

Tecnologia versus Desempenho Educacional: um Estudo Sobre a Performance das Escolas

Technology versus Educational Performance: a Study of a School Performance

Lauro Nogueira^{*a}; José Vitor Cosme Lima^b; Bianca Alencar Vieira^b

^aUniversidade Federal do Semiárido, Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. RN, Brasil.

^bUniversidade Federal Rural do Semiárido. RN, Brasil.

*E-mail: lauro.nogueira@ufersa.edu.br

Recebido em: 30/07/18; Aceito em: 06/02/19

Resumo

O uso de tecnologias no contexto escolar tem se tornado algo essencial nos últimos anos. Nesse ensejo, professores, alunos e demais profissionais envolvidos fazem uso frequente das mais diversas ferramentas tecnológicas em praticamente todas as atividades. Todavia, ainda não há consenso sobre a forma mais eficiente desses recursos no ambiente escolar. Diante disso, este estudo teve como principal objetivo investigar qual a influência das ferramentas tecnológicas no desempenho dos estudantes das escolas brasileiras. Para tanto, aplicou-se o método de inferências em distribuições contrafatuais desenvolvida por Chernozhukov, Fernandez-Val e Melly (2013), sobre os dados da Provinha Brasil 2013. Os principais resultados indicam que o instrumental tecnológico tem grande importância nos resultados educacionais. Porém, há diferenças substanciais conforme região e pontos da distribuição. Especificamente na Região Nordeste, a contribuição do arcabouço tecnológico cai pela metade. Por exemplo, o efeito do tratamento médio do acesso à internet de banda larga para as escolas de todo o país é de 3,4% contra 1,7% para escolas nordestinas na mesma faixa etária de resultado educacional observado. No tocante à decomposição do efeito do tratamento, os resultados informam que as características observáveis são cruciais nos resultados educacionais. Além disso, verifica-se que os efeitos dos fatores não observáveis são bastante incipientes.

Palavras-chave: Tecnologia. Desempenho das Escolas. IDC.

Abstract

The use of technologies in the school context has become essential in recent years. In this context, teachers, students and other professionals involved make frequent use of the most diverse technological tools in practically all activities. However, there is still no consensus on the most efficient form of these resources in the school environment. Therefore, this study had as main objective to investigate the influence of the technological tools on the students' performance of the Brazilian schools. In order to do so, Inference Method was applied in counterfactual distributions developed by Chernozhukov, Fernandez-Val and Melly (2013), on the data of Provinha Brasil 2013. The main results indicate the technological instruments and great importance in the educational results. However, there are substantial regional nouns and distribution points. Specifically in the Northeast Region, the contribution of the technological framework is halved. For example, the average treatment effect of broadband Internet access such as schools across the country of 3.4% versus 1.7% for northeastern schools in the same age range of observed educational outcome. Regarding the decomposition of the treatment effect, the results report that the observable characteristics are crucial in educational outcomes. In addition, the effects of unobservable factors are quite insipid.

Keywords: Technology. Performance of schools. IDC.

1 Introdução

Seguindo literalmente Bauman (2001), o processo educacional secundário individual – aprender a aprender – não necessariamente decorre da habilidade ou aplicação dos alunos, como também não é determinado pela aptidão e presença dos professores, mas sim pelas características do ambiente em que os alunos deverão viver suas vidas.

Por sua vez, o uso de tecnologias tem se tornado, ao longo dos anos, algo comum, especialmente, no ambiente escolar, em que estudantes, professores, pesquisadores e demais profissionais da educação envolvidos utilizam em praticamente todas as atividades desenvolvidas. Por exemplo, o uso dos livros digitais, monitorias remotas, chats interativos, entre tantos outros. Especialmente, o uso de tecnologias computacionais passou a assumir um papel

essencial de complementação, aprimoração e avanço na qualidade educacional estimulando a criação de espaços de aprendizagem (VALENTE, 1997).

Por outro lado, embora professores façam uso de ferramentas tecnológicas dentro e fora da sala de aula, ainda não há uma receita metodológica eficiente na qual se consiga extrair o melhor resultado possível dado às possibilidades. Portanto, a produção de conhecimento na sala de aula através de meios tecnológicos não é algo trivial, especialmente, pela ausência de capacitação dos profissionais envolvidos (ROCHA, 2008). Nesse contexto, Moran (2007) ressalta que apesar da ampla difusão tecnológica no ambiente escolar, as mudanças comportamentais do ambiente ensino aprendizagem ainda são bastante incipientes.

Diante disso, surgem algumas indagações entre as

quais se destacam: qual o papel que a tecnologia exerce sobre o desempenho dos alunos das escolas brasileiras? As ferramentas tecnológicas estão sendo corretamente aplicadas? Esses recursos têm surtido efeitos positivos no desempenho dos estudantes/escolas? Entre tantas outras. É importante destacar que há uma grande escassez de pesquisas sobre o problema abordado.

Diante do exposto, esse estudo tem como problema central investigar a influência das ferramentas tecnológicas sobre o desempenho observado dos estudantes das escolas brasileiras.¹ Para tanto, adota-se a metodologia de inferências contrafatuais proposta por Chernozhukov, Fernandez-Val e Melly (2013) sobre os dados da Provinha Brasil 2013. O período analisado contém as informações mais atuais disponíveis. A adoção desse método ocorre por diversos fatores, em especial, controlar a heterocedasticidade dos alunos, escolas, regiões, etc. Além disso, o método permite decompor os resultados em três componentes: i) efeito das características observáveis; ii) retorno das características observáveis – preço. E por último, iii) efeito das características não observáveis, que afetam o desempenho dos alunos/escolas – resíduos.

2 Material e Métodos

Primeiramente se utiliza o método de mínimos quadrados ordinários – MQO – a fim de estabelecer e analisar a correlação entre as variáveis utilizadas. Em resumo, busca-se evidenciar se há correlações – diferenças nas médias – entre os grupos analisados. Porém, esses resultados não podem ser considerados influências médias, em especial, na presença de endogeneidade.

Diante disso, emprega-se o método de Inferências em Distribuições Contrafatuais desenvolvida por Chernozhukov, Fernandez-Val e Melly (2013), doravante IDC. A escolha por este método ocorre especialmente, buscando superar problemas de endogeneidade e heterocedasticidade dos dados. Adicionalmente, o IDC se baseia em outros métodos, a fim de estimar funções quantílicas condicionais e funções de distribuição condicional. Outro benéfico é analisar o efeito de simples intervenções. Intervenções – mudança unitária em uma característica – como também, alterações complexas – mudanças gerais na distribuição das características.

O IDC é bastante utilizado em situações nas quais uma política intervencionista origina uma mudança na distribuição, de forma que o mesmo consiste em determinar o efeito na distribuição dada uma modificação na distribuição em X^0 , em que os resultados observados são retirados da amostra antes da intervenção política e, portanto, observável, enquanto que os resultados contrafatuais surgem da amostra após a intervenção política e, portanto, não observável.

O IDC assume que Y^0 representa o resultado observado, e X^0 ($p \times 1$) vetor das covariadas com função distribuição F_{X^0}

antes da política intervencionista. Em que, $Q_Y(u | X)$ denota o quantil condicional de Y^0 dado X^0 . De modo que o resultado Y^0 pode ser ligado à função quantil condicional através da representação de Skorohod, isto é:

$$Y^0 = Q_Y(U^0 | X^0) \text{ em que } U^0 \sim U(1,0), \text{ independente de } X^0 \sim F_{X^0} \quad (1)$$

Em que (1) destaca que o resultado é função das covariadas e do termo de erro U^0 . Acima de tudo, em modelos de regressões clássicos, o termo de erro é separado das variáveis independentes como nos modelos de regressão pontual, mas em geral não é necessário. Este método abrange ambos os casos.

Sucintamente, o processo de inferência contrafactual consiste em desenhar o vetor de covariadas para uma distribuição diferente, isto é, $X^c \sim F_{X^c}$. em que F_{X^c} é uma função de distribuição conhecida das covariadas após a política de intervenção. Com isso, sob a suposição que a função quantil condicional não é modificada pela política, o resultado contrafactual Y^c é gerado por:

$$Y^c = Q_Y(U^c | X^c) \quad (2)$$

Em que $U^c \sim U(1,0)$ é independente de $X^c \sim F_{X^c}$. Aditivamente, o IDC faz a suposição que a função quantil $Q_Y(u | x)$ possa ser analisada em cada ponto de na base da distribuição das covariadas de F_{X^c} . Esta hipótese requer que a base da F_{X^c} seja subconjunto da base de F_{X^0} , ou então, que a função quantil possa ser adequadamente extrapolada. Tais suposições são formalizadas a seguir.

S1 – a distribuição condicional do resultado dado as covariadas é a mesma antes e após a política de intervenção;

S2 – o modelo condicional é válido para todo X^c , em que X^c é um subconjunto compacto do X^0 que contém as bases de F_{X^c} e F_{X^0} .

Além disso, vale ressaltar que o IDC considera dois tipos diferentes de mudanças na distribuição das covariadas. Primeiro, as covariadas são desenhadas para uma subamostra diferente antes e depois a intervenção. Esta subamostra pode corresponder a grupos distintos – tipos – demográficos, períodos de tempo ou localizações geográficas. A intervenção pode ser empregada como uma modificação conhecida da distribuição de covariadas observadas. Em suma, $X^c = g(X^0)$, em que g é uma função conhecida. Por exemplo, mudanças unitárias na colocação de uma das covariadas, $X^c = X^0 + e_j$, em que e_j é um vetor unitário ($p \times 1$) com um na posição j ; ou ainda, conservar a redistribuição das covariadas como $(1-\alpha)E[X^0] + \alpha X^0$.

Este tipo de interferência é utilizado para determinar, por exemplo, qual a consequência sobre as despesas de alimentos decorrentes de uma alteração no imposto de renda? Além do mais, para fazer considerações do efeito total no resultado

¹ Seguindo Balankat, Blamire e Kefala (2006), é essencial estudos de pequeno e grande porte de natureza quantitativa e/ou qualitativa que busquem mensurar a influências das ferramentas de informação e comunicação nas escolas.

decorrente da interferência, é necessário identificar as funções de distribuição e quantílica do resultado antes e depois da política. A função de distribuição condicional associada à função quantílica $Q_{-Y}(u | x)$ é expressa por:

$$F_{-Y}(y | x) = \int_0^1 1_{\{Q_{-Y}(u|x) \leq y\}} du \quad (3)$$

Dadas as suposições sobre como o resultado contrafactual é gerado, a distribuição marginal é expressa por:

$$F_{-(Y^j)}(y) := \Pr\{Y^j \leq y\} = \int_x F_{-Y}(y | x) dF_{-X^j}(x) \quad (4)$$

Com funções quantil marginal correspondente.

$$Q_{-(Y^j)}(u) = \inf\{y: F_{-(Y^j)}(Y) \geq u\} \quad (5)$$

Em que o índice corresponde ao status antes ou após a intervenção, . O efeito quantil tratamento da política de intervenção é determinado por:

$$QTE_{-Y}(u) = Q_{-(Y_C)}(u) - Q_{-(Y_0)}(u) \quad (6)$$

De forma análoga, o efeito da política na distribuição é expresso por:

$$DE_{-Y}(y) = F_{-(Y_C)}(y) - F_{-(Y_0)}(y) \quad (7)$$

Na obtenção dos resultados se estimou para diversos quantis, entretanto, optou-se em apresentar três pontos específicos, isto é, a parte inferior, média e superior da distribuição representada, respectivamente, pelos quantis 0.10, 0.50 e 0.90. Além disso, adotou-se uma decomposição semelhante à proposta por Juhn, Murphy e Pierce (1993). Para isso, os resultados serão divididos em três componentes. A primeira componente representa as características observáveis dos estudantes, ou seja, refere-se a todas as covariadas – fatores familiares e individuais – da regressão.

A segunda componente representa o preço dessas características, isto é, os coeficientes associados a cada um das covariadas. Por fim, a última componente está associada às características não observadas, ou seja, representa os resíduos da regressão. De acordo com Azevedo e Foguel (2007), um dos maiores benefícios obtidos por essa análise é permitir um diagnóstico amplo para a análise, visto que se encontra a direção, a dimensão e o *timing* das forças que influenciam as variações dos resultados individuais obtidos.

3 Resultados e Discussão

3.1 Aspectos Teóricos

Faz-se a seguir um breve resumo sobre aspectos teóricos que norteiam o foco central da pesquisa. Nesse sentido se dividiu a seção em três partes. Em 2.1.1 se explana um pouco sobre a revolução da informação e seu processo na educação. Em 2.2 se aborda o desafio da utilização das ferramentas nas escolas, em especial, nas públicas. Por fim, em 2.3 se enfatiza a questão da gestão financeira na aplicação de tecnologia na educação.

3.1.1 Revolução da Informação

De acordo com Oliveira (2007), a partir de meados do século XX se observou uma revolução tecnológica nos meios eletrônicos, organização de dados e comunicação. Segundo os observadores, esse fenômeno se iniciou no Brasil, em 1997, sob a regência da Coordenação Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ – através da interligação de 14 centros de pesquisas de diversos estados, embora esse processo tenha ocorrido restrito a nível acadêmico.

Conforme relata Balanskat, Blamire e Kefala (2006), a utilização das denominadas Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – no ambiente educacional vem se tornando uma prioridade na Europa, embora esse processo não seja homogêneo, pois em alguns países, poucas escolas adotaram a prática da TIC em seu currículo. O estudo retrata que esse processo seja desordenado em grande parte dos países e esteja em fase inicial e, talvez, isso explique não haver melhorias significativas na aprendizagem e no ensino.

Para Lima Júnior (2007), as escolas devem investir na nova eficiência e competência, baseadas em uma lógica do virtualizaste, isto é, as escolas precisam formar tecnologicamente seus alunos. Em síntese, a tecnologia é uma das principais ferramentas de disseminação da informação e, portanto, a adesão às ferramentas tecnológicas se apresenta inadiável no processo da evolução da educação. Assim, o uso de tecnologia na sala de aula auxilia em uma maior interação entre aluno e professor, sendo o professor o mediador desse contato e, conseqüentemente, é de se esperar uma evolução no desempenho escolar.

Como destaca Valente (1999), o uso da tecnologia atualmente é muito mais amplo e diversificado, tornando-se um desafio bem maior. Os computadores, mídias móveis e outros podem ser usados para “enriquecer ambientes de aprendizagem” e facilitar para o aluno na metodologia de criação do seu conhecimento. Assim, os alunos têm muito mais aparatos para o aprendizado, tendo a oportunidade de ir além do que o simples ensino em sala de aula, sem o que esses métodos tecnológicos podem oferecer.

3.1.2 O desafio do uso da tecnologia nas escolas

Segundo Almeida e Silva (2011), em uma sociedade cada vez mais globalizada, fazer uso de novas tecnologias associadas ao projeto pedagógico é uma forma de aproximação dessa nova geração de estudantes. Conforme os pesquisadores, as ferramentas tecnológicas não podem ser consideradas como um adereço e os professores/gestores escolares precisam encontrar em que circunstâncias esse instrumental contribui no desenvolvimento educacional dos alunos.

Contudo, observa-se que em grande parte das escolas a tecnologia no ensino ainda é deixada de lado, isso acontece, e é visível a dificuldade que as instituições e seus profissionais demonstram em usar os meios tecnológicos para o ensino. Como é citado por Buckingham (2008), isso acontece porque

muitos professores se contrapõem ao uso da tecnologia, não pelo fato de não saber usar, mas por acreditarem que ela não contribui para que eles alcancem os objetivos que almejam, e na maioria dos casos, aqueles que usam a tecnologia fazem esse uso bastante limitado.

3.1.3 Gestão financeira na aplicação de tecnologia na educação

Os parâmetros educacionais deveriam avançar progressivamente, uma vez que a sua principal função é preparar e evoluir o indivíduo ao comando dos instrumentos culturais, intelectuais, profissionais e políticos, assegurar, apesar de que a cultura, a ciência e a técnica não sejam atributos exclusivos das classes dominantes, assim como defende Rodrigues (2000). Embora tenham investimentos dos entes federados, Estados, Municípios e União, destinados à educação, estes são insuficientes e desproporcionais, o que acarreta uma desigualdade educacional nas redes de ensino estadual, municipal e federal, ocasionando assim uma deficiência no ensino².

Segundo André (2010), outro problema que surge é a insipiente formação de professores para usar esses meios tecnológicos, uma vez que a capacitação dos professores para essa nova realidade não tem recebido a devida atenção nas políticas públicas. Pois, os processos de formação inicial ou continuada são essenciais para os educadores aprimorarem e/ou obterem conhecimentos e habilidades, a fim de alavancar a qualidade educacional.

3.2 Descrição dos dados

Apresenta-se no Quadro 1 a composição das variáveis utilizadas no estudo, isto é, retratam-se as principais informações sobre as escolas analisadas. Cabe ressaltar que os dados correspondem os resultados obtidos pelas escolas na Provinha Brasil 2013 referente aos alunos do 9º ano. Adicionalmente se destaca que após o tratamento dos dados a base ficou composta por 55.548 estudantes.

Quadro 1 – Conjunto de Informações das Escolas

Variáveis	Descrição
Nota Média da Escola	Logaritmo da nota média – Português/ Matemática
Variáveis Dependentes	
Condição Social	Nível de condição social da escola – variação crescente de 1 a 7
Computadores - aluno	Dummy: 0 para péssimo/ruim e 1 para bom/regular
Internet – aluno	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Computadores - professor	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Internet – professor	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Computador - administrativo	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Xerox	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Impressora	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Projetor – slides	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Internet banda larga	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Laboratório informática	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Laboratório ciências	Dummy: 0 para péssimo/ruim e valor 1 para bom/regular
Biblioteca	Dummy: 0 para não possui e valor 1 para possui
Localização	Dummy: 0 para rural e valor 1 para urbana
Rede de Ensino	Dummy: 0 para pública e valor 1 para privado

Fonte: Dados da pesquisa.

Posto isso, observa-se a partir do Quadro 1, que o desempenho médio das escolas nos conteúdos de Língua Portuguesa e Matemática se situam em aproximadamente 239,74 pontos. Além disso, verifica-se que mais de 60% das escolas está enquadrado em baixos níveis socioeconômicos. Esse fato é corroborado pela quantidade de escolas públicas que compõem a amostra, isto é, 95% da rede de ensino do total analisado pertencem à esfera pública estadual ou municipal.

Quadro 2 - Estatística Descritiva

Desempenho Educacional das Escolas						
Valor Mínimo		Médio		Valor Máximo		
137,60		239,74		355,20		
Conjuntura Socioeconômica – Classificação INEP						
1	2	3	4	5	6	7
3,47%	10,05%	20,33%	29,72%	27,05%	2,94%	0,03%
Rede de ensino		Localização		Internet Banda Larga		
Pública	Privada	Urbana	Rural	Bom/Regular	Ruim/Inexistente	
95,88%	3,78%	83,14%	16,86%	57,61%	32,83%	
Biblioteca		Laboratório de Informática		Laboratório de Ciências		
Possui	Não	Bom/Regular	Ruim/Inexistente	Bom/Regular	Ruim/Inexistente	
78,03%	14,67%	64,84%	29,11%	16,65%	77,52%	
Computadores - Alunos			Computadores - Professores			
Bom/Regular	Ruim/Inexistente		Bom/Regular		Ruim/Inexistente	
69,25%	23,63%		69,38%		23,03%	

Fonte: Dados da pesquisa.

2 Maiores detalhes em Schmidt (2015).

Em relação ao acesso à tecnologia é possível constatar que 69% dos alunos têm acesso a computadores com um bom estado para o uso, além disso, 57% têm acesso à internet banda larga. Por outro lado, 64% dos alunos possuem acesso aos laboratórios de informática de boa qualidade. Embora, os números relatem que a maior parte dos alunos brasileiros tem acesso a ferramentas tecnológicas, ainda não se sabe se esses mecanismos estão surtindo efeitos desejáveis e/ou estão sendo utilizados de forma adequada.

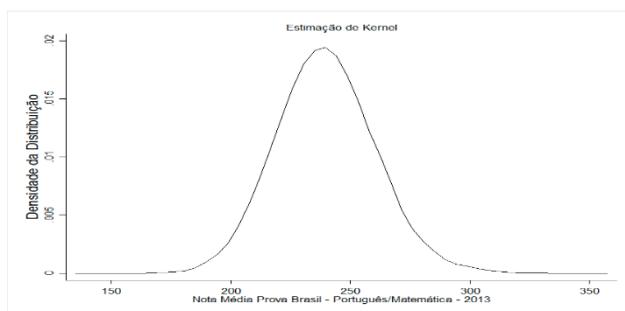
Ao contrário do que é visto nos laboratórios de informática, o acesso aos laboratórios de ciências é bem insipiente. Sinteticamente, somente 16% dos alunos brasileiros têm acesso a esse tipo de laboratório em estado de qualidade aceitável e satisfatória. Quanto à biblioteca, os dados

informam que quase 78% das escolas ofertam biblioteca aos seus alunos e professores. Por sua vez, 83% das escolas são situadas na zona urbana.

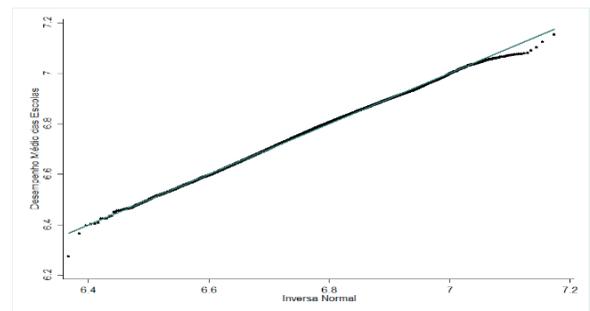
Outro importante fato evidenciado na pesquisa relata que quase um terço das escolas analisadas obtiveram resultados abaixo da média, isto é, 27,38% das instituições de ensino que compõe a amostra obtiveram desempenho inferior à média nacional.

Conforme se exibe na Figura 1, aparentemente, os dados se mostram normalmente distribuídos, porém, a fim de evidenciar empiricamente tal visualização se aplicou o teste de normalidade de Doornick-Hansen para análise multivariada sobre o desempenho observado pelas escolas. Os resultados informam que os dados são normalmente distribuídos³.

Figura 1 – Desempenho das Escolas na Provinha Brasil -2013



Fonte: Dados da pesquisa.



Posto isso, no Quadro 3 se apresentam algumas correlações estimadas por MQO. Os primeiros relatos indicam que a maioria das características possui correlações estatisticamente significativas, exceto, a escola possuir impressora ou não.

Quadro 3 - Performance Escolas *Versus* Características Observáveis

Descrição	Coefficiente	t-Student	p-valor
Conjuntura Socioeconômica	0.0527***	76.77	0.000
Computadores - Alunos	0.0058**	2.45	0.001
Computadores - Professores	0.0057**	3.04	0.002
Computadores - Administrativo	0.0117***	4.08	0.000
Xerox	0.0098***	4.34	0.000
Impressora	-0.0026	-0.82	0.413
Datashow	-0.0196***	7.47	0.000
Internet Banda Larga	0.0100***	8.53	0.000
Laboratório de Informática	0.0037*	1.64	0.100
Laboratório de Ciências	0.0100***	5.33	0.000
Biblioteca	0.0113***	5.02	0.041

* p<0.10; ** p<0.05; *** p<0.01

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse cenário, a conjuntura socioeconômica, computadores ofertados aos alunos, professores e setores administrativos, como também xerox, internet banda larga, laboratórios de informática, ciências e biblioteca apresentaram correlação

estatística significativa com o desempenho obtido pelas escolas. Por outro lado, o Datashow possui correlação negativa com o desempenho escolar. No que se refere à impressora não há evidência estatística válida que esse equipamento exerça qualquer relação com os resultados das escolas.

Destaca-se que essas correlações não podem ser encaradas como causas, mas apenas como correlações. Além disso, o estimador de MQO é frágil em situações dessa natureza, uma vez que se admite haver problemas de endogeneidade seja pela omissão de variáveis, que possam afetar o resultado da escola. Por exemplo, bairro em que a escola esteja situada, nível educacional dos administradores da escola, em especial, o diretor, etc. ou por erros de mensuração das variáveis.

Diante do exposto, utiliza-se o método IDC, também conhecido como modelo de efeito tratamento, a fim de obter resultados robustos. Contudo, antes de apresentar os resultados, informa-se que o efeito tratamento médio foi adquirido para três quantis da distribuição (0.1, 0.5 e 0.9).

De acordo com o exposto no Quadro 4 se têm resultados bem interessantes. Observe que o efeito tratamento médio da escola ofertar banda larga é decrescente no desempenho das escolas, embora seja sempre positivo. Isto é, o efeito tratamento médio de ofertar banda larga a alunos, professores e demais agentes do sistema educacional é de 0,036 para as escolas que obtiveram nota média e de 0,027 para aquelas que

3 Maiores sobre o teste Doornick-Hansen em Woldridge (2010).

compõem a parte superior da distribuição de notas.

Quadro 4 - Efeito Tratamento Médio Quantílico

Variáveis Tecnológicas	Quantil		
	0.10	0.50	0.90
Biblioteca	0.025	0.024	0.018
Datashow	0.051	0.050	0.040
Internet Banda Larga	0.038	0.036	0.027
Lab. Ciências	0.036	0.029	0.020
Lab. Informática	0.042	0.040	0.031
PC – Administrativo	0.060	0.055	0.042
PC – Alunos	0.046	0.041	0.031
PC – Professores	0.040	0.033	0.025
Condição Socioeconômica	0.035	0.026	0.020
Xerox	0.039	0.033	0.026

Fonte: Dados da pesquisa.

Referente à disposição de computadores para alunos, as trajetórias se mantêm decrescentes, partindo dos piores resultados observados até os quantis mais altos. Em suma, o efeito médio de disponibilizar computadores aos seus alunos é bem maior na parte de baixo da distribuição. Em outras palavras, nas escolas aonde o desempenho é muito baixo esse equipamento surte uma influência superior à observada para as demais escolas. Em números, esse efeito declina em 32,6% quando se comparam os 10% das escolas que obtiveram os melhores resultados contra os 10% piores resultados.

No que tange aos professores, verifica-se um efeito semelhante. Esse efeito decresce em todos os quantis da distribuição. Especificamente, tem-se um efeito dessa característica variando entre 0,040 a 0,025. Todavia, o fator que exibe o maior efeito de tratamento médio é se a escola dispõe de computadores para o setor administrativo. No qual, a influência varia, respectivamente, das piores colocadas para melhores em 0,060 a 0,042, evidenciando assim um declínio de 30% na parte superior da distribuição. Esses achados demonstram que a influência será maior quanto pior for o resultado educacional apresentado pelas escolas.

Quanto às variáveis referentes aos laboratórios, os padrões são semelhantes e acompanham o comportamento das demais variáveis tecnológicas. Especificamente, o pico do efeito médio de tratamento para o aspecto de ter ou não laboratório de informática é atingido nas escolas que obtiveram as menores notas. Em números, o impacto foi de 0,040 para as escolas contidas no intervalo do resultado médio de desempenho. Já para o laboratório de ciências se observa que a participação desse fator na nota é aproximadamente 27,5% inferior ao observado no de informática. De acordo com a proposta, a influência desse fator no desempenho na Provinha Brasil para escolas piores colocadas foi de 0,036. Para as melhores escolas esse impacto cai em 44,4%.

No que se refere à biblioteca se percebe que esse comportamento se mantém, ou seja, o efeito de proporcionar

a seus alunos uma biblioteca é bem maior nas escolas que obtiveram baixo desempenho do que aquelas que estão situadas entre as 10% melhores colocadas. Entretanto, o efeito dessa característica se mantém constante praticamente até a escola atingir a nota média, então, a partir desse momento começa a decair. Nesse caso, o efeito declina em 28% na parte superior da distribuição das escolas/notas.

Quanto à condição socioeconômica, a qual a escola se classifica, os resultados são bastante realistas com a literatura, isto é, quanto menor o desempenho observado das escolas na Provinha Brasil 2013, mais importante é a condição socioeconômica dos alunos que pertencem a escola. Em outras palavras, o efeito da condição social é bem maior nos resultados para as escolas que compõem a parte da distribuição dos piores desempenhos. Em síntese, os resultados referentes às características socioeconômicas parecem refletir os aspectos inerentes ao esforço, uma vez que, quando as escolas atingem o nível superior, os fatores socioeconômicos já não interferem tanto no resultado.

Todavia, os resultados até então apresentados são referentes a todo o Brasil. Esse fato pode estar influenciando os resultados⁴, pois é prudente admitir que os determinantes dos resultados possam ter efeitos diferentes, conforme a região analisada. Diante disso, resolveu-se fazer um novo exercício somente para as escolas pertencentes à Região Nordeste e confrontar os resultados com outros diferentes cenários⁵.

Antes de apresentar os resultados referentes ao tratamento dos respectivos determinantes, faz-se um breve resumo sobre o comportamento dos dados. Primeiro, o desempenho médio das escolas Nordestinas é o pior entre todas as Regiões, embora, muito semelhante ao observado no Norte do país. Em números, as escolas Nordestinas obtiveram uma nota média de 226,89 pontos. Esse valor representa a média das notas da Provinha Brasil referente aos conteúdos de matemática e de português.

Em média, as escolas do Nordeste tiveram um desempenho 5,36% menor do que a média nacional. Esse abismo no desempenho se torna mais contundente, quando se confronta apenas com a Região Sudeste que obteve uma média de 248,19 pontos, ou seja, as escolas do Sudeste superaram, em média, as do Nordeste em 9,38%. Quando confrontado com as regiões Sul e Centro-Oeste, os resultados são bastante semelhantes. Em relação à Região Norte, a diferença é bem mais modesta, entretanto, as escolas Nordestinas em média obtiveram um resultado 1,34% inferior ao obtido pelas escolas dessa região.

De uma forma geral, as estimações referentes à Região Nordeste se modificam consideravelmente, embora alguns padrões sejam semelhantes ao observado para todo Brasil. De acordo com os resultados expostos no Quadro 5, o efeito da característica internet banda larga se situa entre 0,014 a 0,020, respectivamente, da parte superior para inferior da

4 Ao estimar os resultados controlando por regiões se verificou que o efeito observado variou. Diante desses resultados, justifica-se a estratégia adotada.

5 Destaca-se que as estimações foram feitas para as demais regiões.

distribuição. Todavia, percebe-se que essa característica tem um peso 50% menor no resultado – quantil médio da distribuição – obtido pelas escolas do que ao mensurado para todo país.

Quadro 5 - Efeito Tratamento Médio Quantílico – Nordeste

Variáveis Tecnológicas	Quantil		
	0.10	0.50	0.90
Biblioteca	0.013	0.013	0.013
Datashow	0.023	0.025	0.019
Internet Banda Larga	0.020	0.017	0.014
Lab. Ciências	0.021	0.016	0.013
Lab. Informática	0.027	0.022	0.022
PC – Administrativo	0.036	0.031	0.018
PC – Alunos	0.026	0.024	0.022
PC – Professores	0.027	0.024	0.017
Variáveis de Controle Socioeconômico	0.014	0.012	0.009
Xerox	0.021	0.018	0.014

Fonte: Dados da pesquisa.

Outro resultado interessante se refere ao comportamento desse efeito dentro da distribuição, isto é, o efeito é decrescente dentro de toda a distribuição. Em outras palavras, quão pior o resultado da escola na Provinha Brasil 2013, maior a importância do acesso à internet banda larga para seus alunos.

O mesmo ocorre para variáveis referentes à disponibilidade de computadores para alunos/professores. O efeito dessas variáveis se situa em 0,024 para escolas localizadas no desempenho médio observado da distribuição. De forma semelhante, esses efeitos diminuem conforme as escolas vão melhorando seu desempenho, sendo o valor médio apurado aproximadamente 42,5% inferior ao observado em todo país.

No que se refere aos computadores para o setor administrativo, essa característica continua exibindo o maior efeito tratamento médio. A influência desse recurso varia, respectivamente, de 0,036 a 0,018 das piores para melhores escolas ranqueadas. Quanto à utilização de aulas com Datashow, os resultados apontam uma influência de 0,023 nas escolas com menor desempenho e de 0,019 naquelas situadas entre as 10% melhores colocadas. Entretanto, esse efeito atinge o pico de 0,025 nas escolas com desempenho médio. De forma semelhante, o acesso a Xerox exibe uma influência decrescente, isto é, apurou-se um tratamento variando entre

0,021 a 0,014. Esses resultados são embasados pela teoria da produção, isto é, quanto maior a produtividade – desempenho – menor a influência dos insumos produtivos.

Referente aos laboratórios, esse fenômeno se repete. Observa-se que o laboratório de ciências apresenta uma tendência similar ao verificado para todo o Brasil, em que o efeito desse atributo para as escolas que obtiveram as piores médias no exame é 30% inferior ao observado em todo o país. Por sua vez, esse número se eleva para 31,5%, quando se comparam as escolas com melhores desempenhos. No que diz respeito ao acesso ao laboratório de informática, a influência dessa característica varia de forma mais amena, ou seja, as escolas com piores desempenhos apresentam um efeito de tratamento médio de 0,027 contra 0,022 ao observado nas escolas com melhores desempenhos. Contudo, esse efeito varia somente até a escola atingir o desempenho médio, uma vez que, a partir desse ponto, esse efeito é constante.

No que se refere à escola ofertar biblioteca para a comunidade escolar, os resultados se mostram bem interessantes, isto é, apurou-se uma influência de 0,013 para todas as 18.147 escolas Nordestinas analisadas. No tocante à condição socioeconômica, o padrão realista se repete, pois o efeito se mostrou maior nas escolas que apresentaram os piores resultados.

Em geral, verifica-se que os instrumentos tecnológicos utilizados nas escolas brasileiras, nomeadamente, nas escolas públicas, exercem maior influência nas escolas que apresentam os piores desempenhos médios. Essa caracterização permite concluir que quanto pior o nível educacional de uma determinada instituição de ensino, maior será a influência do uso de tecnologias.

3.3 Decomposição do efeito tratamento

Conforme exposto no Quadro 6, a decomposição proposta mostra que os fatores não observáveis – resíduos – não apresentaram influência significativa nos resultados obtidos pelas instituições educacionais. Por outro lado, a componente preço – retorno – se mostra bastante significativa para explicar a desigualdade de desempenho observada nas escolas brasileiras. Especificamente, percebe-se que o retorno da condição socioeconômica responde por 63,4% do resultado obtido.

Quadro 6 - Efeito Tratamento Decomposto

Variáveis tecnológicas	Diferença (Observado)	Características (Quantidades)	Coefficientes (Preços)	Resíduos (Não-observado)
Quantil 0.50				
Biblioteca	-0.034	-0.024	-0.010	0.000
	100%	70.6%	29.4%	0%
Condição Socioeconômica	-0.071	-0.026	-0.045	0.000
	100%	36.6%	63.4%	0%
Datashow	-0.059	-0.050	-0.008	-0.001
	100%	84.7%	13.6%	1.7%

Continua...

Variáveis tecnológicas	Diferença (Observado)	Características (Quantidades)	Coefficientes (Preços)	Resíduos (Não-observado)
Internet Banda Larga	-0.045	-0.036	-0.009	0.000
	100%	80%	20%	0%
Lab. Ciências	-0.034	-0.029	-0.006	0.001
	100%	85.2%	17.6%	-2.8%
Lab. Informática	-0.042	-0.040	-0.004	0.002
	100%	95.2%	9.5%	-4.7%
PC - Administrativo	-0.059	-0.055	-0.004	0.000
	100%	93.2%	6.8%	0%
PC - Alunos	-0.041	-0.041	0.000	0.000
	100%	100%	0%	0%
PC - Professores	-0.033	-0.033	-0.000	0.000
	100%	100%	0%	0%
Xerox	-0.031	-0.033	0.002	0.000
	100%	106.5%	-6.5%	0%

Fonte: Dados da pesquisa.

Outro atributo que apresenta um expressivo retorno educacional é a oferta da biblioteca, isto é, esse fator responde por 29,4% do resultado obtido pelas escolas brasileiras. Porém, as componentes observáveis representam o maior papel nesse processo. Em geral, a quantidade a qual estão relacionadas às características observáveis das escolas responde, no mínimo, por 70%, exceto para condição socioeconômica, que impacta em 36,6% do desempenho alcançado no teste.

Cabe destacar que a resposta exercida por fatores como computadores para alunos e professores responde por 100% do resultado observado, isto é, somente há efeito observável sobre o desempenho educacional.

4 Conclusão

Este estudo buscou promover uma investigação relacionando a tecnologia *versus* o desempenho observado das escolas na Provinha Brasil 2013. A priori foi utilizado o método MQO, a fim de estabelecer níveis de correlações. Em seguida, utilizou-se o modelo de Inferências em Distribuições Contrafatuais – IDC –, a fim de apurar o papel das principais características representativas da tecnologia no ambiente escolar.

Os resultados apurados apontaram um efeito significativo desses fatores no desempenho educacional obtido, porém, em geral, se observou que esse efeito decresce à medida que a escola se desenvolve, ou seja, em escola com baixo desempenho, esses fatores exercem uma influência mais significativa nos alunos.

Adicionalmente, verificou-se que na Região Nordeste o papel dessas ferramentas tecnológicas cai pela metade ao que foi observado para todo Brasil. Porém, o efeito apurado no Nordeste somente é menor ao observado nas escolas da Região Norte. As influências menos expressivas são observadas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Por fim, realizou-se a decomposição do efeito de tratamento em três componentes: quantidades, preços e fatores não observados. A principal característica indicada pelos resultados é que os fatores

não observados não têm participação significativa sobre os resultados educacionais obtidos. Além disso, constatou-se que as quantidades, isto é, as características observáveis são os principais determinantes dos resultados. Embora, especificamente na condição socioeconômica, os retornos – preço – exerçam uma maior influência.

Diante disso, surge um importante questionamento: quais fatores causam a menor participação da tecnologia nos resultados das escolas Nordestinas? Pois, conforme apurado, essas escolas foram as que apresentaram os piores desempenhos médios. E, portanto, deveriam exibir o maior efeito observado dessas características, segundo o padrão observado em todos os resultados. Nesse sentido, espera-se que este estudo contribua para desenvolvimento de novas pesquisas sobre o tema em questão, uma vez que surgiram importantes questões a responder.

Referências

- ALMEIDA, M.E.B.D.; MOREIRA DA SILVA, M.D.G. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Rev. E-curriculum*, v.7, n.1, p. 1-19, 2011.
- ANDRÉ, M. Formação de professores: a constituição de um campo de estudos. *Educação*, v.33, n.3, p.174-181, 2010.
- BALANSKAT, A.; BLAMIRE, R.; KEFALA, S. The ICT impact report. *European Schoolnet*, n.1, p.1-71, 2006.
- BAUMAN, Z. *The individualized society*. Cambridge: Polity Cambridge, 2001.
- BUCKINGHAM, D. Aprendizagem e cultura digital. *Rev. Pátio*, v.9, n.44, p.1-5, 2008.
- CHERNOZHUKOV, V.; FERNÁNDEZ VAL, I.; MELLY, B. Inference on counterfactual distributions. *Econometrica*, v.81, n.6, p.2205-2268, 2013.
- FOGUEL, M.N.; AZEVEDO, J.P. Uma Decomposição da Desigualdade de Rendimentos do Trabalho no Brasil: 1995-2005. In: BARROS, R.P.; FOGUEL, M.; ULYSSEA, G. *Desigualdade de renda no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 2007. p.343-364.
- JUHN, C.; MURPHY, K. M.; PIERCE, B. Wage inequality and the rise in returns to skill. *J. Political Economy*, v.101, n.3, p.410-

442, 1993.

LIMA JÚNIOR, A. S. A escola no contexto das tecnologias de comunicação e Informação: do dialético ao virtual. Salvador. EDUNEB. 2007.

MORAN, J.M. A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá. São Paulo: Papirus, 2007.

OLIVEIRA. F.B. Tecnologia da informação e comunicação: a busca de uma visão ampla e estruturada. São Paulo: Pearson, 2007.

ROCHA, S.S.D. O uso do computador na educação: a informática educativa. *Rev. Espaço Acadêmico*, v.85, p.1-6, 2008.

RODRIGUES, N. Por uma nova escola: o transitório e o permanente na educação. São Paulo: Cortez, 2000.

SCHMIDT, W.H. et al. The role of schooling in perpetuating educational inequality: An international perspective. *Educ. Res.*, v.44, n.7, p.371-386, 2015.

VALENTE, J.A. Informática na Educação do Brasil: análise e contextualização histórica. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, 1999.

VALENTE, J.A.; DE ALMEIDA, F.J. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. *Braz. J. Comp. Educ.*, v.1, n.1, p.45-60, 1997.