

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

PEDRO RAFAEL TORGO DE LEMOS E GAMA

**EFEITOS DO CAPITAL HUMANO NO CRESCIMENTO ECONÔMICO DA
AMÉRICA DO SUL: UMA ANÁLISE COM ENFOQUE NA QUALIDADE DE
ENSINO**

PORTO ALEGRE

2015

PEDRO RAFAEL TORGO DE LEMOS E GAMA

**EFEITOS DO CAPITAL HUMANO NO CRESCIMENTO ECONÔMICO DA
AMÉRICA DO SUL: UMA ANÁLISE COM ENFOQUE NA QUALIDADE DE
ENSINO**

Trabalho de conclusão submetido ao curso de graduação Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Marley Modesto Monteiro

Porto Alegre, junho de 2015

PEDRO RAFAEL TORGO DE LEMOS E GAMA

**EFEITOS DO CAPITAL HUMANO NO CRESCIMENTO ECONÔMICO DA
AMÉRICA DO SUL: UMA ANÁLISE COM ENFOQUE NA QUALIDADE DE
ENSINO**

Trabalho de conclusão submetido ao curso de graduação Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em: Porto Alegre, ____ de _____ de 2015.

Prof. Dr. Sérgio Marley Modesto Monteiro

UFRGS

Prof. Dr. Leandro Valiati

UFRGS

Prof^a. M^a. Karen Stallbaum

UFRGS

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Trajetórias de Crescimento do PIB no Cenário 1.....	42
Gráfico 2 – Trajetórias de Crescimento do PIB no Cenário 2.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das Modelagens.....	37
Tabela 2 – Parâmetros da Simulação.....	40
Tabela 3 – Impacto Econômico da Reforma no Cenário 1.....	43
Tabela 4 – Impacto Econômico da Reforma no Cenário 2.....	43

RESUMO

Desde a formulação das primeiras teorias de crescimento econômico, economistas buscaram explicar quais fatores são determinantes para o aumento da produção de um país. Um dos primeiros modelos foi o de Solow, que após as contribuições de Mankiw, Romer e Lucas, buscou explicar o crescimento econômico também pela variável de capital humano. Com o desenvolvimento da Teoria do Capital Humano, diversos autores, dentre eles Mincer, Becker e Schultz, buscaram destrinchar como os conjuntos de características que compõem o capital humano afetam a economia. Dentre tais características destaca-se a educação, que teve seu reconhecimento como impactante no crescimento econômico desde os pensamentos de Adam Smith. Muito debate-se em como a educação é capaz de afetar o crescimento econômico, mas recentemente, vem sendo criado o consenso que mais do que anos de estudo, o principal determinante para o desenvolvimento econômico de um país é a qualidade de sua educação. Entretanto, com qual magnitude a educação é capaz de afetar o crescimento econômico ainda é carente de mais estudos empíricos. O presente trabalho busca, com base no estudo de Hanushek e Woessmann (2010), fazer uma modelagem econométrica inicial para então realizar projeções de como seria afetado o crescimento econômico dos maiores países da América do Sul no caso de uma reforma educacional.

Palavras-Chave: Capital Humano. Qualidade da educação. Modelos de crescimento. Crescimento econômico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CRESCIMENTO ECONÔMICO	9
2.1. Modelo de Solow	9
2.2. Modelo de Solow Estendido	13
2.3. Modelo de Lucas	15
3. CAPITAL HUMANO, EDUCAÇÃO E CRESCIMENTO	21
3.1 Teoria do Capital Humano	21
3.2 Educação e Crescimento Econômico	27
4. MODELAGEM EMPÍRICA	32
4.1 O Modelo Empírico de Hanushek e Woessmann	32
4.2 Metodologia e Variáveis da Modelagem	35
4.3 Resultados da Modelagem	37
4.4 Metodologia e Parâmetros da Projeção	38
4.5 Resultados da Projeção	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	49

1. INTRODUÇÃO

Denomina-se capital humano o conjunto de habilidades e qualidades, naturais ou adquiridas, que possibilitam ao indivíduo auferir renda e torná-lo produtivo. A ideia por trás da Teoria do Capital Humano é de que, da mesma forma que investimentos em capital físico geram uma maior produtividade por parte das empresas, investimentos no capital humano (principalmente pela educação formal) aumenta a produtividade dos trabalhadores, gerando assim, também um aumento em sua renda. Por extensão, da mesma forma que existe uma necessidade de investimento em capital físico para que ocorra o crescimento econômico, entende-se que o conjunto geral do capital humano de uma população afeta o crescimento da economia de seu país.

Desde a proposição do modelo de crescimento proposto por Solow, economistas se questionaram sobre a razão de o resíduo do modelo, isto é, o fator inexplicado, apresentar valores tão significativos. Alguns autores como Becker, Mincer e Schultz propuseram que o aumento do estoque de capital humano, principalmente na sua forma de educação formal, gera benefícios que vão além do aumento de renda, gerando externalidades positivas, tais como melhorias na saúde, desenvolvimento tecnológico, redução da violência, dentre outros. Com base em tal questionamento, Mankiw, Romer e Weil apresentaram uma versão estendida do modelo de Solow, incluindo dentre suas variáveis explicativas o capital humano. Adotando a taxa de escolaridade como uma *proxy* para o capital humano, os autores encontraram um valor residual imensamente inferior àquele encontrado por Solow, indicando que, de fato, a educação afeta o crescimento econômico das nações. Quais os mecanismos e como a educação afeta o crescimento, no entanto, ainda requer melhores esclarecimentos.

Hanushek e Woessmann (2010), em artigo publicado pela Organização de Cooperação pelo Desenvolvimento Econômico (OCDE), apresentam uma investigação onde estimam qual seria o incremento no PIB de inúmeros países num período de 80 anos se houvesse uma melhoria na qualidade da educação. Adotando como *proxy* testes internacionais padronizados de conhecimento como o *Programme for International Student Assessment* (PISA), os autores apresentam resultados assombrosos: se todos os países membros da OCDE chegassem ao mesmo patamar que a Finlândia, país que lidera o ranking PISA, indicador de qualidade educacional, haveria um aumento de 260 trilhões de dólares no PIB mundial. Ainda que permaneça obscuro o mecanismo de atuação da

educação nesse crescimento, os resultados obtidos destacam a enorme importância que é ter um sistema educacional de qualidade, de forma que a negligência desse aspecto resulta em enorme perda de potencial.

Entretanto, nesse mesmo estudo, há uma estimação do efeito da qualidade de ensino apenas para os países membros da OCDE, sendo omitidos os países da América do Sul. Assim, o objetivo principal do presente trabalho é apresentar, do ponto de vista teórico e empírico, uma estimação para a variação do crescimento econômico dos países latino-americanos, tendo por base o modelo proposto por Hanushek e Woessmann e as teorias de crescimento econômico e de capital humano.

Para tanto, o trabalho está dividido em três partes. Na primeira são discutidos os modelos de crescimento econômico da economia *mainstream*. Começando pelo modelo de Solow, discorre-se sobre as proposições de como se dá o crescimento econômico. Em seguida, discute-se o modelo de Solow estendido, conforme proposto por Mankiw, Romer e Weil, onde é inserida a variável de capital humano. Por fim, apresenta-se o modelo de Lucas e sua contribuição para a discussão.

O segundo capítulo trata da evolução da Teoria do Capital Humano e dos efeitos da educação no crescimento econômico. Inicialmente se apresenta um histórico da Teoria do Capital Humano, indo de Adam Smith até Gary Becker. Em seguida, discute-se a relação entre educação e crescimento econômico, apresentando-se argumentações teóricas e empíricas para a adoção da educação como uma variável explicativa para o crescimento econômico.

Por fim, na terceira parte, será proposto um modelo econométrico com base na modelagem empírica de Hanushek e Woessmann, utilizando-se dados de *cross-section*, onde a variação do PIB per capita é explicado a partir do PIB per capita inicial, dos anos de estudos médio da população e da qualidade de ensino.

2. CRESCIMENTO ECONÔMICO

Neste capítulo será apresentada a primeira parte do embasamento teórico da modelagem feita no capítulo 4. Para tanto, será subdividido em quatro partes. Na primeira, é discutida de forma geral o histórico e as origens das teorias de crescimento econômico. Nas demais, será apresentado de forma mais minuciosa, os modelos de crescimento econômico de Solow e Lucas.

Inicialmente, veremos o modelo de Solow, o qual deu origem à teoria de crescimento neoclássica, explicando o crescimento econômico através de capital e trabalho.

Em seguida, se apresenta o modelo de Solow estendido, onde é inserido no modelo neoclássico a variável de capital humano conforme descrita por Becker, Schultz e Mincer. A apresentação da Teoria do Capital Humano e sua evolução é descrita no capítulo 3.

Por fim, neste capítulo, veremos o modelo de Lucas, que inova ao introduzir um conceito de *spillover* para o capital humano, onde este geraria externalidades positivas que também influenciam no crescimento econômico.

2.1 Modelo de Solow

Muitos autores tentaram encontrar uma explicação para o crescimento econômico e para a diferença entre os estágios de desenvolvimento da economia entre os diferentes países. O ganhador do Prêmio Nobel Robert Solow, foi um dos primeiros a conseguir efetivamente criar um modelo para o crescimento econômico. Com base no esquema contábil de produção, Solow derivou um modelo onde o nível de capital por trabalhador determina a renda per capita do país.

Inicialmente, tem-se por base o seguinte esquema:

$$f(Y_{(t)}) = f(K_{(t)}, L_{(t)}, A_{(t)}) \quad (1)$$

Onde Y é a produção em função de K (capital), L (trabalho), A (tecnologia) e t a variação temporal. Mais explicitamente, organizamos esse esquema em uma função de produção tipo Cobb-Douglas, onde tem-se:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad \text{onde } 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

Solow considera L e A variáveis exógenas, que crescem às taxas n e g , respectivamente. De forma simplificada, podemos dizer que n equivale ao crescimento populacional e g à evolução tecnológica. Assim, temos:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (3)$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (4)$$

Através disso, entende-se que a o conjunto $A(t).L(t)$ cresce à taxa $(n + g)$.

Ao mesmo tempo, assumimos que o capital K se deprecia à taxa constante δ . Sendo s a variável representante da renda não consumida, isto é, da poupança, temos que o capital cresce da seguinte forma:

$$\dot{K} = sY(t) - \delta.K(t) \quad (5)$$

Onde \dot{K} é a derivada de K em função de t .

Ou seja, a parte não consumida da produção e abatida a depreciação do capital, resulta no investimento em capital.

Por fim, assumindo que a função de produção (2) tem retornos constantes de escala, podemos apurar a produção Y por unidade de trabalho, obtendo-se:

$$y(t) = \frac{Y(t)}{A(t)L(t)} = k(t)^\alpha \quad (6)$$

O esquema de Solow atribui o crescimento econômico à acumulação de capital, ao crescimento da força de trabalho e aos avanços tecnológicos. Supondo que a população e a força de trabalho sejam as mesmas, de forma que o produto per capita e

produto por trabalhador sejam iguais e que o investimento doméstico é igual à poupança nacional, Solow chegou em sua famosa *equação fundamental de acumulação de capital*. Esta, é obtida após algumas operações algébricas nas equações previamente apresentadas, obtendo-se:

$$\dot{k}_{(t)} = sk_{(t)}^\alpha - (n + g + \delta)k_{(t)} \quad (7)$$

Onde k corresponde à variação no capital por trabalhador, sk é a taxa de poupança per capita e o termo $(n + g + \delta)k$ é a taxa de alargamento e reposição de capital. Por alargamento de capital entende-se a quantidade necessária de capital para equipar os novos ingressantes na força de trabalho (definido pela taxa n de crescimento populacional), de forma que parte do estoque de poupança vai ser usado apenas para manter o mesmo nível de capital por trabalhador, sem aumentá-lo.

Por essa equação fundamental, Solow concluiu que a economia poderia chegar a um estado estável de crescimento, quando a variação na taxa de capital por trabalhador se tornar zero, isto é, quando $sk = (n + g + \delta)k$, da seguinte forma:

$$k^* = \left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{1/(1-\alpha)} \quad (8)$$

Para ele, a economia tendia a tal estado, havendo uma intensificação de capital (aumento de k per capita) quando a taxa de poupança crescia além da taxa de crescimento populacional e um maior alargamento de capital (necessidade de equipar a nova população com capital, reduzindo k per capita) quando a taxa de crescimento populacional aumentava. Assim, a taxa de crescimento econômico, no curto prazo, era determinada pelo nível de poupança, de forma que na transição para o *steady state*, o crescimento econômico era superior à taxa de crescimento natural (determinado pelo crescimento da força de trabalho n), e no longo prazo, é determinada unicamente pela taxa de crescimento natural. Apesar de o nível de poupança per capita não influenciar no longo prazo o crescimento econômico, ela define o produto per capita da economia. Pelo outro lado, o aumento populacional gera crescimento econômico no longo prazo, mas reduz o produto per capita. Assim, para Solow, a taxa de poupança tinha um efeito sobre a renda, mas não sobre o crescimento em *steady state*.

Para obtermos a equação de renda da população em *steady state*, dado o impacto da poupança, substituímos a equação (8) na função de produção original e tiramos o logaritmo, obtendo-se, assim:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) \quad (9)$$

Inicialmente, Solow não escrutinou quanto à tecnologia. O autor supôs que a tecnologia afeta de forma igual tanto a produtividade do capital quanto do trabalho, e sendo a variável de difícil observação, considerou a tecnologia como um resíduo de seu modelo, não sendo adotada para a explicação do crescimento e omitindo-a da equação (1), de forma que a variável g não aparecia na equação (7). Assim, a tecnologia inicialmente era considerada o chamado “resíduo de Solow”, o qual corresponde à parte do crescimento que não pode ser explicada pelos fatores observados. A conclusão de Solow, nesse modelo sem tecnologia, é de que o capital por unidade de mão de obra tem um importante efeito no crescimento econômico, correspondendo a cerca de 15% do crescimento do produto per capita. Apesar de seu modelo girar em torno dessa variável, o inexplicado resíduo de Solow ainda era o maior responsável pelo crescimento econômico.

Entretanto, após integrar os efeitos da tecnologia no modelo, obteve-se um resultado um pouco diferente. Supondo que a tecnologia aumente o insumo de mão de obra do trabalhador, o parâmetro de variação tecnológica multiplica diretamente a quantidade de insumo de mão de obra. Portanto, cada trabalhador produz mais em uma hora de trabalho devido a esse aumento tecnológico. Assim, a economia cresce não só pelo aumento populacional n , mas também pela taxa de aumento tecnológico g . Portanto, uma economia em *steady state* cresce à taxa $n + g$.

Ainda assim, mesmo após a inclusão da taxa de aumento tecnológico, o resíduo ainda apresentou valores demasiadamente altos. Foi assim que surgiu a ideia de integrar outras variáveis, como a do capital humano. Conforme expõem Sachs e Larrain (2006):

Estudos recentes do crescimento econômico sugerem que o papel do capital, incluindo o capital humano (investimento nas habilidades do trabalhador), é maior do que o medido pelo esquema de crescimento de Solow. A idéia básica dessa nova pesquisa é que o investimento do capital seja em máquinas seja em pessoas, cria *externalidades positivas*,

isto é, o investimento aumenta não somente a capacidade produtiva da empresa investidora ou do trabalhador, mas também a capacidade produtiva de outras empresas e trabalhadores similares.

2.2 Modelo de Solow Estendido

Buscando integrar também os efeitos do capital humano no modelo de Solow, os autores Mankiw, Romer e Weil (1992) estenderam a modelagem inicial, acrescentando à sua equação a variável de capital humano, apresentando um novo modelo, o qual se apresenta a seguir.

Segundo os autores, ao omitir a variável do capital humano do modelo original de Solow, a influência das variáveis de poupança e investimento foram superestimadas. Para eles, duas razões poderiam ser a causa disso: estando correlacionado com a renda, o nível de capital humano aumentaria sempre que a taxa de poupança aumentasse ou que o crescimento populacional diminuísse; e também, estando correlacionada com a taxa de poupança e crescimento populacional, a omissão do capital humano geraria a superestimação.

Assim, a equação de produção passa a se dar por:

$$Y_{(t)} = K_{(t)}^{\alpha} H_{(t)}^{\beta} (A_{(t)} L_{(t)})^{1-\alpha-\beta} \quad (10)$$

Onde Y é a produção, K o capital físico, L a mão de obra, H o capital humano e A a tecnologia, de forma semelhante ao modelo anterior. Assume-se que $\alpha + \beta < 1$, implicando que existe retornos decrescentes para ambos os tipos de capital, o que permite que haja convergência para steady state.

A partir disso, os autores adotam uma taxa de poupança diferenciada para os dois tipos de capital, denominando s_k como a taxa de poupança para o capital físico e s_h para a taxa de poupança para o capital humano. Assim, a originalmente equação de acumulação de capital (7), se desdobra em duas, da seguinte forma:

$$\dot{k}_{(t)} = s_k y_{(t)} - (n + g + \delta)k_{(t)} \quad (11)$$

$$\dot{h}_{(t)} = s_h y_{(t)} - (n + g + \delta)h_{(t)} \quad (12)$$

Assumindo que o capital humano deprecia-se na mesma taxa que o capital físico, os autores apresentam que a economia converge para o steady state de forma definida por:

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (13)$$

$$h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

Substituindo as equações (13) na função de produção (10), e tirando-se os logaritmos da equação, obtemos a equação de renda per capita para o modelo com capital humano, de forma semelhante à equação (9):

$$\ln \left[\frac{Y_{(t)}}{L_{(t)}} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) \quad (14)$$

A equação obtida demonstra como a renda per capita depende do crescimento populacional e da acumulação de capital físico e humano. Pode-se observar que a presença do capital humano altera a equação original de tal forma que o capital físico apresenta um menor impacto na acumulação de renda. Assim, assume-se que o modelo original de Solow apresentava uma superestimação do impacto do capital físico. Manteve-se, no entanto, a presença da necessidade de alargamento de capital, de forma que um crescimento populacional diminui a renda per capita devido à necessidade da redistribuição tanto de capital físico como de capital humano.

Alternativamente, pode-se expressar o impacto do capital humano combinando a equação (14) com as equações (13). O resultado é uma equação para renda em função da taxa de investimento em capital físico e crescimento populacional e do nível de capital humano:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_k) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln(h^*)$$

(15)

Para a análise empírica de seu novo modelo, os autores utilizaram dados de escolaridade como proxy para o capital humano, adotando a taxa de matrículas para o secundário como principal indicador. Mesmo sendo reconhecido pelos próprios autores que tal variável era imperfeita, os resultados dos testes empíricos foram bastante satisfatórios: após a inclusão do capital humano, o modelo proposto pode explicar 78% da variação do produto per capita entre os países. Além disso, Mankiw, Romer e Weil perceberam que o capital humano tem tanta influência na determinação do crescimento quanto o capital físico. Os autores interpretam no resultado de seu modelo, uma ausência de convergência como Solow havia predito. Para eles, a convergência de renda aconteceria de forma condicional, isto é, há diferentes níveis de steady state possíveis para as diferentes economias, dada as suas taxas de poupança para capital físico, humano e crescimento populacional. Assim, nem sempre as economias iriam convergir, apesar de que seja possível que as mais pobres alcancem as mais avançadas.

2.3 Modelo de Lucas

Lucas (1988), a partir do modelo reformulado de Solow, introduz os conceitos de transbordamento de capital humano, denominado de *spillover*, e a interação entre capital físico e humano. Para o autor, o modelo neoclássico de crescimento econômico não era adequado, e desta forma, merecia ser adaptado para incluir os efeitos da acumulação de capital humano. O presente subcapítulo é elaborado inteiramente com base na publicação de Lucas,

Inicialmente, Lucas (1988) critica o fato de que os modelos neoclássicos não capturam de forma aceitável as diferenças entre os países e o fato de que geram a predição contrafactual de que o comércio internacional induz um rápido movimento em direção à igualdade nas proporções de capital-trabalho e preços de fatores.

Desta forma, o autor, a fim de complementar o modelo para sanar tais omissões, adiciona a variável de capital humano ao modelo. Para tanto, o autor define como capital humano o nível de habilidade geral de um indivíduo, de forma que um indivíduo com capital humano $h(t)$ produz o mesmo que dois indivíduos com capital $\frac{1}{2}h(t)$ cada, ou que um trabalhador que trabalhe metade das horas com capital de $2h(t)$. Em seguida, o autor pressupõe que existam N trabalhadores com níveis de capital humano h que vão de zero a infinito. Assim, supondo-se que os trabalhadores com habilidade h decidem usar uma fração $u(h)$ de seu tempo de não-lazer para ser produtivo e o restante de seu tempo $1 - u(h)$ para acumular capital humano, temos que a força produtiva da população se dá pela função $N^e = \int_0^{\infty} u(h)N(h)h dh$. Portanto, se a função de produção do total de capital K e trabalho efetivo N^e é $F(K, N^e)$, o salário por hora do trabalhador de capital humano h é $F_N(K, N^e)h$ e seu rendimento total é de $F_N(K, N^e)hu(h)$.

Além dos efeitos de geração de renda do capital humano, Lucas (1988) adiciona uma nova consequência da acumulação de capital humano: a geração de externalidades. Sendo que a média do nível de capital humano, definida por $h_a = \frac{\int_0^{\infty} hN(h)dh}{\int_0^{\infty} N(h)dh}$ também contribui para a produtividade de todos os fatores de produção, tem-se que o aumento de capital humano beneficia a todos, ainda que esse efeito não seja levado em consideração para a decisão individual de acumular capital humano, alocando-se tempo para tanto, uma vez que quando há acúmulo de capital humano no âmbito individual, o aumento da média h_a é desprezável.

Considerando-se todos os trabalhadores idênticos, ou seja, todos com nível de habilidade h e com alocação de tempo u , a força de trabalho efetiva é apenas $N^e = uhN$, e a média h_a é apenas h , temos que a função de produção do modelo de Lucas é:

$$N(t)c(t) + \dot{K}(t) = AK(t)^\beta [u(t)h(t)N(t)]^{1-\beta} h_a(t)^\gamma \quad (16)$$

Sendo A o nível de tecnologia e $h_a(t)^\gamma$ os efeitos externos do capital humano.

Para completar o modelo, Lucas (1988) afirma que deve-se relacionar o esforço de acumulação de capital $1 - u(t)$ à taxa de variação do mesmo. Para tanto, postula existir

uma relação do crescimento do estoque de capital humano, $\dot{h}(t)$, com o nível já obtido do mesmo e o esforço dedicado a se adquirir mais $1-u(h)$, da seguinte forma:

$\dot{h}(t) = h(t)^\zeta G(1 - u(t))$, onde G é crescente, com $G(0)=0$. Assume-se, também, que $\zeta < 1$, a fim de que exista retornos decrescentes para a acumulação de capital humano.

Assumindo-se que G é linear, temos que:

$$\dot{h}(t) = h(t)\delta[1 - u(t)] \quad (17)$$

A equação (17) nos mostra que se não há nenhum esforço para se acumular capital humano, isto é, $u = 1$, então não há acúmulo nenhum. Se há máximo esforço ($u = 0$), então o capital humano cresce à taxa máxima δ . Entre ambos os extremos, não há retornos decrescentes para o estoque de $h(t)$.

Além das mudanças em tecnologia para incorporar o capital humano e sua acumulação, o modelo de Lucas é idêntico ao modelo de Solow. Da mesma forma em que o modelo de Solow, o sistema é fechado, o crescimento populacional é fixo à taxa λ , e as famílias possuem a seguinte função utilidade:

$$\int_0^\infty e^{-\rho t} \frac{1}{1-\sigma} [c(t)^{1-\sigma} - 1] N(t) dt \quad (18)$$

Entretanto, com a presença do efeito externo $h_a(t)^\gamma$, o ponto de crescimento ótimo e o ponto de equilíbrio não são coincidentes. Assim, não é possível que se construa um estudo planejando um equilíbrio da mesma forma que fez Solow. Alternativamente, Lucas segue a análise proposta por Romer em um modelo semelhante, onde se obtém o caminho de crescimento ótimo e de equilíbrio separadamente para então compará-los.

Lucas afirma que, para se encontrar o ponto ótimo, deve-se escolher valores de $K(t)$, $h(t)$, $H(t)$, $c(t)$ e $u(t)$ que maximizam a função (18), sujeita às funções (16) e (17), além de estar restrita à $h(t) = h_a(t)$ para todos os valores de t . Já para encontrar-se o ponto de equilíbrio, o caminho é mais complicado.

Primeiramente, para demonstrar tal caminho, Lucas (1988) apresenta como dado que $h_a(t)$, $t \geq 0$, bem como a tecnologia exógena $A(t)$ no modelo de Solow. Consideremos o problema de escolher os valores de $K(t)$, $h(t)$, $H(t)$, $c(t)$ e $u(t)$ que maximizam a equação (18) conforme já explicitado anteriormente, de forma que $h_a(t)$ seja determinado de forma exógena. Assim, quando a solução para $h(t)$ coincide com a variável exógena $h_a(t)$, de forma que o valor esperado de capital humano e o valor atual sejam os mesmos, dizemos que o sistema está em equilíbrio.

A solução hamiltoniana ótima para o problema, com “preços” $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ que apuram os incrementos de capital físico e humano, respectivamente, é:

$$H(K, h, \theta_1, \theta_2, c, u, t) = \frac{n}{1-\sigma} (c^{1-\sigma} - 1) + \theta_1 [AK^\beta (uNh)^{1-\beta} h^\gamma - Nc] + \theta_2 [\delta h(1-u)]$$

Lucas (1988) expõe que nesse modelo, devem ser consideradas duas variáveis que representam uma tomada de decisão: o consumo $c(t)$ e o tempo dedicado à produção $u(t)$. Estas são usadas para maximizar H . A condição para tanto é que os bens devem ser igualmente valiosos em seus dois usos (consumo e acúmulo de capital), bem como o tempo deve ser igualmente valioso em seus dois usos (produção e acúmulo de capital humano).

Também, assume-se que a taxa de variação dos preços $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ se dá por:

$$\dot{\theta}_1 = \rho\theta_1 - \theta_1\beta AK^{\beta-1} (uNh)^{1-\beta} h^\gamma \quad (19)$$

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(1-\beta-\gamma)AK^{\beta-1} (uN)^{1-\beta} h^{\gamma-\beta} - \theta_2\delta(1-u) \quad (20)$$

Assimilando-se as equações (16), (17), (19) e (20), além das condições já impostas acima, obtemos a evolução de $K(t)$ e $h(t)$ ótima. No equilíbrio, o setor privado soluciona o problema da mesma forma, mas com o termo $h_a(t)^\gamma$ como dado.

Entretanto, na equação (20) haverá divergência entre a alocação ótima e a de equilíbrio. Para o setor privado, como a solução ótima implica que $h(t) = h_a(t)$, tal equação é substituída por:

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(\alpha - \beta)AK^\beta(uN)^{1-\beta}h^{\gamma-\beta} - \theta_2\delta(1 - u) \quad (21)$$

Devemos notar que, na ausência de externalidade, isto é, quando $\gamma = 0$, as equações (20) e (21) são idênticas. É justamente a existência dessa externalidade que gera a divergência entre os pontos de ótimo do setor privado e ótimo social. Desta forma, Lucas (1988) afirma que a melhor maneira de se encontrar tanto o caminho ótimo quanto o equilibrado, é buscar um crescimento balanceado para ambos os sistemas.

Assumindo que o preço θ_1 possui as condições para a produtividade marginal do capital, de forma que $k = \dot{c}(t)/c(t)$, temos então:

$$\beta AK(t)^{\beta-1}(u(t)h(t)N(t))^{1-\beta}h(t)^\gamma = \rho + \sigma k \quad (22)$$

Conforme expõe o autor, $K(t)$ deve crescer à uma taxa $k + \lambda$ e a poupança s deve ser constante. A partir disso, se $v = \dot{h}(t)/h(t)$, a equação (16) pode ser diferenciada e reescrita como:

$$k = \left(\frac{1-\beta+\gamma}{1-\beta} \right) v \quad (23)$$

Assim, sendo $h(t)$ crescente a uma taxa fixa v , essa assume um papel similar à da mudança tecnológica exógena nos modelos prévios. Para determinar v precisamos

diferenciar as equações (18) e (19). Nesse ponto, então, há divergência entre a análise para o equilíbrio e a eficiência ótima. Para obtermos tanto o caminho eficiente quanto o de equilíbrio, devemos substituir u de (20), eliminando as condições $\dot{\theta}_2/\theta_2$, e resolver v para termos de k , para então eliminar k da equação. Desta forma, obtemos a solução eficiente para o crescimento do capital humano:

$$v^* = \sigma^{-1} \left[\delta - \frac{1-\beta}{1-\beta+\gamma} (\rho - \lambda) \right] \quad (24)$$

E a equação para o crescimento do capital humano em equilíbrio se dá por:

$$v = [\sigma(1 - \beta + \gamma) - \gamma]^{-1} [(1 - \beta)(\delta - (\rho - \lambda))] \quad (25)$$

As equações (24) e (25) descrevem, respectivamente o crescimento ótimo e equilibrado em uma trajetória balanceada. Nesse caso, o crescimento aumenta com o incremento da taxa δ de eficiência em investimento em capital humano e reduz ao aumento da taxa ρ de desconto. O crescimento é sempre sustentável, independente da presença de externalidades γ , ainda que quanto menor o efeito da externalidade (menor o valor de γ), maior a acumulação de capital físico no lugar de capital humano.

Lucas (1988) conclui que, empiricamente, o seu modelo não é melhor que o de Solow, mas sim uma mera alternativa hipotética. O modelo proposto tem exatamente o mesmo poder de predição que o de Solow para os dados estudados dos Estados Unidos. Assim, o autor finaliza sua exposição do modelo afirmando que sua intenção é a de apenas gerar novas possibilidades de análise *cross-country* para diferenças de renda e crescimento econômico.

3. CAPITAL HUMANO, EDUCAÇÃO E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Neste capítulo será discutida a relação entre educação e crescimento econômico. Para isso, na primeira parte será apresentada um breve histórico das origens da Teoria do Capital Humano até sua atual definição

Já na segunda parte, será apresentada uma discussão focada na educação como forma de acumulação de capital humano e sua relação com crescimento econômico.

3.1 A Teoria do Capital Humano

Conforme expõe Keeley (2007, pp. 29), a OCDE define capital humano como o conjunto de conhecimentos, habilidades, competências e atributos de cada indivíduo que facilitam a criação de bem estar pessoal, social e econômico. O capital humano, ainda que de forma subjetiva, compõe um agregado correspondente ao "valor produtivo" de um trabalhador. Da mesma forma que ao investir em uma máquina nova (capital físico) espera-se que ocorra certo incremento de produtividade que compense o valor investido, uma pessoa adquire capital humano gastando seu tempo e dinheiro com a finalidade de ter maior produtividade, de forma que sua renda seja elevada. Por isso, o capital humano é considerado um ativo, ainda que não um ativo qualquer já que não pode ser dissociado do indivíduo. A ideia principal por trás da Teoria do Capital Humano é que, sendo um ativo produtivo como o capital físico, o capital humano é uma importante variável determinante no crescimento econômico de um país.

De acordo com Kiker (1966), a Teoria do Capital Humano pode ter suas origens traçadas tão remotamente quanto até o século XVII. Em torno de 1691, *Sir* William Petty, economista, filósofo britânico e secretário de Thomas Hobbes, já estimava o custo econômico da perda de vidas humanas e buscou apresentar o valor do capital humano para demonstrar o poder da Inglaterra. Apesar de anteceder Adam Smith, Petty não é citado em sua obra-prima, *A Riqueza das Nações*. Ainda assim, pode-se dizer que Petty foi um dos precursores da Teoria do Capital Humano.

Schultz (1961) destaca que os estudiosos sempre tiveram um certo receio de incluir o ser humano como uma forma de capital, da mesma forma que artigos físicos

como ferramentas e máquinas, pela evocação que isso causa ao escravismo e ao sentimentalismo associado. Entretanto, houve três economistas pioneiros que não fugiram do assunto, abrindo o caminho para futuros estudos: Adam Smith, o qual sabiamente declarou fazer parte do capital total de um país o conjunto de todas as habilidades adquiridas e úteis da população; Johann H. Von Thunen, que argumentou que o conceito de capital aplicado ao ser humano não era motivo de degradações, sendo algo natural e que não ofendia sua liberdade ou dignidade; e Irving Fisher, o qual em seu trabalho na elaboração da teoria do capital, apresentou um conceito bastante abrangente, abrindo espaço para o desenvolvimento da teoria do capital humano.

Sendo considerado o "pai da economia moderna", Adam Smith foi o primeiro a esboçar uma definição para o capital humano. Smith (1996), quando discorre em seu capítulo denominado “desigualdades decorrentes da natureza dos próprios empregos”, lista cinco razões pelas quais trabalhos diversos auferem rendas diferentes: o caráter agradável ou desagradável; a dificuldade e o alto dispêndio necessário para aprender a tarefa; a constância ou inconstância; o grau de confiança exigido e, por fim, a chance de sucesso do trabalho (pp.147-164).

Ou seja, para Smith, a renda de um trabalho estava intrinsicamente ligada às aptidões, habilidades e talentos de seus executores. Trabalhos mais difíceis e que exigiam mais do trabalhador, eram melhor remunerados. Ainda que o autor não justifique tais diferenças de remuneração com o conceito de capital humano, não é difícil extrapolar a ideia até se chegar à conclusão de que trabalhadores que adquiriram um maior e melhor conjunto de habilidades e qualidades psicológicas durante a sua vida fossem aptos a se empregarem em trabalhos mais exigentes, acabando por terem uma maior renda.

De qualquer forma, Smith concretiza o conceito de capital humano ao discorrer sobre a divisão do capital e suas diferentes formas dentro uma nação. O autor declara que o capital fixo, o qual tem a função de gerar renda, se divide em quatro categorias: a primeira, todas as máquinas e instrumentos; a segunda, todas as construções que constituem meios de renda; a terceira, as melhorias e benfeitorias de terra, e por fim:

Em quarto lugar, as habilidades úteis adquiridas por todos os habitantes ou membros da sociedade. A aquisição dessas habilidades para a manutenção de quem as adquiriu durante o período de sua formação, estudo ou aprendizagem, sempre custa uma despesa real, que constitui um capital fixo e como que encarnado na sua pessoa. Assim como essas habilidades fazem parte da fortuna da pessoa, da mesma forma fazem

parte da sociedade à qual ela pertence. A destreza de um trabalhador pode ser enquadrada na mesma categoria que uma máquina ou instrumento de trabalho que facilita e abrevia o trabalho e que, embora custe certa despesa, compensa essa despesa com lucro. (1996, p. 290)

Alfred Marshall, economista britânico do século XIX, desenvolveu e difundiu ainda mais a ideia de Adam Smith. Seu livro “Princípios de Economia” foi adotado predominantemente como livro-texto para o estudo da economia na Inglaterra e nele apresenta novos fundamentos para a origem da Teoria do Capital Humano.

O autor explica que apesar de, em sua época, muitos acreditarem que a experiência prática em fábricas e ofícios era mais importante que a educação obtida em escolas, o aprendizado que as escolas propiciavam geravam ganhos futuros pelo aumento da capacidade intelectual dos indivíduos. Assim, mesmo que o impacto do benefício não seja imediato, as escolas “adaptavam a mente para usar suas melhores faculdades nos negócios e os negócios como forma de aumentar a cultura” (pp. 152-153, tradução nossa).

Marshall (1890, pp. 154) também explicita a relação entre educação e progresso tecnológico:

The great epoch-making inventions in industry came till recently almost exclusively from England. But now other nations are joining in the race. The excellence of the common schools of the Americans, the variety of their lives, the interchange of ideas between different races among them, and the peculiar conditions of their agriculture have developed a restless spirit of inquiry; while technical education is now being pushed on with great vigour. On the other hand, the diffusion of scientific knowledge among the middle and even the working classes of Germany, combined with their familiarity with modern languages and their habits of travelling in pursuit of instruction, has enabled them to keep up with English and American mechanics and to take the lead in many of the applications of chemistry to business.

Para Marshall, o investimento público ou privado na educação era inteiramente justificado, uma vez que extremamente vantajoso para o desenvolvimento da nação. Conforme declara o autor, o dispêndio em educação é rentável como qualquer investimento, eis que traria à tona habilidades latentes da população. Além disso, “o valor econômico de um grande gênio industrial é o suficiente para cobrir os gastos de uma cidade inteira” (tradução nossa) (pp. 156-157).

Cabe destacar também que Marshall, em uma ideia bastante à frente de seu tempo, demonstra-se favorável a políticas de redistribuição de renda, afirmando que “as faculdades humanas são meios de produção tão importantes quanto qualquer tipo de

capital” (tradução nossa), e que se pode concluir, portanto, que aumentar a renda dos trabalhadores e reduzir a dos capitalistas geraria um aumento, e não um retardo, na produção de riquezas, uma vez que as classes trabalhadores passariam a investir mais na educação de seus filhos.

Portanto, ainda que Marshall não incluía a educação como parte do estoque de capital de uma nação, eis que assim como muitos autores de sua época, dissociava o trabalho humano de capital por definição, ele dava muita ênfase nas repercussões que a educação formal gerava na produtividade dos trabalhadores como indivíduos e da nação como um todo.

Assim, Marshall (1890), restringia-se a comparar trabalhadores a uma forma de máquina, e afirmava que trabalhadores precisam de educação adequada, alimentação nutritiva, recreação, dentre outros, para serem eficientes, dizendo que quando privados de tais coisas, sua eficiência sofre da mesma forma que uma máquina a vapor sem o suprimento adequado de carvão.

Já Schultz (1961), ao formalizar a Teoria do Capital Humano em sua obra *Investment in Human Capital*, a qual lhe rendeu um prêmio Nobel, destacou que apesar da óbvia comparação entre capital físico e capital humano, deve se fazer uma dissociação entre os conceitos. Segundo o autor, diferentemente do capital físico, é difícil conseguir distinguir investimentos em capital humano de consumo, uma vez que muitas vezes o gasto acontece em uma atividade que tanto gera um aumento na capacidade do indivíduo quanto um maior bem-estar, como é o caso do uso do tempo de lazer para se adquirir habilidades por *hobby* ou gastos com saúde. Isso implica em uma grande dificuldade de mensurar o capital humano, mas que nem por isso, deve ser desconsiderado.

Schultz (1961) define o investimento em capital humano nas suas cinco maiores categorias: instalações e serviços de saúde, as quais melhoram a força, resiliência, vigor e vitalidade da população; treinamentos *on-the-job*, os quais são organizados pelas firmas; educação formal, consistindo em ensino fundamental, médio e superior; programas de estudo para adultos, geralmente organizados por órgãos que não são privados; e migrações. Esta última chama a atenção por destoar um tanto quanto das outras por não parecer haver acúmulo algum de qualificações no indivíduo. Entretanto, migrações podem ser consideradas como investimento em capital humano no sentido que, uma pessoa ao migrar para outro país, muitas vezes o faz em busca de uma melhor colocação

no mercado de trabalho, de forma que suas habilidades sejam melhor valorizadas, o que por fim, gera um aumento em sua renda. Por isso, o capital humano é um ativo intangível e subjetivo, de dimensões tanto quantitativas (quantidade de pessoas, horas de trabalho, proporção de empregados, etc.) quanto qualitativas (educação, habilidades e capacidades, etc.).

Gary Becker (1962) ainda distingue o capital humano em dois: o capital humano geral, que é definido como a coletânea de habilidades gerais de um indivíduo, de forma que um treinamento em tal aspecto gera um aumento na produtividade como um todo, se aplicando a qualquer tipo de emprego; e o capital humano específico, que se refere a um conjunto de habilidades só aplicáveis a situações específicas, de forma que um treinamento nesse aspecto geraria uma produtividade apenas para um tipo de emprego. Não se pode afirmar que um dado treinamento é inteiramente específico ou inteiramente geral, mas de forma geral, pode-se dizer que os trabalhadores irão investir em seu capital humano geral, buscando treinamentos e atividades que irão melhorar sua produtividade como um todo, enquanto que as firmas irão investir no capital humano específico de seus empregados, de forma que somente elas sejam beneficiadas por tal investimento. O autor exemplifica apontando treinamentos militares, onde alguns são de grande utilidade inclusive em âmbito civil, como no caso de certas áreas da engenharia, e outros que beneficia minimamente os civis, como é o caso de pilotos de caça. Isso explicaria, para o autor, o porquê de, em geral, os trabalhadores com menores níveis de escolaridade apresentarem uma maior taxa de mudança de empregos, uma vez que os trabalhadores qualificados recebem um maior treinamento *on-the-job*.

Conforme demonstram ambos autores, quando uma pessoa busca educação, a mesma está realizando um investimento em seu estoque de capital humano, o que gera uma alteração em sua renda futura. Isto é, há intencionalmente um investimento de recursos visando maiores ganhos no futuro.

O custo de tal investimento, para Schultz (1961) e Mincer (1981) pode se apresentar de duas formas. Além da forma óbvia e direta, como gastos com mensalidades e compra de livros, o custo pode se apresentar como um custo de oportunidade, equivalente à renda que poderia se obter trabalhando em vez de estudando. Ou seja, os indivíduos, ao decidirem investir em seu capital humano através do estudo em escolas,

apuram sua decisão com base no quanto deverão dispender e no quanto deixarão de ganhar caso entrassem no mercado de trabalho imediatamente.

Além disso, a decisão de alocar tais investimentos depende de uma taxa de desconto temporal, conforme prevê Mincer (1981). Para o autor, com o passar do tempo, há em média uma redução no investimento no capital por duas razões: pois o *payoff* do investimento reduz, uma vez que o período restante dentro do mercado do trabalho é menor, e porque os custos de oportunidade do tempo aumentam, uma vez que a renda tende a ser maior com o passar do tempo. Assim, à medida em que se envelhece, as pessoas tendem a investir menos em seu capital humano, uma vez que o benefício de tal decisão se reduz.

Por fim, Becker (1993) apresenta a relação que existe entre o salário e a escolarização das pessoas, demonstrando que, quanto maior a educação, maior o salário. Assim, fica claro que o nível de escolaridade de uma população é também uma forma de estoque de capital humano. O autor também demonstra que há uma relação positiva entre a renda dos pais com a futura renda dos filhos, sendo esta relação ainda mais forte para as famílias pobres. Acredita-se que essa relação se dá pela influência que os pais têm na formação dos filhos, de forma que quanto maior a renda dos pais, maior poderá ser o gasto com escolas de qualidade e treinamento, isto é, maior será o investimento no estoque de capital humano dos filhos. Ao mesmo tempo, famílias mais pobres dificilmente terão a verba necessária para gastar na educação dos filhos, sendo ainda, muitas vezes necessário que os filhos comecem a trabalhar cedo para ajudar com os gastos da família, interrompendo os seus estudos.

Apesar do grande enfoque que a Teoria do Capital Humano dá sobre a educação formal, deve-se frisar que não é negada a importância do aprendizado e treinamento que ocorre fora do ambiente educacional e as outras características mais subjetivas do estoque.

Acredita-se que o aumento de capital humano pela educação formal gera, além do aumento de renda do indivíduo, externalidades positivas. Para Mincer (1981), exemplos de tais externalidades incluem a cidadania informada e responsável, melhores habilidades de comunicação, bom comportamento perante as leis e padrões de saúde, dentre outras. Desta forma, a educação, uma das maiores e mais óbvias formas de capital humano, apresenta uma característica de "derramamento", gerando benefícios não só para o indivíduo, mas também para a sociedade como um todo. Por isso, justifica-se o

investimento público em educação, através de escolas públicas e bolsas de estudo. Barros e Mendonça (1997) separam os impactos que a educação gera em diretos e indiretos. Os impactos indiretos seriam aqueles gerados pela alteração na renda per capita, como, por exemplo, redução da taxa de mortalidade infantil. Já os impactos diretos seriam aqueles que seriam causados mesmo na ausência de alteração da renda per capita, como é o caso da redução da taxa de analfabetismo.

É com base em tal argumentação que se pode esperar que um país onde a educação apresenta bons resultados tenha também crescimento econômico, dadas a melhor produtividade e a renda elevada pela maior quantidade de estoque de capital humano.

3.2 Educação e Crescimento Econômico

O desenvolvimento da Teoria do Capital Humano possibilitou que se explicasse o crescimento da produção de um país por variáveis antes não utilizadas. Isso aconteceu pois as antigas variáveis já não mais serviam para explicar uma quantidade considerável do crescimento econômico. Conforme expõe Schultz (1961), a economia *mainstream* não levava em consideração o estoque de capital humano em suas doutrinas de crescimento econômico, ainda que este muitas vezes fosse um dos maiores responsáveis pelo aumento de renda. Conforme estima o autor, entre 36% e 70% do aumento não explicado (isto é, não previsto pelo aumento de investimento em capital físico) da renda dos trabalhadores americanos entre 1900 e 1956 se dá pelo aumento do estoque de capital humano (medidos, no caso, em anos de estudo).

A partir disso, foi possível enquadrar o capital humano como um fator de produção como qualquer outro. Conforme Mincer (1981) declara no resumo de seu artigo:

Just as accumulation of personal human capital produces individual economic (income) growth, so do the corresponding social or national aggregates. At the national level, human capital can be viewed as a factor of production coordinate with physical capital. This implies that its contribution to growth is greater the larger the volume of physical capital and vice versa. The framework of an aggregate production function shows also that the growth of human capital is both a condition and a consequence of economic growth.

Mincer (1981) afirma também que, assim como a antiga visão econômica que tinha a quantidade total de terra trabalhável em um país como um fator de produção fixo

foi abandonada em vista do fato de que a mecanização da agricultura permitiu uma exploração muito mais intensiva das terras, de forma que a quantidade de terra não mais era um fator limitante, mas sim a quantidade de capital empregado na agricultura, da mesma forma foi abandonada a visão de que quantidade de trabalho em homens-hora era um fator limitante, em vista do fato de que as populações passaram a ser muito mais produtivas sem que houvesse um aumento respectivo na população ou na jornada de trabalho. Conforme expõe o autor, foi o atraso dessa percepção que fez com que houvesse, equivocadamente, um maior investimento em siderúrgicas em vez de pessoas em países em desenvolvimento. O capital humano é um fator de produção conjugado com o capital físico de forma semelhante à uma função de produção de Cobb-Douglas. Entretanto, Benhabib e Spiegel (1994) questionam tal formulação, propondo que o capital humano não é um mero fator produtivo, afetando o crescimento econômico (medido em seu estudo pela variação do PIB per capita) por maneiras diferentes da de como fator de produção.

Mincer (1981) expõe também que o crescimento do capital humano é tanto condição quanto consequência do crescimento econômico pois o crescimento do capital humano aumenta o produto marginal do capital físico, o que induz à acumulação de capital, aumentando a produção tanto diretamente quanto indiretamente. Pelo outro lado, o crescimento do capital físico aumenta o produto marginal do capital humano, o que gera uma maior demanda por capital humano do que trabalho não qualificado.

Lucas (2002, pp. 95), enfatiza o efeito do capital humano no crescimento econômico:

The main engine of growth is the accumulation of human capital – of knowledge – and the main source of differences in living standards among nations is differences in human capital. Physical capital accumulation plays an essential but decidedly subsidiary role. Human capital accumulation takes place in schools, in research organizations, and in the course of producing goods and engaging in trade.

Com isso em mente, muitos economistas apresentaram a ideia de que a educação, como principal forma de acumulação de capital humano, seria um dos pré-requisitos para o crescimento econômico. Da mesma forma que maiores taxas de crescimento do PIB requerem maiores investimentos em capital físico, um aumento nos índices educacionais (como anos de estudos, taxa de analfabetismo, quantidade de matrículas universitárias, etc.) poderiam proporcionar maiores níveis de crescimento econômico. Assim, surge a sugestão de que países mais ricos assim os são pois possuem uma maior quantidade de

estoque de capital humano, tendo uma população melhor educada, saudável e habilidosa do que os países menos produtivos.

Conforme, destaca Corbucci (2011), apesar de que quando isolada e dissociada de outros fatores como saneamento, segurança e renda, a educação tenha impactos limitados na economia, tal variável ainda pode ser reconhecida como um importante elemento determinante no desenvolvimento de um país. Hanushek e Woessmann (2010) demonstram que um aumento na qualidade de ensino tem amplos efeitos na produção. Usando o indicador internacional de qualidade de educação medido pelo órgão OCDE, o índice PISA, o qual é apurado por escores padronizados em testes de matemática, ciências e línguas, os autores estimam que um simples aumento de 25 pontos no índice, durante 20 anos (algo que a Polônia alcançou em apenas 6 anos) para os 23 países membros da OCDE geraria, por consequência, um aumento de 115 trilhões de dólares no PIB mundial. Apenas para os EUA, esse aumento de 25 pontos resulta num incremento de 40 bilhões de dólares no seu PIB. Barros e Mendonça (1997), em uma análise comparando o Brasil com a Coreia, encontra evidências impressionantes, afirmando que “a eliminação do atraso educacional eleva o crescimento da renda per capita dos salários industriais e das exportações em cerca de 15 a 30%.” Em outro estudo, Hanushek e Woessmann (2009a) apresentam dados onde é explicitado a relação entre educação e crescimento: a taxa de crescimento da qualidade dos alunos poderia explicar, sozinha, até 38% da variação positiva da taxa de crescimento. Conforme os autores, “*The simple conclusion from the combined evidence is that differences in cognitive skills lead to economically significant differences in economic growth.*” (2009, pp. 26)

Mas a educação não gera crescimento apenas por uma direta melhoria no conjunto de habilidades dos cidadãos. A educação tem efeitos sobre a economia que dificilmente conseguem ser capturados em sua totalidade. Além de melhorar a qualificação e a produtividade dos trabalhadores, a educação tem um efeito na geração de novas tecnologias, sobre a geração de capital físico, entre outras. Um caso muito citado como exemplo disso é o da Coreia do Sul, que passou na década de 60 por uma transformação sócio-econômica, onde o governo decidiu investir pesadamente em uma população altamente qualificada. Desde então, o país passou a apresentar elevados índices de crescimento. A educação é tida pelo governo coreano como de alta prioridade e como uma das principais razões pelo seu rápido crescimento econômico.

Ainda que exista uma certa controvérsia sobre a veracidade da teoria da convergência - a qual afirma que países em desenvolvimento, no longo prazo, irão apresentar maiores taxas de crescimento econômico, uma vez que precisam apenas imitar a tecnologia dos países desenvolvidos, evitando o custo e a necessidade de investimento direto em desenvolvimento de nova tecnologia, e assim, alcançando o mesmo estado de desenvolvimento dos países centrais - Benhabib e Spiegel (2002) apresentam evidências robustas de que a teoria é correta, mas apenas quando isolado um aspecto central: a educação. Os autores, citando o seu estudo anterior, afirmam que, “*using cross-country data, investigate the Nelson-Phelps hypothesis and conclude that technology spillovers flow from leader to followers, and that the rate of the flow depends on levels of education.*” (2002, pp. 3)

Ou seja, a convergência só é atingida quando há um nível mínimo educacional no país, de forma que países com baixíssimos níveis de escolaridade e educação não só não apresentam convergência como, em verdade, apresentam divergência. Dos 85 países analisados por Benhabib e Spiegel (2002), 27 deles (quase em sua totalidade países da África subsaariana ou da Ásia central) apresentaram níveis educacionais baixos o suficiente para gerar divergência em relação aos Estados Unidos, enquanto os demais apresentaram convergência, com velocidades de *catch-up* variadas e correlacionadas com os seus respectivos níveis de escolaridade. Desta forma, fica claro que uma melhoria na educação tem efeitos que vão além do simples acúmulo de capital humano e aumento de produtividade direto, criando também, uma velocidade maior de absorção de *spillovers*. Uma das razões para isso, seria que, segundo Nelson e Phelps (1966, pp. 69), “*education enhances one’s ability to receive, decode, and understand information, and that information processing and interpretation is important for performing or learning to perform many jobs*”.

Isso, por si, já seria razão suficiente para tentar explicar o crescimento de qualquer país que não seja o “líder” em questão de inovação pelos seus níveis educacionais. Qualquer país subdesenvolvido apresentaria uma maior taxa de convergência, e portanto, maiores taxas de crescimento, ao melhorar seus índices educacionais. Entretanto, Benhabib e Spiegel (1994) ao proporem um modelo empírico onde a educação serviria como fator de absorção de difusão tecnológica, em conformidade com o modelo teórico de Nelson-Phelps, não apenas apresentam a ideia de que o crescimento econômico dos países causados pela educação se dá pelo *catch-up* de tecnologias, mas também que a

educação serviria como um fator de atração de capital físico, e apresentam, ainda, evidências empíricas que corroboram com isso.

Desta forma, permanecem existindo razões para que países que não os subdesenvolvidos investirem em educação, uma vez que a educação tem a capacidade de atrair investimentos em capital físico, o que por sua vez, é um fator de produção e possui influência direta no crescimento econômico.

Resumindo e citando Hanushek e Woessmann (2009b, pp. 3-4):

Theoretical models of economic growth have emphasized different mechanisms through which education may affect economic growth. Augmented neoclassical growth theories building on Mankiw, Romer, and Weil (1992) stress the role of education as a production factor that can be accumulated, increasing the human capital of the labor force and thus labor productivity. Theories of endogenous growth in the spirit of Romer (1990) and Aghion and Howitt (1998) stress the role of education in increasing the innovative capacity of the economy. Theories of technological diffusion such as Nelson and Phelps (1966) and Benhabib and Spiegel (2005) stress that education may facilitate the transmission of knowledge needed to implement new technologies. All approaches have in common that they predict that education a positive effect on growth, and in particular the latter two stress its impact on long-run growth trajectories.

Assim, conforme vimos, a educação pode ser capaz de estimular o crescimento econômico por inúmeras e diferentes vias, sendo claramente uma das principais variáveis que afetam o futuro da economia de uma nação.

4. MODELAGEM EMPÍRICA

Neste capítulo, inicialmente será apresentado o embasamento teórico à modelagem econométrica proposta, a fim de analisar a aplicação da teoria do capital humano como fator de predição para o crescimento econômico para a América do Sul. Para tanto, será adotado o modelo empírico de Hanushek e Woessmann, tendo-se como base seu artigo *The high cost of low education performance: the long run economic impact of improving PISA outcomes*, publicado em 2010. Em seguida, será discutida a metodologia do trabalho, apresentando-se o modelo econométrico proposto e definindo-se as variáveis que serão adotadas para a mensuração do modelo. Finalmente, serão feitos os testes para validação do modelo, e serão discutidos os resultados obtidos.

4.1 Modelo Empírico de Hanushek e Woessmann

Ainda que essencialmente o presente estudo tenha como base o artigo de Hanushek e Woessmann (2010), o modelo utilizado pelos autores em tal artigo é aquele apresentado pelos mesmos autores no artigo *Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes and causation*, publicado em 2009. Assim, primeiramente, apresenta-se o referido modelo.

Inicialmente, os autores propõem que assumamos um modelo simples, onde a economia de um país é determinada em função das habilidades de seus trabalhadores (H) e outros fatores (X) que incluem os níveis iniciais de tecnologia, renda, instituições econômicas, e outros fatores sistêmicos. Assim, tendo-se, por simplicidade, que H é um índice unidimensional e que o crescimento varia a taxas lineares, temos a seguinte equação:

$$g = \gamma H + \beta X + \varepsilon \quad (\text{A.1})$$

Ainda, vamos assumir que H é um conjunto de habilidades que são afetadas por uma variedade de fatores que incluem *inputs* familiares (F), a qualidade e quantidade de *inputs* escolares (qS), que representa a combinação de escolaridade (S) e sua qualidade (q), habilidade individual (A) e outros fatores relevantes (Z) que incluem experiência de mercado, saúde, etc. Assim, temos:

$$H = \lambda F + \varphi(qS) + \eta A + \alpha Z + v \quad (\text{A.2})$$

Para que H seja útil e observável, é necessário que se especifique as medidas de H . A maioria da literatura teórica e empírica usa apenas a quantidade de escolaridade (S) como medida direta de H . Entretanto, Hanushek e Woessmann (2009a) questionam isso, e apresentam como alternativa, que seja também adotado uma variável qualitativa.

Conforme expõem Hanushek e Woessmann (2010), a literatura de regressões *cross-country* costuma encontrar associação positiva significativa entre medidas quantitativas de educação e crescimento econômico. Entretanto, variáveis como média de anos de estudo são incompletas e podem gerar certas inconsistências ao comparar os países, uma vez que há a presunção de que um ano de estudo em um país traria o mesmo incremento na capacidade no conhecimento e habilidades independente da qualidade do sistema de ensino. Além disso, ao adotar esse tipo de variável como explicativa, assume-se que outras formas de acumulação de capital humano além da educação formal têm efeitos negligenciáveis, o que prejudica a análise.

Outros autores corroboram o suportado por Hanushek e Woessmann. Schultz (1961), já havia explicitado que a média de anos de estudo era uma medida insatisfatória como analítica para o crescimento econômico, uma vez que não haveria distinção da qualidade dentro do próprio ensino. Isto é, se por exemplo, em uma população, metade dela possui ensino superior (16 anos de estudo) e a outra metade não possui estudo nenhum, a média de estudo seria de 8 anos. Isso indicaria, que em média, a população apenas conclui o ensino básico, sem haver qualquer distinção no progressivo aumento qualitativo entre os ensinos básico, médio e superior. Benhabib e Spiegel (1994, pp. 144) também criticam a utilização de variáveis quantitativas como única variável representante do capital humano, conforme explicam:

Because of data constraints, the literature has often attempted to proxy the variables relevant to growth accounting by those which are directly observable. For example, although physical capital stocks are necessary to estimate the growth accounting equations, the literature has usually used gross investment rates as a proxy for physical capital accumulation (Barro, 1991).’ In addition, human capital has been proxied in the literature by enrollment ratios or literacy rates. At best, however, enrollment ratios represent investment levels in human capital. Literacy is a stock variable, but there are important empirical problems associated with the use of literacy as a proxy for human capital.

Assim, Hanushek e Woessmann (2009a) apresentam um modelo empírico para a análise do crescimento econômico utilizando-se as habilidades cognitivas como variável qualitativa representante do capital humano. Para tanto, os autores utilizam o desempenho de alunos em testes padronizados internacionalmente, o teste PISA. Ainda que reconheçam que o ideal seria uma medida de habilidades para a população de trabalhadores, e não apenas para estudantes entre 10 e 18 anos de idade, os autores entendem que o PISA serve como uma boa *proxy* para as habilidades dos trabalhadores em geral. Testes realizados pelos autores confirmam que existe uma relação entre os resultados do PISA anteriores a 1984 e o crescimento econômico entre 1980 e 2000, de forma que fica evidente haver uma relação entre as habilidades dos estudantes e as habilidades dos trabalhadores futuros, ainda que haja uma presunção (suportada pela literatura) de que um crescimento na qualidade do ensino que gere um crescimento econômico, e não o contrário. Por fim, os autores esclarecem que se há algum problema com a adoção de tal variável, esse problema provavelmente faria a estimativa do impacto da habilidades cognitivas ter um viés para baixo (ser menor do que o real).

Outro possível problema a ser enfrentado com a adoção de tal variável é que outras coisas além do capital humano sejam (pelo menos em grande parte) a real causa para o crescimento econômico, de forma que ignorá-las na análise estatística causaria uma inflação artificial na importância e relevância das habilidades cognitivas. Para sanar isso, os autores afirmam que deve-se inserir outros fatores no modelo estatístico.

Conforme afirmam Hanushek e Woessmann (2010, pp. 16), “*combining the measures of achievement from the international tests with basic economic statistics permits analysing how skills affect subsequent outcomes*”. Assim, os autores inserem no modelo, além da medida de habilidades cognitivas, outras duas variáveis: o PIB per capita inicial e a média de anos de estudo. A inserção do PIB per capita inicial serve para internalizar o efeito previsto pela teoria da convergência, isto é, que países menos desenvolvidos possuem maiores oportunidades de crescimento que países mais desenvolvidos pelo simples *catching-up*, uma vez que precisam apenas imitar os países mais desenvolvidos, sem haver a necessidade de desenvolver novos produtos, tecnologias e técnicas de produção. Já a inserção da média de anos de estudo serve como estimativa quantitativa do capital humano na população como um todo, além de se evitar uma superestimação por erro de especificação do modelo.

Assim, o modelo econométrico de Hanushek e Woessmann é o seguinte:

$$g = \beta_1 + \beta_2 PIB/Capita + \beta_3 C + \beta_4 S \quad (A.3)$$

Onde g é a média anual de crescimento do PIB per capita entre 1960 e 2000, β_1 é a constante, $PIB/Capita$ é o PIB per capita inicial (medido em 1960), C é a medida das habilidades cognitivas (pelo escore padronizado do PISA), e S a média de anos de estudo entre 1960 e 2000.

A partir de então, os autores buscaram estimar o “custo econômico da baixa educação”, isto é, o quanto cada um dos países membros da OCDE perdem em termos de crescimento do PIB por não possuírem altos índices de qualidade de ensino, montando diferentes cenários e fazendo projeções. As projeções foram realizadas em quatro fases, sendo a primeira correspondente ao período da reforma educacional, a última o período em que a força de trabalho inteira já usufrui da reforma educacional, e as outras duas referem-se a períodos intermediários. No cenário mais básico projetado, onde seapura que aconteceria com os países até 2090 com uma simples variação positiva de 25 pontos nos testes PISA, os autores apontam resultados de crescimento na economia que variam desde 40 bilhões de dólares para a Islândia até 40 trilhões de dólares para os Estados Unidos.

4.2 Metodologia e Variáveis da Modelagem

Com base no modelo previamente discutido, o presente estudo tem como objetivo montar uma análise que busca estimar econometricamente o impacto em termos de PIB da variação da qualidade de ensino através de uma regressão, utilizando-se dados de *cross-section*. No entanto, diferentemente do estudo original, tal análise incluirá países da América do Sul. Devido à restrição dos dados disponíveis, os países sul americanos passíveis de análise são somente Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Peru e Uruguai

Assim, a estimativa foi feita através de uma regressão linear, usando-se o método MQO para os dados de *cross-section*. O período utilizado para a base de dados é de 1970 até 2010. Ou seja, houve um avanço de 10 anos no período analisado em relação ao estudo original de Hanushek e Woessmann. Isso, além de trazer a estimativa para valores mais atuais, permitiu a inclusão de mais quatro países na regressão inicial: Alemanha, Hungria,

Luxemburgo e Polônia, que originalmente não possuíam dados completos para o período anterior a 1970.

As variáveis usadas para a regressão do modelo, conforme equação (A.3), apresentadas, são especificadas da seguinte forma:

***g* – Taxa de Crescimento do PIB per capita:** A variável dependente *g* foi regredida com base na taxa de crescimento do PIB per capita entre 1970 e 2010. Os dados foram retirados da base de dados Penn World Table e são medidos em dólares sob paridade de compra, com base em 2005.

***PIB/Capita* – PIB per capita inicial:** Como uma das variáveis explicativas temos o PIB per capita do período inicial, isto é, de 1970. Tal variável serve para integrar o efeito de *catch-up*, esperando-se que apresente um coeficiente negativo. Isto é, tal variável explicaria que países com um PIB per capita inicial maior teria crescimento econômico menor que os demais.

***C* – Habilidades Cognitivas:** Adota-se os resultados do teste PISA como *proxy* para as habilidades cognitivas da população. O PISA é uma pesquisa aplicada pela OCDE em alunos de 15 anos dos países membros, a cada 3 anos, para medir suas capacidades em três áreas distintas: Matemática, Ciências e Leitura. Os dados utilizados são exatamente os mesmos que usados por Hanushek e Woessmann (2010), eis que estão livremente disponíveis e já padronizados numa métrica comum em nível e variância. No entanto, tais dados apresentam uma certa problemática, uma vez que os países apresentam uma taxa de participação variável. Isto é, não se pode afirmar com certeza que a amostra de estudantes de todos os países é capaz de medir igualmente e com as mesmas dimensões as habilidades cognitivas. Entretanto, não havendo sequer mecanismo estatístico para corrigir isso, assume-se que os dados são satisfatórios.

***S* – Média de Anos de Estudo:** Por fim, a última variável explicativa do modelo é a quantidade média de anos de estudo da população entre 1970 e 2010, representando uma mensuração quantitativa do capital humano. Para tal variável utilizou-se a taxa média de escolaridade da população superior a 15 anos de idade, retirado da pesquisa de Barro e Lee.

4.3 Resultado da Modelagem

A tabela 1 mostra o resultado do modelo estimado. Considerando os resultados obtidos pelos autores Hanushek e Woessmann, isto é, 1,736 para a variável *C*; 0,025 para a variável *S* e -0,301 para a variável *PIB/Capita*, podemos afirmar que os coeficientes para as variáveis *C* e a constante obtidos são semelhantes. Entretanto, os coeficientes das variáveis *S* e *PIB/capita* apresentam considerável diferença, sendo que o coeficiente obtido de *S* inclusive apresenta sinal negativo, diferente daquele encontrado pelo estudo original. Tal variação, entretanto, não deve afetar significativamente a estimação, uma vez que tanto para o estudo original quanto para o presente estudo, a variável *S* não é estatisticamente significativa (p-valor maior que 0,1). Curiosamente, ao se omitir a variável *C*, a média de anos de estudo passa a apresentar valor positivo, e aumenta significativamente seu valor-p, ainda que continue estatisticamente insignificante. Pode-se atribuir tal efeito ao fato de que, na ausência da variável *C*, os anos de estudo passam a se tornar uma *proxy*, ainda que incompleta, da medida de habilidade cognitiva. Por outro lado, ao se omitir a variável *S*, o modelo praticamente não muda, apresentando-se apenas uma melhora no seu R^2 ajustado. Por fim, destaca-se que apesar dos valores dos coeficientes serem muito semelhantes àqueles encontrados por Hanushek e Woessman, o que corroboraria a tese dos autores, o R^2 ajustado encontrado para a equação foi muito menor que aquele calculado pelos autores do estudo original. Isso possivelmente se dá pela maior e mais ampla amostra utilizada, de forma que a amostra final utilizada é muito menos uniforme que aquela originalmente usada pelos autores, isto é, somente os países membros da OCDE.

Tabela 1 – Resultados das Modelagens

	(1)	(2)	(3)
C (PISA)	1,7038 (0,0021)		1,7031 (0,0009)
S (Anos de Estudo)	-0,0005 (0,9972)	0,1582 (0,2622)	
PIB/capita (PIB inicial)	-0,1405 (0,0015)	-0,0952 (0,0383)	-0,1405 (0,0005)
Constante	-3,8037 (0,0680)	2,5711 (0,0025)	-3,8029 (0,0619)
R^2 ajustado	0,3161	0,0795	0,3389

P-valor entre parênteses

4.4 Metodologia e Parâmetros da Projeção

Da mesma forma que no estudo original, e com base no modelo previamente discutido, o presente estudo tem como objetivo estimar o impacto em termos de PIB da variação da qualidade de ensino através de uma reforma educacional, prevendo-se seu efeito através da variação do indicador PISA. No entanto, diferentemente do estudo original, tal análise será aplicada a cinco países da América do Sul. Os países escolhidos para tal análise são Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Peru e Uruguai

Para as projeções, usar-se-á as equações conforme propõem Hanushek e Woessmann (2010), a fim de se medir o impacto econômico de uma reforma educacional, assumindo-se levar 20 anos para ser completa. Aqui, avaliamos apenas os efeitos resultantes de tal reforma, assumidos em resultar no incremento do índice PISA, sem haver discussão de como tal reforma se daria.

Para a correta apuração, tal projeção deve ser dividida em quatro fases. A primeira dela, que consiste nos 20 primeiros anos (2010-2030), período em que a reforma estará em vigor, se dá pela seguinte fórmula:

$$\Delta^t = \textit{coeficiente de crescimento} * \Delta PISA * \frac{1}{\textit{anos de trabalho}} * \frac{t - 2010}{20} + \Delta^{t-1}$$

Onde o *coeficiente do crescimento* se dá pelo coeficiente da regressão estimada no subcapítulo anterior, isto é 1,703%, $\Delta PISA$ é a variação assumida no índice PISA pela reforma educacional, *anos de trabalho* é a média de anos que uma pessoa se encontra economicamente ativa, assumida em 40 anos, e t é o ano.

Já para a segunda fase (2031-2050), a reforma educacional já está completa, mas a força de trabalho não foi inteiramente trocada ainda pelos novos trabalhadores com melhores habilidades. Assim, o crescimento do PIB se dará por:

$$\Delta^t = \textit{coeficiente de crescimento} * \Delta PISA * \frac{1}{\textit{anos de trabalho}} + \Delta^{t-1}$$

Na terceira fase (2051-2070), gradualmente os antigos trabalhadores passam a ser trocados pelos novos trabalhadores com melhores habilidades. Ao final de 20 anos, o mercado de trabalho inteiro irá contar com trabalhadores mais qualificados. Assim, o crescimento do PIB se dará por:

$$\Delta^t = \text{coeficiente de crescimento} * \Delta PISA * \frac{1}{\text{anos de trabalho}} - (\Delta^{t-40} - \Delta^{t-41}) + \Delta^{t-1}$$

Por fim, na quarta fase (2070-2090), o mercado de trabalho inteiro já é composto pelos trabalhadores que se beneficiaram da reforma educacional. Assim, o crescimento no PIB já se dará pelo seu valor de longo prazo, sendo medido da seguinte forma

$$\Delta = \text{coeficiente de crescimento} * \Delta PISA$$

Para que se possa projetar os impactos no PIB, é necessário que se estime a variação do PIB com e sem a reforma educacional. Para o PIB sem reforma, adota-se a seguinte equação:

$$PIB_{sem\ reforma}^t = PIB_{sem\ reforma}^{t-1} * (1 + \text{crescimento médio})$$

Já para o cenário onde há reforma educacional, a equação de estimação do PIB se dá por:

$$PIB_{com\ reforma}^t = PIB_{com\ reforma}^{t-1} * (1 + \text{crescimento médio} + \Delta^t)$$

Assim, o efeito total da reforma, durante seus 80 anos, é dado pelo somatório da diferença anual do PIB com e sem reforma, ajustados à taxa de desconto, a qual é assumida ser 3%. Assim, tem-se a seguinte equação:

$$\sum_{t=2010}^{t=2090} (PIB_{com\ reforma}^t - PIB_{sem\ reforma}^t) * (1 + taxa\ de\ desconto)^{-(t-2010)}$$

A tabela 2 mostra os parâmetros utilizados para as simulações. Todos os parâmetros aqui pressupostos, à exceção do coeficiente de crescimento, são justificados e explicados pelos autores Hanushek e Woessmann (2010) em seu estudo original.

Tabela 2 – Parâmetros da simulação

Parâmetro	Valor
Início da Reforma	2010
Duração da Reforma (em anos)	20
Horizonte de retornos futuro considerado	2090
Vida economicamente ativa (em anos)	40
Coeficiente de crescimento por aumento da qualidade de ensino	1,7038
Taxa de desconto	3%
Crescimento médio sem reforma	1,5%

4.5 Resultados da Projeção

Para a projeção dos resultados, montam-se dois cenários. No primeiro deles, será projetado o impacto caso a reforma educacional aumente $\frac{1}{4}$ do desvio médio no escore do PISA, isto é, que o índice aumente em 25 pontos. Tal cenário é extremamente possível e realista, uma vez que é assumido que o período da duração da reforma é de 20 anos. Isto indica que a reforma educacional teria que melhorar a qualidade de ensino para que

os alunos aumentassem seu escore em meros 1,25 a cada ano. Ainda que tal melhora seja mais difícil para os países que inicialmente já possuem um índice PISA mais elevado, de maneira geral esse cenário é conservador o suficiente para se tomar como verossímil. A Polônia, o país que mais rapidamente melhorou seu índice, obteve tal melhoria em apenas 4 anos.

O resultado da projeção deste primeiro cenário é apresentado na tabela 3.

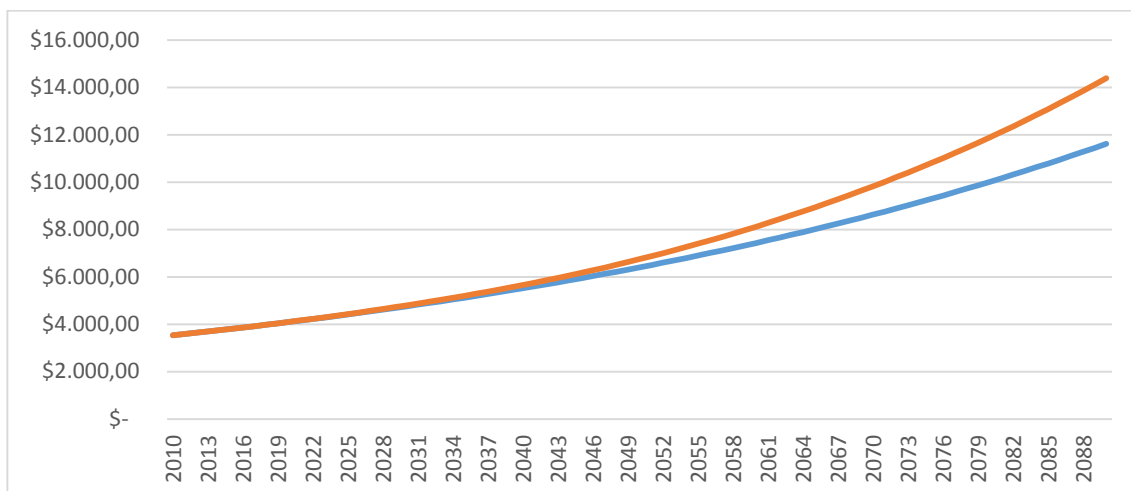
Já para o segundo cenário, o impacto será medido de forma mais individual, levando-se em consideração a qualidade do nível educacional inicial de cada país. Neste cenário, será projetado o impacto econômico de uma reforma educacional que fizesse com que os países tivessem um escore médio igual a média dos países membros da OCDE, isto é, 500 pontos.

O resultado de tal projeção se encontra na tabela 4.

A variação nos PIBs dos países simulados é extrema. O país que apresentou maior potencial de crescimento em ambos os cenários foi o Brasil, devido ao fato de possuir um mercado econômico grande. Entretanto, o Brasil também apresenta uma grande defasagem em seu indicador educacional, de forma que no cenário 2, onde se simula que todos os países atingem a média de 500 pontos no indicador PISA, a relação entre o PIB antes e após a reforma educacional do Brasil e Uruguai (o país que possui o maior indicador educacional inicial) aumentou de 43,46 para 76,04. Ao mesmo tempo, o Peru, país que possui o menor indicador educacional inicial foi capaz de superar a Colômbia na projeção do cenário 2, indicando que sua economia se encontra reprimida em grande parte pela sua baixa qualidade educacional.

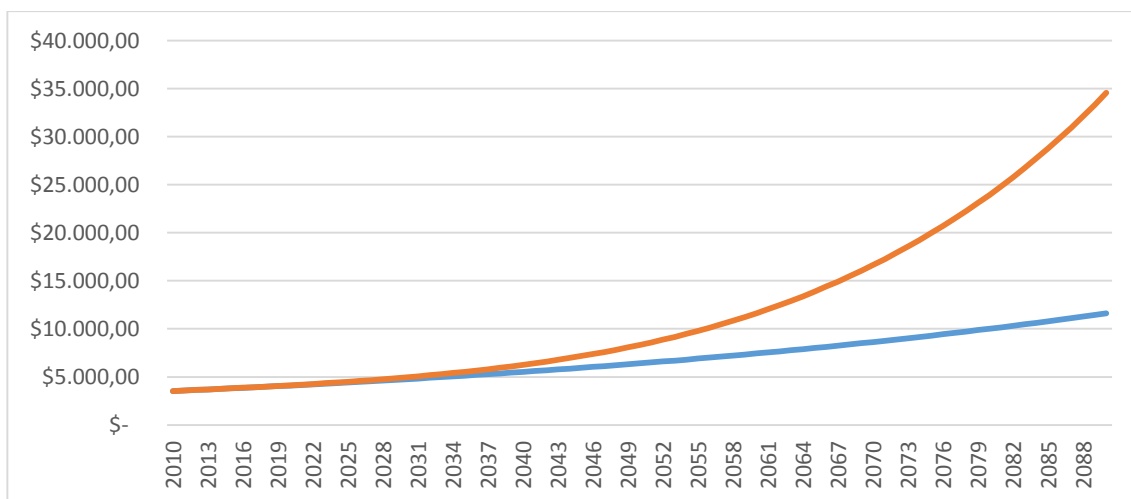
A evolução do PIB da economia conjunta desses cinco países apresenta uma enorme diferença entre as projeções com e sem reforma educacional. Os gráficos 1 e 2 ilustram e evidenciam o impacto que uma reforma educacional pode trazer no crescimento econômico.

Gráfico 1 – Trajetórias de Crescimento do PIB no Cenário 1

PIB em bi US\$

Valores com reforma educacional em vermelho. Crescimento normal projetado em azul.

Gráfico 2 – Trajetórias de Crescimento do PIB no Cenário 2

PIB em bi US\$

Valores com reforma educacional em vermelho. Crescimento normal projetado em azul.

Tabela 3 - Impacto Econômico da Reforma no Cenário 1

País	Valor da Reforma (em bi US\$)
Argentina	\$1.495,89
Brasil	\$4.764,99
Chile	\$670,82
Colômbia	\$980,22
Peru	\$653,46
Uruguai	\$122,54
TOTAL	\$9.589,22

Tabela 4 - Impacto Econômico da Reforma no Cenário 2

País	Valor da Reforma (em bi US\$)
Argentina	\$7.905,86
Brasil	\$35.196,11
Chile	\$3.072,43
Colômbia	\$3.890,93
Peru	\$7.762,02
Uruguai	\$385,70
TOTAL	\$64.526,66

Deve-se destacar que os valores foram apresentados em valores brutos (e em dólares de 2005), isto é, pelo Produto Interno Bruto e não por PIB per capita. Ainda que isso impossibilite uma melhor análise dos verdadeiros efeitos de um desenvolvimento econômico, uma vez que o PIB considera somente o tamanho do mercado, tal metodologia é a única forma de estimação, já que não é possível estimar de forma simples a evolução populacional pelos próximos 80 anos, o que tornaria demasiadamente complexo o cálculo.

Por fim, destaca-se que o valor da reforma não equivale à diferença do PIB final entre as projeções com e sem reforma. O valor da reforma é uma estimativa geral do valor *atual* da reforma, e por isso, é aplicada uma taxa de desconto às diferenças encontradas. Por exemplo, no cenário 2, medimos que há um “custo” de 64 trilhões de dólares pelo fato de os países sul-americanos não se equipararem à média educacional da OCDE, ou alternativamente, que a realização de uma reforma em tais condições é um investimento com um retorno de 64 trilhões de dólares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores apresentados apresentam alguns indícios dos possíveis benefícios que uma reforma educacional poderia trazer para os maiores países da América do Sul. Conforme o cenário mais conservador projetado, ao final dos 80 anos analisados, há um aumento de 23,82% no PIB dos países como um todo, quando comparado com a projeção do PIB sem a reforma. Apesar dos valores apresentados, deve-se ter em mente que há incertezas e estimativas bastante superficiais nos cenários projetados. Praticamente todas as projeções apresentam incertezas, mas a projeção realizada possivelmente possui mais do que geralmente se encontra.

Primeiramente, há uma incerteza desde o pressuposto, uma vez que não estudamos de maneira aprofundada a relação de causalidade entre crescimento e qualidade de ensino. Aqui, pressupomos que é a qualidade de ensino que gera um crescimento mais acelerado, e não o contrário, e também, que um aumento na qualidade educacional impacta diretamente no crescimento, e não por outras variáveis mutuamente correlacionadas. Isso gera um risco de que a presente projeção poderia ser superestimada, uma vez que os aumentos no PIB poderiam por outras causas além do aumento da qualidade educacional, e mesmo mantida a correlação positiva entre qualidade de ensino e crescimento do PIB, poderia haver uma causalidade invertida - isto é, que o crescimento do PIB gera aumento nos índices educacionais, e não vice-versa - ou até mesmo que não exista causalidade nenhuma.

Apesar dessa problemática, existem bons indícios de que a educação gera impactos positivos no crescimento econômico. Hanushek e Woessmann (2009a) estudaram uma possível causalidade reversa, alterando a temporalidade da regressão, estimando o impacto da variação dos resultados do teste PISA no crescimento econômico em 20 anos após. O coeficiente obtido foi quase o dobro daquele encontrado no estudo de 2010. Além disso, os autores explicam que *“reverse causality from growth to test scores is also unlikely because additional resource in the school system (which might become affordable with increased growth) do not relate systematically to improved test scores”*.

Superado tal problema de pressuposição, restam incertezas de ordem estatística. A primeira delas é se os modelos estatísticos usados para caracterizar o crescimento refletem de forma precisa as determinações do crescimento. Entretanto, não havendo nenhum consenso entre os economistas do melhor modelo de crescimento econômico,

tem-se como plausível o modelo de crescimento econômico endógeno, conforme apresentado no capítulo 2.

Também, existe a incerteza gerada pelo possível problema de que as causas do crescimento não estão estimadas corretamente, considerando-se variáveis exógenas não inclusas e erros de mensuração de variáveis endógenas (tais como se o índice PISA de fato mede corretamente as habilidades cognitivas), mas esse tipo de incerteza é inerente a qualquer tipo de projeção e análise estatística, e tem-se que há o devido embasamento com a teoria já apresentada.

Por fim, outro possível problema é a realidade projetada. Uma alteração nas habilidades cognitivas da população causaria impactos em outras variáveis como tecnologia, saúde e inovações de mercado, o que por si, afetariam o próprio impacto que a variação nas habilidades cognitivas gera, ainda que, conforme expõem Hanushek e Woessmann (2010), há poucas razões para se acreditar que tal impacto iria reduzir, em vez de aumentar. Tal afirmação é reforçada aqui, dada a característica de “derramamento” que a educação tem sobre outras variáveis, conforme já discutido no capítulo 3.

Assim, os resultados obtidos de forma alguma são definitivos sob qualquer ótica, mas servem para ilustrar o que a literatura vem mostrando: pode-se atribuir, pelo menos em parte, o atraso econômico dos países latinoamericanos ao seu atraso educacional. Apesar de ser difícil precisar os reais impactos que um investimento pesado em educação poderia trazer, uma reforma educacional pode apresentar um enorme retorno econômico no longo prazo.

Referências

ALMEIDA, A. G. Crescimento econômico, capital humano e qualidade da educação. 2010. Dissertação (Graduação em Ciências Econômicas) –

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

BARRO, R e LEE, J. A new data set of educational attainment in the world 1950-2010.

Journal of Development Economics, vol. 104, pp. 184-198, 2013. Disponível em <http://www.barrolee.com/data/dataexp.htm> (Acessado em 13/09/14)

BARROS, R. P. de, e MENDONÇA, R. Investimento em educação e desenvolvimento econômico. **IPEA**, Rio de Janeiro, 1997.

BECKER, G. Human capital a theoretical and empirical analysis, with special reference to education. New York: **National Bureau of Economic Research**, 1993.

BECKER, G. Investment in human capital: a theoretical analysis. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, vol. 70, 1962.

BENHABIB, J. e SPIEGEL, M.M. Human capital and technology diffusion **Handbook of Economic Growth** vol.1, p. 935-966, 2002.

BENHABIB, J. e SPIEGEL, M.M. The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country. **Journal of Monetary Economics** vol.34, p. 143-173, 1994.

CADAVAL, A. F. Qualidade da educação fundamental e sua relação com o crescimento econômico. 2010. Tese (Mestrado em Ciências Econômicas) – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2010.

CORBUCCI, P. Dimensões estratégicas e limites do papel da educação para o desenvolvimento brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 16, n. 48, p. 563-584, set.-dez. 2011

HANUSHEK, E. A. e WOESSMANN, L. Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes and causation. **National Bureau of Economic Research**, 2009a (NBER working paper n. 14633)

HANUSHEK, E. A. e WOESSMANN, L. International data on cognitive tests. Disponível em:
www.cesifo.de/woessmann#data (Acessado em 13/09/2014)

HANUSHEK, E. A. e WOESSMANN, L. Schooling, cognitive skills and the latin american growth puzzle. **National Bureau of Economic Research**, 2009b. (NBER working paper, n. 15066)

HANUSHEK, E. A. e WOESSMANN, L. The high cost of low education performance: The long run economic impact of improving PISA outcomes. **OECD**, 2010.

HESTON, A., SUMMERS, R. e ATEN, B. **Penn World Table 7.1**. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania, nov. 2012. Disponível em:
https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php (Acessado em: 13/09/2014)

KEELEY, B. **Human Capital: How what you know shapes your life**. OECD Publishing, 2007.

KIKER, B. F. The Historical Roots of the Concept of Human Capital. **Journal of Political Economy**, vol. 74, No. 5, 1966, pp. 481-499.

LUCAS, R. E. Lectures on economic growth. Cambridge: **Harvard University Press**, 2002.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development: **Journal of Monetary Economics**, vol. 22, 1988.

MANKIW, N. G; ROMER, D e WEIL, D. N.; A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 107, No. 2. 1992, pp. 407-437.

MARSHALL, A. Principles of economics: an introductory volume. 1890. Disponível em: <http://lib.thanglong.edu.vn/uploads/files/1320999406.pdf> (Acessado em 13/09/14)

MINCER, J. Human capital and economic growth. **National Bureau of Economic Research**, 1981. (NBER working paper, n. 803).

NELSON, R. R. e PHELPS. E. S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. **The American Economic Review**, v. 56,1966.

PEREIRA, A. S. Uma análise do capital humano e crescimento econômico brasileiro no período de 1970-2001. 2004. Dissertação (Graduação em Ciências Econômicas) – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2004.

RODRIGUES, A. A. F, Impacto da educação no rendimento salarial no brasil de 2001 a 2008. 2010. Tese (Mestrado em Ciências Econômicas) – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2010.

SACHS, J. D. e LARRAIN, F. Macroeconomia São Paulo: **Pearson Education do Brasil**, 2006.

SCHULTZ, T. W. Investment in human capital. **The American Economic Review**, New York, v.51, n.1., 1961.

SMITH, A. A riqueza das nações – Investigação sobre suas naturezas e causas, volume 1. **Editora Nova Cultural**, 1996.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human Development Report**, New York, 2009.

WOOLRIDGE, J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. **The MIT Press**, 2010.

Anexo A

Modelo 1: MQO, usando as observações 1-33
Variável dependente: G

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-3,80365	2,00627	-1,8959	0,06798	*
S	-0,000452465	0,128286	-0,0035	0,99721	
C	1,70378	0,505139	3,3729	0,00213	***
PIB/capita	-0,140475	0,0401871	-3,4955	0,00154	***
Média var. dependente	2,400683	D.P. var. dependente		1,332602	
Soma resíd. quadrados	35,22246	E.P. da regressão		1,102074	
R-quadrado	0,380176	R-quadrado ajustado		0,316056	
F(3, 29)	5,929150	P-valor(F)		0,002775	
Log da verossimilhança	-47,90038	Critério de Akaike		103,8008	
Critério de Schwarz	109,7868	Critério Hannan-Quinn		105,8149	

Teste no Modelo 1

Hipótese nula: o parâmetro de regressão é igual a zero para PIB/capita

Estatística de teste: $F(1, 29) = 1,24397e-005$, p-valor 0,99721

A exclusão de variáveis melhorou 3 de 3 estatísticas de seleção de modelo.

Modelo 2: MQO, usando as observações 1-33
Variável dependente: G

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-3,80289	1,96095	-1,9393	0,06192	*
C	1,70313	0,462046	3,6861	0,00090	***
PIBini	-0,140535	0,035795	-3,9261	0,00047	***
Média var. dependente	2,400683	D.P. var. dependente		1,332602	
Soma resíd. quadrados	35,22248	E.P. da regressão		1,083551	
R-quadrado	0,380175	R-quadrado ajustado		0,338854	
F(2, 30)	9,200395	P-valor(F)		0,000766	
Log da verossimilhança	-47,90039	Critério de Akaike		101,8008	
Critério de Schwarz	106,2903	Critério Hannan-Quinn		103,3114	

Teste no Modelo 1

Hipótese nula: o parâmetro de regressão é igual a zero para C

Estatística de teste: $F(1, 29) = 11,3764$, p-valor 0,00212526

A exclusão de variáveis melhorou 0 de 3 estatísticas de seleção de modelo.

Modelo 3: MQO, usando as observações 1-33

Variável dependente: G

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	2,57105	0,780916	3,2924	0,00255	***
S	0,158229	0,138459	1,1428	0,26216	
PIBini	-0,0952145	0,0439461	-2,1666	0,03833	**
Média var. dependente	2,400683	D.P. var. dependente	1,332602		
Soma resíd. quadrados	49,03989	E.P. da regressão	1,278539		
R-quadrado	0,137025	R-quadrado ajustado	0,079493		
F(2, 30)	2,381726	P-valor(F)	0,109642		
Log da verossimilhança	-53,36106	Critério de Akaike	112,7221		
Critério de Schwarz	117,2116	Critério Hannan-Quinn	114,2327		

Anexo B

País	PIB per capita Inicial (1970)	PIB per capita final (2010)	PIB/capita (1970)	G (Crescimento do PIB)	S (Anos de Estudo)	C (índice PISA)
Argentina	7615,50	12337,59	7,62	1,62	6,30	3,920
Australia	20660,16	41107,49	20,66	1,99	10,16	5,094
Austria	15743,32	38585,63	15,74	2,45	6,29	5,089
Belgium	15679,02	35558,52	15,68	2,27	7,52	5,041
Brazil	3844,64	8324,70	3,84	2,17	2,81	3,638
Canada	17735,27	37110,4	17,74	2,09	9,12	5,038
Chile	4465,29	12526,56	4,47	2,81	6,08	4,049
Colombia	3665,82	7534,48	3,67	2,06	3,92	4,152
Denmark	17688,71	33716,83	17,69	1,91	8,60	4,962
Finland	13829,10	32991,91	13,83	2,39	6,86	5,126
France	15935,17	31299,3	15,94	1,96	4,76	5,040
Germany	16483,61	34085,35	16,48	2,07	5,01	4,956
Greece	12209,97	25225,52	12,21	2,07	6,53	4,608
Hungary	7778,83	16556,2	7,78	2,13	8,15	5,045
Ireland	10953,97	34902,26	10,95	3,19	8,74	4,995
Iceland	19202,09	35648,5	19,20	1,86	6,98	4,936
Italy	14258,22	28380,92	14,26	1,99	5,63	4,758
Japan	13754,67	31453,08	13,75	2,29	8,20	5,310
Korea, Rep.	2829,28	26613,77	2,83	9,41	6,34	5,338
Luxembourg	23111,01	75589,76	23,11	3,27	7,52	4,641
Mexico	6847,50	11939,77	6,85	1,74	3,56	3,998
Netherlands	19581,64	38189,65	19,58	1,95	8,20	5,115
New Zealand	16853,31	27788,35	16,85	1,65	11,33	4,978
Norway	17909,78	50490,91	17,91	2,82	8,50	4,830
Peru	4949,13	7410,97	4,95	1,50	4,60	3,125
Poland	6004,31	16700,9	6,00	2,78	7,14	4,846
Portugal	7768,61	19785,7	7,77	2,55	3,79	4,564
Spain	12152,59	27332,01	12,15	2,25	4,74	4,829
Sweden	19548,96	36132,56	19,55	1,85	8,08	5,013
Switzerland	29439,14	39985,62	29,44	1,36	8,70	5,142
Uruguay	5075,15	11717,63	5,08	2,31	5,68	4,300
United States	20436,20	41376,08	20,44	2,02	10,79	4,903
United Kingdom	13798,90	34266,97	13,80	2,48	7,29	4,950