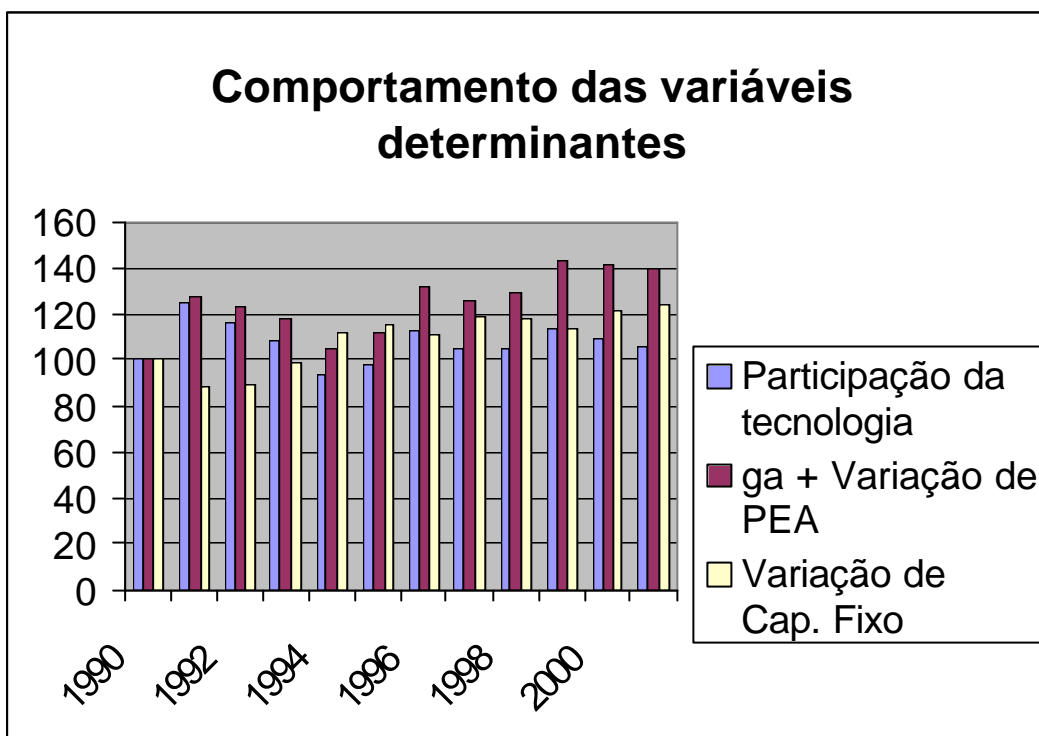
acordo com a variação de tecnologia mais a variação da população (Blanchard, 2001). Os resultados podem ser visualizados na Tabela

Tabela 5 – Resultados do Cálculo

Período	ga	ga+gn	v % c.fixo
1990	100	100	100
1991	124,761	127,571	88,54
1992	116,575	122,735	89,58
1993	108,929	118,035	98,38
1994	93,686	104,681	112,04
1995	97,448	111,637	115,63
1996	112,931	132,243	111,31
1997	104,361	125,522	118,52
1998	104,301	128,481	117,63
1999	113,794	143,181	113,83
2000	109,648	141,171	121,19
2001	106,277	139,853	123,93

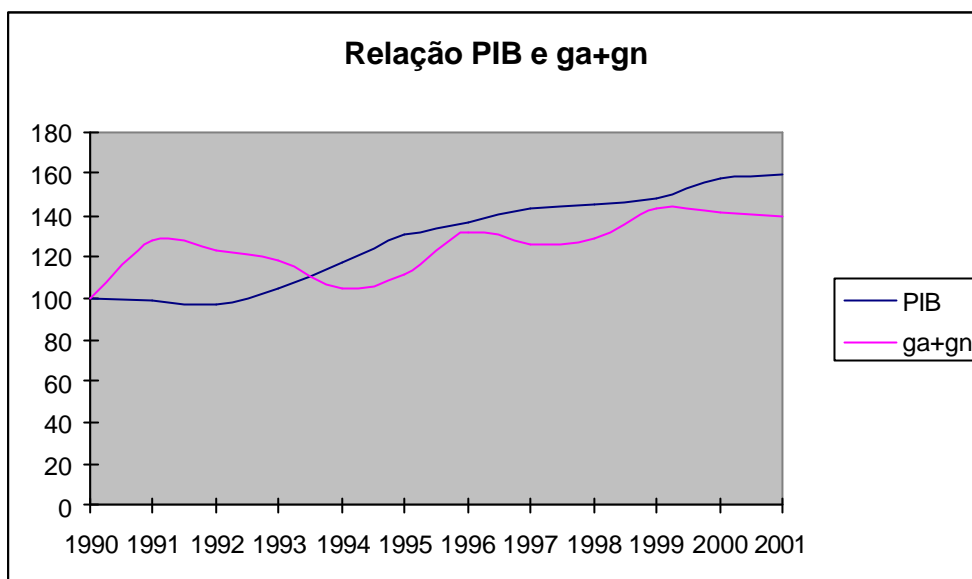
Gráfico 1 – Contribuições para o crescimento





Vejam agora graficamente somente o comportamento de $gn + ga$ e a evolução do PIB:

PIB	$ga+gn$
100	100
98,53749	127,571
96,93262	122,735
104,6947	118,035
117,2641	104,681
130,7497	111,637
136,429	132,243
143,8966	125,522
145,5673	128,481
147,8975	143,181
157,4525	141,171
159,623	139,853



Os resultados de $gn+ga$ acompanham a tendência de crescimento do PIB, logicamente que não possuem os mesmos valores, mas é possível notar uma relação entre as variáveis.

O modelo matemático, ajuda a demonstrar de forma lógica os argumentos e hipóteses citados acima, na busca de explicações para os determinantes do crescimento econômico, lembrando que o instrumento matemático não é o único método para explicar as variações de uma economia, sendo de extrema importância considerar outras variáveis endógenas e exógenas, representativas em uma economia.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Nesta era, marcada pelo impacto das tecnologias de informação e comunicação, deter e produzir conhecimento, científico e técnico, além de saber transformá-los em inovações nas esferas econômicas e social, é mais do que nunca estratégico, tanto para o dinamismo e a prosperidade da sociedade, quanto para que a nação se defina de forma soberana.

A análise da sociedade e da economia internacional indica que as nações mais bem sucedidas são as que investem, de forma sistemática, em Ciência e Tecnologia e são capazes de transformar os frutos desses esforços em inovações. Um dos resultados mais evidentes desses investimentos é a capacidade que essas nações têm de proporcionar alta qualidade de vida, empregos bem remunerados, segurança pública e seguridade social de sua população. Seus bens e serviços caracterizam-se por serem tecnologicamente avançados, ou seja, por incorporarem de forma intensiva o conhecimento. A produção e a comercialização de tais bens e serviços refletem o maior potencial que esses países dispõem de geração de renda e crescimento econômico, em função seja do próprio valor agregado a esses produtos, seja do grande dinamismo de seus mercados, proporcionando um melhor desempenho econômico.

No passado o Brasil pôde crescer sem contar, até certo ponto, com um sistema dinâmico e organizado de geração e incorporação de inovações ao setor produtivo. Foi possível expandir fronteiras agropecuárias, explorar recursos naturais e instalar setores industriais principalmente por meio da importação tecnológica. Na maioria dos casos, foi

importada tecnologia madura, de ampla utilização internacional, que viabilizava a ocupação do mercado doméstico, mas que não assegurava as empresas reais vantagens em relação aos concorrentes. No entanto a chamada economia do conhecimento, em um modelo baseado na importação de tecnologia, sem uma capacitação endógena, já não é suficiente para assegurar desenvolvimento sustentável e inserção significativa do país em um cenário internacional.

Não se pode negar, que é inviável buscar um crescimento de longo prazo, pagando baixos salários e esgotando de forma predatória os recursos naturais, além de uma contínua política de subsídios, no qual são ineficientes e custoso a sociedade. Para que se alcance o crescimento sustentado, são necessários o contínuo aperfeiçoamento da tecnologia utilizada na produção de bens e serviços, a introdução de novos produtos e serviços e melhores formas de organizar e distribuir a produção, além da significativa ampliação da escolaridade e da qualificação profissional da população.

A partir da segunda metade dos anos noventa o Brasil começou a desenvolver políticas de maior efetividade voltadas para a pesquisa básica, a inovação, e para a integração entre essas duas dimensões. Entretanto, nos últimos anos essas políticas vem mostrando um arrefecimento. Assim, pela necessidade de diminuir as diferenças frente outros países em desenvolvimento e os competidores mais desenvolvidos que o país enfrenta na arena do comércio internacional, há ainda muito a avançar, sobretudo para melhor aparelhar a infra-estrutura disponível, expandi-la e melhor utiliza-la em benefício de toda a população.

O Brasil, portanto, precisa enfrentar o múltiplo desafio de acompanhar e contribuir para o avanço do conhecimento científico e tecnológico, ampliar o contingente de pessoal qualificado para criar a massa crítica necessária para seu processo de desenvolvimento, orientar os esforços de ciência e tecnologia para resultados de interesse da sociedade e ao mesmo tempo, reduzir ou superar diferenças socioeconômicas, criando melhores possibilidades para que a população tenha acesso aos frutos do progresso. A conjunção desses fatores é condição para uma sociedade mais justa e dotada de autênticas condições de competitividade.

Não basta, porém, promover o desenvolvimento científico, deve-se reconhecer que é limitada a capacidade, até agora demonstrada no país, em transformar avanços do conhecimento em inovações traduzidas em efetivas conquistas econômicas e sociais. É necessário difundir esse conhecimento e transforma-lo em fonte efetiva de desenvolvimento. É por intermédio da inovação que o avanço do conhecimento se socializa, e se materializa em bens e serviços para as pessoas.

A experiência de outros países tem demonstrado que a cooperação universidade-empresa é um fenômeno crescente e constitui um forte instrumento de promoção da inovação tecnológica e do desenvolvimento em geral. É necessário, portanto, aproximar e intensificar as relações entre o setor produtivo nacional, as universidades e os institutos de pesquisa. No Brasil, o distanciamento remanescente entre essas fontes de inovação, pode ser atribuído em parte a um marco legal e institucional inadequado e a insuficiência de mecanismos apropriados à promoção de tal integração.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCHARD. Olivier. Macroeconomia: Teoria e Política . Rio de Janeiro: Editora Campus, 2º Edição, 2001.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Documentos oficiais, 2002.
NICOLSKY, Roberto. Desenvolvimento Tecnológico e Industrial: Papel da Universidade e Indústria. Mimeo, 2002
SCHWARTZMAN. Simon (coordenador). Ciência e Tecnologia no Brasil. Vol 2 Ed. Fundação Getulio Vargas 1995 1ª Edição.