

Explorando os efeitos da disponibilidade das tecnologias da informação e comunicação nos resultados do Enem

Cláudio Gomes^{I, II}

Adriana Backx Noronha Viana^{III, IV}

<https://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i263.4731>

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo investigar a associação entre a disponibilidade das tecnologias da informação e comunicação (TICs) e o desempenho escolar mensurado pela nota do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Por meio da regressão linear, foi testado um modelo que, de um lado, relaciona a disponibilidade desses recursos, tanto na escola como na residência dos estudantes, com a nota do Enem por escola e, de outro, controla os efeitos do nível socioeconômico dos alunos e das características das unidades escolares. Os dados foram coletados no sítio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) e a amostra contou com 9.228 escolas públicas brasileiras cujos alunos participaram da prova do Enem 2015. Os resultados obtidos evidenciaram uma associação positiva e significativa entre a disponibilidade de computadores (nas escolas e na residência dos estudantes) e de telefone celular (na residência dos estudantes) e a nota do Enem por escola.

Palavras-chave: acesso à tecnologia; Exame Nacional do Ensino Médio; tecnologia educacional; utilização do computador.

^I Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <claudio.gomes@usp.br>; <<https://orcid.org/0000-0002-9620-7262>>.

^{II} Mestre em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, São Paulo, Brasil.

^{III} Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <backx@usp.br>; <<https://orcid.org/0000-0001-7727-0656>>.

^{IV} Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, São Paulo, Brasil.

Abstract

Exploring the availability of information and communication technologies effects on Enem results

This research aims to investigate the association between the availability of information and communication technologies (ICTs) and school performance measured by the National High School Exam (Enem) score. Through linear regression, a model was tested that, on the one hand, relates the availability of these resources, both at school and at the students' homes, with the Enem score per school and, on the other hand, controls the effects of the socioeconomic level of the students and the characteristics of school units. The study data were collected on the website of the National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira (Inep) and the sample included 9.228 Brazilian public schools whose students participated in the Enem 2015 test. The results showed a positive and significant association between the availability of computers (in schools and student homes) and cellphones (in student homes) and the Enem score by school.

Keywords: access to technology; computer use; educational technology; National High School Exam.

Resumen

Explorando los efectos de la disponibilidad de las tecnologías de la información y comunicación en los resultados del Enem

Esta investigación tiene como objetivo investigar la asociación entre la disponibilidad de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y el rendimiento escolar medido por la nota del Examen Nacional de Educación Secundaria (Enem). Mediante regresión lineal, se probó un modelo que, por un lado, relaciona la disponibilidad de estos recursos, tanto en la escuela como en el hogar de los estudiantes, con la nota del Enem por escuela y, por otro lado, controla los efectos del nivel socioeconómico de los estudiantes y de las características de las unidades escolares. Los datos del estudio fueron recolectados en el sitio web del Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira (Inep) y la muestra incluyó a 9.228 escuelas públicas brasileñas cuyos alumnos participaron en la prueba del Enem 2015. Los resultados obtenidos mostraron una asociación positiva y significativa entre la disponibilidad de computadoras (en las escuelas y en el hogar de los estudiantes) y de teléfonos celulares (en el hogar de los estudiantes) y la nota del Enem por escuela.

Palabras clave: acceso a la tecnología; Examen Nacional de Educación Secundaria; tecnología educativa; uso de computadora.

Introdução

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) são “ferramentas eficazes para melhorar o processo de ensino-aprendizagem” (Kundu; Bej; Dey, 2020, p. 214). Ademais, elas “assumem importante papel como apoio pedagógico para auxiliar na melhoria da estrutura básica da educação” (Albino; Souza, 2016, p. 102). Assim, as TICs conquistaram um papel significativo entre as prioridades da educação na atualidade (Alderete; Di Meglio; Formichella, 2017; Ferraro, 2018; Steffens, 2014). Essas tecnologias são relevantes no processo de ensino-aprendizagem não apenas por seu indiscutível *status* como o principal meio de acesso à informação, mas também por sua função na mudança da maneira de ensinar e de aprender nas sociedades complexas e interconectadas dos dias de hoje (Román; Murillo, 2014). Essa percepção é compartilhada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), que observa que as TICs agregam valor aos processos de aprendizagem e à organização e gestão das instituições de ensino (Ferraro, 2018).

Nos anos 2000, vários países europeus fizeram investimentos para promover o uso das TICs na educação (Steffens, 2014). Na América Latina, os governos têm feito investimentos para prover computadores, softwares educativos e acesso à internet para as escolas públicas nas últimas décadas (Román; Murillo, 2014) com o objetivo de reduzir a exclusão digital e os impactos que ela gera no desenvolvimento das sociedades dos países dessa região (Muñoz; Ortega, 2015). Entre esses programas estão “Una Laptop por Chico”, no Peru (Alderete; Di Meglio; Formichella, 2017) e na Costa Rica (Meza-Cordero, 2017); “Computadoras para Educar” e “Agenda de Conectividad”, na Colômbia (Castro Aristizábal; Castillo Caicedo; Escandón Barbosa, 2012); “Plan de Tecnologías para una Educación de Calidad”, no Chile (Muñoz; Ortega, 2015); “Um computador por aluno” (Souza; Teixeira; Carminati, 2015) e “Banda larga nas escolas” (Silveira Bonilla, 2010), no Brasil.

Existem inúmeros estudos empíricos que investigam as TICs e o desempenho escolar. No entanto, não há consenso sobre o efeito causal desses recursos no desempenho educacional. Alderete, Di Meglio e Formichella (2017), Ferraro (2018), Castro Aristizábal, Castillo Caicedo e Escandón Barbosa (2012) exploraram a associação entre a disponibilidade das TICs na escola e na residência e o desempenho escolar na Colômbia, revelando que esses recursos contribuíram positivamente para o rendimento dos alunos. Román e Murillo (2014) estudando vários países latino-americanos também encontraram resultados positivos das TICs no desempenho escolar, sendo o efeito dessas tecnologias na escola maior do que na residência dos estudantes. Em contrapartida, Cordero Ferrera, Manchón López e García Valiñas (2011) e Meza-Cordero (2017) não encontraram evidências de que a disponibilidade de computadores nas escolas tenha influência nos resultados do teste *Programme for International Student Assessment* (Pisa).

No Brasil, as pesquisas realizadas obtiveram resultados divergentes. O trabalho de Sprietsma (2012), que investigou o efeito da disponibilidade e do uso das TICs na escola no desempenho acadêmico dos alunos, revelou uma associação negativa com o desempenho nos testes de Matemática e Leitura do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). De maneira similar, Firpo e Pieri (2012) verificaram uma relação negativa entre o desempenho de alunos da 4ª e da 8ª série do ensino fundamental e a participação ou não de sua escola no Programa Tonomundo, que equipou as escolas participantes com laboratórios de informática com computadores e acesso à internet e treinou os professores para o uso desses equipamentos. Kubota, Silva e Demoliner (2013), em seu estudo sobre a influência das TICs disponíveis na escola nas notas do Saeb e do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), observaram uma correlação positiva entre as TICs na escola e o desempenho dos alunos descrita no Quadro 1. Na mesma linha, Löbner *et al.* (2010, p. 80), em seu trabalho que adotou uma abordagem mista, empregando um *survey* com alunos do ensino médio e entrevistas com os diretores das escolas em uma cidade de médio porte no Rio Grande do Sul onde estudavam esses alunos, sobre o impacto do acesso e do uso das TICs na escola nos resultados do Enem, concluíram que as TICs “têm forte impacto sobre a educação, especificamente a do ensino médio, refletindo no desempenho dos alunos, o que pode ser mensurado e visualizado através da performance destes no Enem”.

Assim, diante dos resultados divergentes dos estudos empíricos anteriores, tem-se como questão de pesquisa: Quais os efeitos da disponibilidade das TICs nas escolas e na residência dos estudantes no seu desempenho acadêmico medido pelo desempenho médio do Enem por escola? Este estudo, tomando como referência alunos de escolas públicas que participaram da prova do Enem, investiga se a disponibilidade das TICs, tanto nas unidades escolares como nas residências, tem relação com o desempenho escolar dos alunos, medido por intermédio da nota média do Enem por escola. Dessa forma, este artigo visa contribuir com o debate sobre a influência das TICs no desempenho escolar.

Tecnologias da informação e comunicação (TICs)

As TICs correspondem a todos os recursos tecnológicos envolvidos nos processos informacionais e de comunicação, que incluem desde rádio e televisão até as novas tecnologias digitais, como computadores e internet (Asli *et al.*, 2012). Essas tecnologias estão em toda parte e afetam a maioria das atividades humanas, transformando as maneiras de se comunicar, trabalhar e aprender (Marques; Jesus, 2012).

Acerca de seu uso na educação, quando utilizadas apropriadamente, essas tecnologias podem promover o acesso à educação e melhorar a qualidade do ensino por meio de aprendizagem ativa e conectada à vida real (Asli *et al.*, 2012). Pérez Alcalá, Ortiz Ortiz e Flores Briseño (2015) argumentam que o uso das TICs na educação “tem promovido novas

estratégias e, portanto, novos papéis para alunos e professores, modificando suas formas de comunicação e interação na relação educacional” (p. 195). Para Albino e Souza (2016), essas tecnologias atuam como ferramenta de aprendizagem a qualquer hora dentro e fora da sala de aula de forma continuada (aprendizagem ubíqua); possibilitam a formação de comunidades de colaboração entre estudantes e docentes; ampliam as oportunidades de atualização pedagógica dos professores; e possibilitam a criação de novos canais de comunicação entre escolas, professores e pais.

Apesar de a incorporação dessas tecnologias no campo da educação ter sido lenta (Castillo, 2008), existem estudos que sustentam sua importância (Roman; Murillo, 2014; Alderete; Formichella, 2016). De modo que, segundo Castilho (2008, p. 171), “já não se debate mais sobre sua necessidade, mas sim as vantagens que a sua utilização oferece”.

A inclusão das TICs no processo de ensino-aprendizagem requer que certos pré-requisitos sejam cumpridos, entre eles o acesso a essas tecnologias (Martínez Sánchez, 2003). Entretanto, ainda que o acesso às TICs represente um pré-requisito para o seu uso, o aproveitamento desses recursos pelos estudantes não depende apenas das oportunidades de acesso, mas também do tipo de atividade desenvolvida por meio dessas tecnologias. Dessa forma, pode-se falar em dois tipos de exclusão digital: a primeira, referente ao acesso, e uma segunda, relacionada à diferença no uso e à capacidade de tirar benefícios delas (Alderete; Formichella, 2016).

No tocante às TICs na educação, existe um interesse crescente em investigar a influência do telefone celular no desempenho escolar (Kates; Wu; Coryn, 2018). Parte dos estudos foca as possíveis distrações dos alunos causadas por seu uso em classe. A revisão de literatura de Chen e Yan (2016) apontou que a desatenção causada pelo celular em sala de aula prejudica o aprendizado. Lopes e Pimenta (2017), em uma revisão de literatura sobre seu uso em classe, concluem que ele tanto produz benefícios como cria desafios para o processo de ensino.

Em contraste com a quantidade de pesquisas sobre os efeitos da internet, muito menos estudos existem sobre o celular e o seu impacto na educação (Kates; Wu; Coryn, 2018). Grossi e Fernandes (2014), em um estudo qualitativo sobre o celular como recurso de aprendizagem, concluíram que suas diversas funções podem ser usadas no ensino: o bloco de notas para anotações de atividades realizadas em aula, o gravador de voz para registrar instruções dadas pelo professor e o serviço de mensagens para aviso de atividade, entre outras.

Desempenho escolar

A medida pelo desempenho em testes padronizados tem uma forte correlação com o crescimento econômico dos países (Cordero-Ferrera; Pedraja Chaparro; Salinas Jiménez, 2008). Essa associação é explicada pela Teoria do Capital Humano, que afirma que investimentos em saúde e educação podem melhorar as competências e habilidades das pessoas,

tornando-as mais produtivas, o que aumenta seus salários e influencia o progresso econômico e as taxas de crescimento dos países (Viana; Lima, 2010).

O desempenho escolar tem sido medido de diferentes maneiras, seja por meio de notas, do número de reprovações de um estudante, do número de anos de estudo até uma determinada idade e de resultados em testes padronizados (Mahendra; Marin, 2015). Em geral, os resultados dos estudantes em testes padronizados são usados como medida do resultado do processo educacional (Hanushek, 1979). Segundo Alderete e Formichella (2016, p. 223), “o desempenho dos estudantes é determinado por vários fatores exógenos e endógenos que interagem entre si e envolvem ambientes sociais, familiares e escolares”. Alderete, Di Meglio e Formichella (2017), na investigação que realizaram sobre a associação entre as TICs e o desempenho escolar, utilizaram como embasamento uma função de produção educativa definida por Levin (1974) apresentada na Equação 1, a qual relaciona diversos recursos que afetam a aprendizagem com o resultado educacional obtido.

$$D = f [F, S, P, O, I] \quad (1)$$

Em que:

- D: desempenho escolar, em geral, mensurado por escores em um ou mais testes padronizados;
- F: características familiares (*status* socioeconômico e estrutura familiar);
- S: recursos escolares (qualidade dos professores, instalações e currículo, entre outros);
- P: características socioeconômicas do ambiente do estudante;
- O: outras influências externas que representam efeitos residuais da comunidade e outras influências educacionais;
- I: aptidão dos estudantes, geralmente, omitida por falta de uma medida confiável.

Biagi e Loi (2013) apresentaram um modelo que relaciona o uso das TICs com o desempenho escolar. Esse modelo inclui entre os fatores determinantes do uso das TICs pelos alunos: os escolares (disponibilidade de TICs nas escolas, proporção aluno-professor, atitude de professores em relação às TICs, entre outros) e os familiares (nível socioeconômico e educacional dos pais e estrutura familiar).

Quanto aos fatores familiares, em sua revisão sistemática da literatura, Mahendra e Marin (2015) concluíram que os estudos analisados mostraram a importância do ambiente familiar no desempenho escolar. Identificaram por meio de análise do conteúdo dos artigos examinados dimensões do ambiente familiar, entre elas as culturais e socioeconômicas. Ademais, o nível socioeconômico dos alunos é frequentemente associado ao seu desempenho escolar (Hanushek, 1997). Corroborando essa observação, Sirin (2005), em uma meta-análise sobre o nexo do nível socioeconômico

com o desempenho escolar, observou uma relação de média a forte entre ambos os aspectos. Esse pesquisador constatou, ainda, que a renda e a educação dos pais são a forma mais comum de operacionalizar o fator nível socioeconômico familiar.

Outro aspecto correlacionado com o rendimento escolar apontado na literatura é a formação do professor. Alves (2008) nota que a formação docente apresenta impacto positivo no desempenho escolar. Concordando com essa observação, Carmo et al. (2014) concluem que a adequação entre a formação docente e a disciplina ensinada tem efeito positivo no rendimento escolar. A centralidade do docente em uma educação de qualidade é destacada por Setúbal (2010, p. 363): “para que o desempenho escolar de nossos alunos alcance melhores resultados, são necessários professores bons, competentes, comprometidos e apoiados pedagogicamente [...]”.

O Quadro 1 exhibe pesquisas que examinaram o impacto das TICs no desempenho escolar.

Quadro 1 - Estudos examinando os efeitos das TICs no desempenho escolar

(continua)

Autores	Desempenho escolar	País do estudo	Determinantes	Efeito no desempenho escolar
Alderete e Formichella (2016)	Resultados do teste Pisa de Matemática de 2012.	Argentina	Nível socioeconômico da família e educacional dos pais, informações dos estudantes e das escolas, TICs na escola (disponibilidade) e TICs na residência (disponibilidade).	(+) Computador escola. (+) Computador residência. (+) Internet residência.
Alderete, Di Meglio e Formichella (2017)	Resultados do teste Pisa de 2012.	Espanha	Nível socioeconômico da família e educacional da mãe, informações dos estudantes e das escolas, TICs na escola e na residência (uso e disponibilidade).	(-) TICs escola. (-) Uso de TICs escola. (+) TICs residência. (-) Uso de TICs residência.
Castro Aristizábal, Castillo Caicedo, Escandón Barbosa (2012)	Resultados do teste Pisa de 2006 e 2009.	Colômbia	Nível socioeconômico da família e educacional dos pais, TICs na escola e na residência.	(+) Computador escola. (+) Computador residência. (+) Internet residência.

Quadro 1 - Estudos examinando os efeitos das TICs no desempenho escolar

(conclusão)

Autores	Desempenho escolar	País do estudo	Determinantes	Efeito no desempenho escolar
Kubota, Silva e Demoliner (2013)	Notas do Saeb e do Enem de 2011.	Brasil	TICs na escola (uso na prática pedagógica, disponibilidade de computador e disponibilidade de internet).	(+) Uso de computador escola. (+) Computador escola. (+) Internet escola.
Muñoz e Ortega (2015)	Notas do Simce (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) de Lenguagem e Matemática.	Chile	Nível socioeconômico da família e educacional dos pais, informações dos estudantes, TICs na escola e na residência.	(+) Computador residência. (-) Internet residência. (ns) Computador escola. (ns) Banda larga escola.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: a) Indicador de uso das TICs para estudar ou para fazer tarefas, disponível na base de dados do teste Pisa; (ns) não significativo.

Os estudos sistematizados no Quadro 1 foram usados para fundamentar a discussão dos achados desta investigação.

Método da pesquisa

A seguir, são descritos os métodos de coleta, tratamento e análise dos dados da pesquisa e os procedimentos de busca de artigos para a revisão da literatura. Tanto o tratamento como a análise dos dados foram efetuados por meio de software.

Revisão da literatura

A pesquisa bibliográfica foi efetuada a partir das seguintes buscas por artigos revisados por pares: na base *Scielo*, por estudos cujo título atendia o critério de pesquisa ("desempenho escolar" Ou "desempenho acadêmico" Ou "desempenho educacional") e (TIC Ou "tecnologias da informação e comunicação" Ou computador Ou internet Ou celular); na base *Web of Science*, por estudos cujo título atendia o critério de pesquisa ("educational performance" Ou "academic performance" Ou "school performance" Ou "educational achievement") e (ICT Ou "information and communication technology" Ou computer Ou internet Ou cellular Ou mobile); e no sítio *Google*

Scholar, por estudos que continham os termos (“*educational performance*” Ou “*academic performance*” Ou “*school performance*” Ou “*educational achievement*”) e (ICT Ou “*information and communication technology*”). Em seguida, foi feita a triagem dos resultados das buscas por meio da leitura do título e do resumo. Além disso, foram incluídos alguns artigos que constavam das referências de estudos selecionados no processo de triagem.

Coleta e tratamento dos dados

A pesquisa utiliza dados secundários coletados no *site* do Inep:

- “Enem por escola 2005 a 2015” (Brasil. Inep, 2018): resultados do Enem de escolas que possuem pelo menos dez alunos concluintes do ensino médio e que tiveram pelo menos 50% de participação desses alunos nessa prova. Essa informação foi divulgada até 2015.
- “Censo Escolar 2015” (Brasil. Inep, 2015a): informações das TICs nas escolas (número de computadores para uso dos alunos, acesso à internet e à banda larga).
- “Enem 2015” (Brasil. Inep, 2015b): dados sobre cada participante do Enem, incluindo informações sobre disponibilidade das TICs na residência do participante (computador, telefone celular e acesso à internet), renda familiar e nível de escolaridade dos pais.

O Quadro 2 apresenta as variáveis utilizadas na pesquisa.

Quadro 2 – Resumo das variáveis

(continua)

Variável	Tipo	Descrição	Autor(es)	Fonte de dados
ENEM	Dep.	Média aritmética das notas das provas do Enem por escola.	Zanchettin (2018)	Enem por escola
TXPA	Contr.	A taxa de participação é a razão entre o total de alunos da escola, que tenham participado do Enem, e o número de matriculados nos anos finais do ensino médio da escola.	Zanchettin (2018)	
FDOC	Contr.	Adequação da formação docente é a proporção de professores de cada unidade escolar que lecionam no ensino médio e possuem formação adequada à disciplina ministrada.	Carmo <i>et al.</i> (2015); Zanchettin (2018)	

Quadro 2 – Resumo das variáveis

(continuação)

Variável	Tipo	Descrição	Autor(es)	Fonte de dados
TXPE	Contr.	Permanência na escola para o ensino médio é a porcentagem de participantes que cursaram todo o ensino médio na escola.	Brasil (2015d)	Enem por escola
TXAB	Contr.	Taxa de abandono dos alunos no ensino médio.	Zanchettin (2018)	
INSE	Contr.	Nível socioeconômico das escolas ^(a) .	Brasil (2015c); Zanchettin (2018)	
PEEM	Contr.	Porcentagem dos pais dos alunos ⁽ⁱ⁾ cujo maior nível de escolaridade atingido é o ensino médio completo. Calculada a partir das respostas às questões Q001 ^(b) e Q002 ^(c) .	Muñoz e Ortega (2015)	Enem 2015
PEES	Contr.	Porcentagem dos pais dos alunos ⁽ⁱ⁾ cujo maior nível de escolaridade atingido é o ensino superior completo. Calculada a partir das respostas às questões Q001 ^(b) e Q002 ^(c) .	Muñoz e Ortega (2015)	
RMED	Contr.	Renda média do domicílio dos alunos ⁽ⁱ⁾ . Calculada a partir da resposta à questão Q006 ^(d) .	Blanden e Gregg (2004); O'Connell (2019)	
RURD	Contr.	<i>Dummy</i> de escola rural: rural (1), urbana (0).	Brasil (2019b)	
COMC	Ind.	Porcentagem dos alunos ⁽ⁱ⁾ que possuem computador em casa. Calculada a partir da resposta à questão Q024 ^(e) .	Muñoz e Ortega (2015); Alderete e Formichella (2016)	
INTC	Ind.	Porcentagem dos alunos ⁽ⁱ⁾ que possuem acesso à internet em casa. Calculada a partir da resposta à questão Q025 ^(f) .	Alderete e Formichella (2016)	

Quadro 2 – Resumo das variáveis

(conclusão)

Variável	Tipo	Descrição	Autor(es)	Fonte de dados
CELC	Ind.	Porcentagem dos alunos ⁽ⁱ⁾ que possuem telefone celular em casa. Calculada a partir da resposta à questão Q022 ^(g) .	Sung, Chang e Liu (2016)	Enem 2015
INTE	Ind.	Disponibilidade de internet na escola: disponível (1), não disponível (0).	Kubota, Silva e Demoliner (2013)	Censo Escolar 2015
BLGE	Ind.	Disponibilidade de banda larga na escola: disponível (1), não disponível (0).	Kubota, Silva e Demoliner (2013)	
COME	Ind.	Razão entre o número de computadores para uso dos alunos e o de matrículas da escola ^(h) .	Kubota, Silva e Demoliner (2013); Muñoz e Ortega (2015); Alderete e Formichella (2016)	

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil. Inep (2015a, 2015b, 2018).

Nota: ^(a) Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas é um constructo latente que sintetiza, de maneira unidimensional, várias informações relacionadas com a renda familiar e a escolaridade dos pais. ^(b) Até que série seu pai, ou o homem responsável por você, estudou? ^(c) Até que série sua mãe, ou a mulher responsável por você, estudou? ^(d) Qual é a renda mensal de sua família? ^(e) Na sua residência tem computador? ^(f) Na sua residência tem acesso à internet? ^(g) Na sua residência tem telefone celular? ^(h) O número de matrículas de cada escola foi obtido por meio da totalização por escola do número de alunos que está disponível na tabela “Turmas” do Censo escolar. ⁽ⁱ⁾ Participantes no Enem da escola.

As variáveis derivadas dos dados do “Enem 2015” foram totalizadas por escola. Além disso, a fim de selecionar apenas os participantes do Enem 2015 que finalizariam o ensino médio nesse ano, os dados dessa fonte foram filtrados por meio da questão Q046 - “Você já concluiu ou está concluindo o ensino médio?”. Com relação aos campos Q022, Q024 e Q025 dessa coleção de dados, realizou-se a mudança do tipo da variável, de alfanumérico para binário (0: não possui o recurso e 1: possui um ou mais recursos), e, em seguida, os dados foram consolidados por escola, por meio do cálculo da porcentagem de alunos participantes do Enem que possuem cada uma das TICs (Q022-celular, Q024-computador e Q025-internet) na sua residência. No que diz respeito aos campos Q001 e Q002, relativos ao nível educacional dos pais, realizou-se a mudança do tipo dessas variáveis, de alfanumérico para numérico (número de pais que tenham completado o ensino médio, mas não a faculdade, e número de pais que tenham completado a faculdade, mas não a pós-graduação), e, depois, esses dados foram consolidados por escola, produzindo duas variáveis que medem a

porcentagem dos alunos participantes do Enem, de acordo com o maior nível de escolaridade atingido pelos pais (ensino médio completo e ensino superior completo). Finalmente, com relação ao campo Q006 (renda familiar), foi realizada a mudança dessa variável do tipo alfanumérico para o valor médio do intervalo de renda e foi efetuado o cálculo da renda média das famílias dos alunos participantes do Enem por escola.

Após a junção dos três conjuntos de dados, empreendida por meio do código identificador da escola e da seleção das escolas públicas, o conjunto resultante totalizou 9.228 registros, que representam as escolas públicas que possuem pelo menos dez alunos concluintes do ensino médio e cuja participação na prova do Enem 2015 foi maior ou igual a 50%.

Método de análise dos dados

Inicialmente, foi feito o exame de estatísticas descritivas e, na sequência, realizada a verificação das correlações de Pearson entre as medidas para examinar se existe associação entre a variável dependente e as independentes e averiguar se existem correlações relevantes entre as variáveis independentes e as de controle.

Em seguida, foram executados os modelos de regressão linear pelo método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Para cada modelo, foram verificados os pressupostos do método por meio dos testes: Breusch-Pagan, para a homocedasticidade, Jarque-Bera, para a normalidade dos resíduos, e *Variance Inflation Factor* (VIF), para a multicolinearidade. Estimadores robustos devem ser usados caso a análise dos resíduos da regressão indique violação da premissa de homocedasticidade.

Inicialmente, foi examinado o modelo de controle composto somente pelas variáveis relacionadas com as características das escolas (TXPA, FDOC, TXPE, TXAB e RURD) e socioeconômicas dos estudantes (INSE, PEEM, PEES e RMED). Em seguida, testaram-se dois modelos que integram as variáveis relacionadas com as TICs na residência dos estudantes (COMC, INTC e CELC) e na escola (COME, INTE e BLGE), o primeiro sem a inclusão da variável RURD e o segundo com a sua inclusão. Finalmente, realizou-se a exclusão das variáveis que não exibem associação significativa (*p-value* > 0,01) com a variável dependente (ENEM) para elaborar o modelo que foi empregado para analisar a relação entre as variáveis independentes e a dependente, o que foi feito por meio do valor e da significância dos coeficientes de regressão padronizados das variáveis.

Resultados e discussões

Esta seção apresenta os resultados e as análises. A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das variáveis do estudo.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas (N = 9.228)

Variáveis	Mín.	Máx.	Média	Mediana	Desvio-padrão	Coefficiente de variação (CV)
ENEM	406,50	721,95	495,45	492,09	31,62	6,4%
TXPA	0,50	1,00	0,69	0,66	0,13	19,6%
FDOC	0,00	1,00	0,60	0,62	0,17	28,2%
TXPE	0,00	1,00	0,79	0,82	0,15	19,5%
TXAB	0,00	0,86	0,06	0,05	0,06	100,2%
INSE	1,00	6,00	3,04	3,00	1,04	34,1%
PEEM	0,00	0,83	0,27	0,27	0,12	44,6%
PEES	0,00	0,40	0,05	0,04	0,05	89,9%
RMED	185,41	9218,35	1620,47	1492,46	709,97	43,8%
COMC	0,00	1,00	0,98	0,99	0,06	6,6%
INTC	0,00	1,00	0,61	0,65	0,24	38,8%
CELC	0,00	1,00	0,65	0,70	0,23	35,1%
COME	0,00	7,88	0,04	0,03	0,10	230,2%
INTE	0,00	1,00	0,98	1,00	0,15	15,1%
BLGE	0,00	1,00	0,86	1,00	0,35	40,4%
RURD	0,00	1,00	0,05	0,00	0,23	417,4% ^a

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ^a) Variável *dummy* não contínua.

Pela análise da Tabela 1, percebe-se que a nota média do Enem por escola tem baixa variabilidade (6,4%), o que sinaliza que as escolas públicas da amostra tiveram um desempenho homogêneo na prova do Enem 2015. Com relação à presença das TICs na escola, observa-se que a média de computadores é de 4,0 para cada 100 alunos com grande dispersão (CV = 230%). Desse modo, essa variável contínua foi *winsorizada* nos percentis de 2,5% e 97,5%, a fim de mitigar os efeitos dos *outliers*. Além disso, a disponibilidade de acesso à internet é de 98% e a de banda larga é de 86%. Vale destacar que a heterogeneidade da disponibilidade de banda larga (CV = 40,4%) é maior que a disponibilidade de acesso à internet (CV = 15,1%). Acerca da presença das TICs na residência dos estudantes, a disponibilidade de computadores é bastante elevada, com valor médio de 98%, enquanto o acesso à internet e a disponibilidade de celular estão acima de 60%. Com relação às variáveis de controle, a formação docente indica que, em média, 60% dos professores possuem formação adequada à disciplina ministrada, com dispersão de 28,2%. Essa dispersão está em linha com os achados de Alves (2008). Esse autor observa que no Brasil existe grande variabilidade no nível de formação dos docentes, principalmente quando são consideradas na amostra escolas das diferentes regiões do País. No tocante ao nível de instrução, em média, 5% dos pais

possuem ensino superior completo, número que corresponde à metade do percentual de brasileiros com ensino superior completo ou equivalente, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) Contínua do 4º trimestre de 2015 (Instituto, 2019), que é de 10,6%; por outro lado, em média, 27% dos pais possuem ensino médio completo, valor superior ao percentual de brasileiros com ensino médio completo ou equivalente, segundo a Pnad Contínua do 4º trimestre de 2015 (IBGE, 2019), de 22,7%. Finalmente, nota-se que na amostra apenas 5% das escolas são rurais.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis empregadas no estudo. A nota média do Enem das escolas é significativamente correlacionada com todas as variáveis. Segundo a classificação de Pett, Lackey e Sullivan (2003), a correlação dessa variável com a variável RMED (0,71) é forte; com as variáveis CELC (0,63), PEES (0,63), INTC (0,60) e INSE (0,56) é moderada; com as variáveis PEEM (0,46), TXPA (0,44), FDOC (0,33) e TXAB (-0,31) é baixa; e com as demais variáveis é fraca. Além disso, existe uma correlação muito forte e significativa entre as variáveis independentes CELC e INTC (0,93) e uma correlação forte e significativa entre as variáveis CELC e INSE (0,80), CELC e RMED (0,72), INTC e INSE (0,78), INTC e RMED (0,71), e INSE e RMED (0,77). Esses valores demonstram que famílias com maior nível socioeconômico têm maior acesso às TICs (computadores, internet e celulares). Adicionalmente, esses resultados indicam potencial multicolinearidade entre essas variáveis, o que deve ser testado pelo coeficiente VIF.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação de Pearson (N = 9.228)

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ENEM (1)	1														
TXPA (2)	0,44**	1													
FDOC (3)	0,33**	0,05**	1												
TXPE (4)	0,15**	0,10**	-0,03**	1											
TXAB (5)	-0,31**	-0,28**	-0,06**	-0,15**	1										
INSE (6)	0,56**	0,04**	0,33**	0,01	-0,25**	1									
PEEM (7)	0,46**	0,15**	0,29**	-0,12**	-0,25**	0,54**	1								
PEES (8)	0,63**	0,30**	0,21**	0,01	-0,25**	0,49**	0,50**	1							
RMED (9)	0,71**	0,19**	0,29**	0,05**	-0,25**	0,77**	0,50**	0,69**	1						
COMC (10)	0,19**	-0,01	0,14**	0,00	-0,04**	0,27**	0,25**	0,13**	0,19**	1					
INTC (11)	0,60**	0,11**	0,34**	0,04**	-0,29**	0,78**	0,60**	0,46**	0,71**	0,30**	1				
CELC (12)	0,63**	0,11**	0,33**	0,08**	-0,31**	0,81**	0,58**	0,46**	0,72**	0,32**	0,93**	1			
COME (13)	0,27**	0,32**	-0,03**	0,22**	-0,16**	-0,01	-0,03**	0,16**	0,13**	-0,01	0,04**	0,09**	1		
INTE (14)	0,06**	0,02	0,05**	0,04**	-0,00	0,07**	0,04**	0,01	0,04**	0,04**	0,07**	0,08**	0,04**	1	
BLGE (15)	0,13**	0,01	0,09**	0,02*	-0,06**	0,18**	0,13**	0,08**	0,14**	0,07**	0,18**	0,19**	0,03**	0,38**	
RURD (16)	-0,07**	0,04**	-0,10**	0,07**	-0,04**	-0,12**	-0,16**	-0,08**	-0,08**	-0,15**	-0,15**	-0,11**	0,12**	-0,10**	-0,17**

Fonte: Elaboração própria.

Nota: *, ** indicam a significância no nível de 5% e 1%, respectivamente.

Com relação às premissas da regressão linear pelo método MQO, verificou-se que não foi satisfeito o pressuposto de homocedasticidade (p -value do teste Breusch-Pagan $< 0,001$), de modo que os resultados da regressão foram ajustados por meio de estimadores robustos. Com relação ao p -value do teste de Jarque-Bera ser menor que 0,001, ainda que ele indique que a premissa de normalidade dos resíduos também não foi atendida, é importante destacar que a violação desse pressuposto não tem efeitos relevantes nos resultados quando a amostra é grande, isto é, quando o número de observações por variável é maior do que 10 (Schmidt; Finan, 2018), caso desta pesquisa, que contém 9.228 observações (659 observações por variável preditora).

Na Tabela 3, são exibidos os resultados da regressão linear. O p -value do teste-F do Modelo 1, menor que 0,001, mostra que ele é estatisticamente significativo. Por meio da análise dos coeficientes, pode-se concluir que todas as variáveis de controle desse modelo, exceto RURD, são significativamente relacionadas com a nota média do Enem por escola (p -value $< 0,001$). A comparação dos resultados dos Modelos 2a e 2b indica que a inclusão da variável RURD não impacta os resultados. O p -value do teste F dos Modelos 2a e 2b, menor que 0,001, também indica que eles são estatisticamente significativos; entretanto, os valores máximos dos indicadores VIF evidenciam multicolinearidade, como foi sinalizado nas análises dos coeficientes de correlação. Os valores do indicador VIF devem ser inferiores a 5, a fim de descartar a existência de multicolinearidade (Fávero *et al.*, 2009). Além disso, as variáveis TXAB, INTC, INTE e BLGE e RURD não são significativamente relacionadas com a variável dependente. Assim, procedeu-se à remoção, uma a uma, começando pela INTC. Depois de cada remoção, foi feita a reavaliação da significância das variáveis remanescentes no modelo. Após a remoção das variáveis INTE, TXAB, BGLE e RURD, todas as que permaneceram exibem associação significativa com a variável dependente. Na Tabela 3, é exposto o Modelo 2, resultante do processo de ajuste. O p -value do teste F desse modelo, menor que 0,001, indica que ele é estatisticamente significativo. Além disso, o valor do indicador VIF de todas as variáveis preditoras, inferior a 5, mostra que ele não apresenta problema de multicolinearidade.

Tabela 3 – Resultados da regressão linear

(continua)

Variáveis	Sinal esperado	(1)		(2a)		(2b)		(2 Ajustado)	
		β	p -value	β	p -value	β	p -value	β	p -value
Intercepto ^a		375,7***	$<0,001$	368,7***	$<0,001$	369,7***	$<0,001$	369,6***	$<0,001$
TXPA	+	0,28***	$<0,001$	0,25***	$<0,001$	0,25***	$<0,001$	0,25***	$<0,001$
FDOC	+	0,12***	$<0,001$	0,11***	$<0,001$	0,11***	$<0,001$	0,11***	$<0,001$
TXPE	+	0,10***	$<0,001$	0,07***	$<0,001$	0,07***	$<0,001$	0,07***	$<0,001$
TXAB	-	-0,03***	$<0,001$	0,00 ^{ns}	0,530	0,00 ^{ns}	0,459	-	-

Tabela 3 – Resultados da regressão linear

(conclusão)

Variáveis	Sinal esperado	(1)		(2a)		(2b)		(2 Ajustado)	
		β	<i>p-value</i>	β	<i>p-value</i>	β	<i>p-value</i>	β	<i>p-value</i>
INSE	+	0,06***	<0,001	-0,06***	<0,001	-0,06***	<0,001	-0,05***	<0,001
PEEM	+	0,07***	<0,001	0,03**	0,001	0,03**	0,001	0,03**	0,001
PEES	+	0,16***	<0,001	0,17***	<0,001	0,17***	<0,001	0,17***	<0,001
RMED	+	0,42***	<0,001	0,34***	<0,001	0,34***	<0,001	0,34***	<0,001
RURD	-	-0,01 ^{ns}	0,227	-	-	-0,01 ^{ns}	0,150	-	-
COMC	+	-	-	0,02**	0,004	0,02**	0,007	0,02**	0,005
INTC	+	-	-	-0,01 ^{ns}	0,728	-0,01 ^{ns}	0,624	-	-
CELC	+	-	-	0,25***	<0,001	0,25***	<0,001	0,25***	<0,001
COME	+	-	-	0,09***	<0,001	0,09***	<0,001	0,09***	<0,001
INTE	+	-	-	0,00 ^{ns}	0,546	0,00 ^{ns}	0,602	-	-
BLGE	+	-	-	0,01 ^{ns}	0,103	0,01 ^{ns}	0,284	-	-
R ²		0,644		0,672		0,672		0,672	
R ² Ajustado		0,643		0,671		0,671		0,671	
Mudança R ²		-		0,03***		0,03***		-	
Estatística-F		1851,0***		1346,0***		1257,0***		1885,0***	
Máx. VIF		3,70		9,40		9,40		3,90	

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Significância * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; e ^{ns} não significativo. ^a Coeficiente não padronizado.

O coeficiente de determinação (R^2) do Modelo 2 (ajustado) aumenta significativamente ($p\text{-value} < 0,001$) em relação ao Modelo 1 (de controle), indicando que a inclusão das variáveis que medem a disponibilidade das TICs na residência e na escola melhora o ajuste do modelo de regressão. Além disso, as variáveis da disponibilidade de computador (COMC) e celular (CELC) na residência dos estudantes e de computador na escola (COME) exibem o efeito positivo e fortemente significativo na nota média do Enem por escola.

Usando o Modelo 2 (ajustado), o exame dos coeficientes padronizados permite explorar a importância relativa de cada variável. A variável de controle renda média (RMED) tem maior efeito sobre a nota média do Enem por escola. Os efeitos das variáveis independentes que medem a disponibilidade das TICs são mais fracos, porém, também são relevantes e significativos.

No que tange às variáveis de controle, relacionadas com as características socioeconômicas, nota-se que a renda familiar (RMED) tem influência no desempenho escolar maior que o nível educacional dos pais

(PEES, PEEM) e maior, também, que o indicador socioeconômico (INSE). Esses resultados são similares aos da pesquisa de O'Connell (2019) sobre o impacto do *status* socioeconômico nos resultados do teste Pisa de 65 países, entre eles o Brasil, que concluiu que, em países mais pobres, a renda familiar tem maior efeito que a educação dos pais nos resultados educacionais.

No tocante às variáveis de controle relacionadas com as características das escolas, nota-se que a taxa de participação (TXPA) apresenta um efeito superior ao do indicador de permanência na escola (TXPE) e ao de adequação da formação docente (FDOC), o que poderia indicar que essa variável captura fatores não observáveis associados à motivação dos estudantes para ingressar no ensino superior. No que diz respeito à adequação da formação docente, vale ressaltar que a associação positiva e significativa com a nota do Enem está em linha com os achados de Carmo *et al.* (2014) que apontam que ela tem influência positiva sobre o desempenho dos estudantes medido por meio das notas do Enem 2013. Além disso, esses autores observam que o desempenho escolar pode ser melhorado, sem grandes mudanças nas redes de ensino, por intermédio de uma política de adequação entre a formação docente e a disciplina ministrada. Na mesma linha, Alves (2008) notou que a formação docente tem impacto positivo e significativo no desempenho escolar quando considerados dados relativos a alunos da 4ª série do ensino fundamental das capitais que participaram do Saeb nos anos de 1999, 2001 e 2003. Por outro lado, Américo e Lacruz (2017) observaram que a adequação da formação docente não tem impacto na nota do Saeb de alunos dos anos finais do ensino fundamental de escolas estaduais no Espírito Santo. Esse achado divergente pode ser devido à não inclusão no modelo de regressão de variáveis como renda familiar e nível educacional dos pais dos alunos, bem como ao recorte do estudo que se limitou a escolas estaduais capixabas.

Acerca da associação da disponibilidade de computador nas escolas e na residência dos estudantes com o desempenho escolar, os resultados obtidos estão em linha com os achados do estudo de Román e Murillo (2014) que analisou dados de 16 países latino-americanos, incluindo o Brasil, os quais revelam que alunos do 6º ano que frequentam escolas com computadores ou que possuem computador em casa têm melhor desempenho em testes de Leitura e Matemática. Os achados deste estudo também concordam com aqueles obtidos por Castro Aristizábal, Castillo Caicedo e Escandón Barbosa (2012) que mostram uma associação positiva do desempenho de estudantes colombianos no teste Pisa de 2006 e 2009 tanto com a existência de computador na residência desses estudantes quanto com a sua disponibilidade nas instituições de ensino. Além disso, acerca da presença de computador em casa, os achados da pesquisa corroboram o estudo de Wainer, Vieira e Melguizo (2015) que relatou uma associação positiva entre a presença de computador em casa e os resultados de alunos do 5º e 9º anos do ensino fundamental na prova do Saeb em 2007, 2009 e 2011. Entretanto, os resultados do presente estudo não concordam com os de Sprietsma (2012), visto que esse pesquisador encontrou uma relação negativa entre a existência de laboratório de informática na escola e o desempenho de alunos brasileiros no Saeb. Porém, a diferença metodológica na forma

de medir a disponibilidade de computadores na escola dessa pesquisa poderia justificar a discrepância.

O valor positivo e significativo da associação da disponibilidade de telefone celular na residência dos estudantes não deveria ser interpretado apenas como uma consequência de suas condições socioeconômicas, uma vez que o viés de confusão em decorrência desses fatores foi minimizado pela inclusão no modelo das variáveis de renda familiar e nível educacional dos pais. Os recursos disponíveis no celular permitem vários usos didáticos (Grossi; Fernandes, 2014). Na revisão da literatura sobre o uso do celular em classe de Lopes e Pimenta (2017), os achados sugerem que seu uso como ferramenta educacional tem efeitos positivos no processo de ensino-aprendizagem. Em contraste, a recente meta-análise de Kates, Wu e Coryn (2018), sobre o uso do celular no desempenho escolar, encontrou um efeito negativo muito baixo; entretanto, a amostra analisada era heterogênea e continha pesquisas que incluíam alunos do ensino fundamental até a universidade.

Considerações finais

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de explorar o efeito da disponibilidade das TICs, tanto na escola pública quanto na residência dos estudantes, no desempenho escolar. Com essa finalidade, variáveis que medem a disponibilidade das TICs foram relacionadas com a variável dependente que representa o desempenho escolar mensurado pela nota média do Enem por escola. Por fim, também foram incluídas variáveis de controle no modelo, dado que características das escolas e das famílias podem afetar o desempenho escolar dos alunos.

Os resultados evidenciam que a disponibilidade de celular e de computador na residência dos estudantes e de computador na escola exerce uma influência significativa e positiva no desempenho escolar mensurado por meio da nota média do Enem por escola. O efeito positivo dessas TICs sinaliza que estudantes que frequentam escolas com uma proporção maior de computadores por aluno e que têm acesso a computador e celular em casa alcançam melhores notas no Enem, o que resulta em uma maior nota média do Enem por escola. Cumpre salientar que a inclusão da renda familiar e do nível educacional dos pais como variáveis de controle visa mitigar os efeitos de confusão provocados por esses fatores. Cabe ressaltar que esses achados devem ser considerados com a devida cautela em vista das limitações do estudo apresentadas a seguir.

Acerca da metodologia empregada, apesar da inclusão de variáveis para controlar os efeitos das características socioeconômicas nas escolas e nos alunos, o modelo de regressão ainda poderia estar capturando a influência de outras variáveis não consideradas. Ademais, o método pressupõe uma relação linear entre a variável dependente e os regressores, o que muitas vezes pode não ocorrer em relações complexas como a investigada na presente pesquisa.

Finalizando, o estudo tem como limitação não explorar o efeito do uso das TICs na escola, na residência dos estudantes e no desempenho escolar, uma vez que as fontes de dados utilizadas somente contêm informações sobre a disponibilidade desses recursos. Vale reforçar que a pesquisa investiga a associação entre disponibilidade das TICs e desempenho escolar. Portanto, não é possível garantir que os alunos tiveram acesso e/ou usaram as TICs que estavam disponíveis nas escolas e em suas residências. Nesse contexto, recomenda-se que pesquisas futuras utilizem dados do teste Pisa, que possui informações que permitem estimar o uso das TICs no processo de ensino. Desse modo, poder-se-ia analisar o efeito do uso das TICs no desempenho educacional medido pelos resultados do Pisa de estudantes brasileiros. Outra possibilidade seria cruzar os dados do TIC Educação do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic) com os dados do Enem, de maneira a não investigar apenas a presença ou não das TICs, mas também seu uso na escola e na residência dos estudantes do ensino médio.

Referências

- ALBINO, R.; SOUZA, C. A. Avaliação do nível de uso das TICs em escolas brasileiras: uma exploração dos dados da pesquisa "TIC Educação". *Economia e Gestão*, Belo Horizonte, v. 16, n. 43, p. 101-125, abr./jun. 2016.
- ALDERETE, M. V.; DI MEGLIO, G.; FORMICHELLA, M. M. ICT access and educational performance: ¿a relationship enhanced by ICT use? An analysis for Spain. *Revista de Educación*, [Madrid], n. 377, p. 53-79, jul./sept. 2017.
- ALDERETE, M. V.; FORMICHELLA, M. M. El acceso a las TIC en el hogar y en la escuela: su impacto sobre los logros educativos. *Revista de Economía del Rosario*, Bogotá, v. 19, n. 2, p. 221-242, jul./dic. 2016.
- ALVES, F. Políticas educacionais e desempenho escolar nas capitais brasileiras. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 134, p. 413-440, maio/ago. 2008.
- AMÉRICO, B. L.; LACRUZ, A. J. Contexto e desempenho escolar: análise das notas na Prova Brasil das escolas capixabas por meio de regressão linear múltipla. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 5, p. 854-878, set./out. 2017.
- ASLI, A. E. et al. Effect of the use of Information and Communication Technologies ICT resources on the scholastic performance of middle school students in biology and geology courses. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, [S.l.], v. 55, p. 1113-1117, Oct. 2012.

BIAGI, F.; LOI, M. Measuring ICT use and learning outcomes: evidence from recent econometric studies. *European Journal of Education*, [S.l.], v. 48, n. 1, p. 28-42, Mar. 2013.

BLANDEN, J.; GREGG, P. Family income and educational attainment: a review of approaches and evidence for Britain. *Oxford Review of Economic Policy*, Oxford, v. 20, n. 2, p. 245-263, June 2004.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo escolar*: microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2015. Brasília, DF: Inep, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Censo escolar*: microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2015. Brasília, DF: Inep, 2015a. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Enem*: microdados 2015. Brasília, DF: Inep, 2015b. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Microdados do Enem por escola*: 2005 a 2015. Brasília, DF: Inep, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/microdados/enem_por_escola/2005_a_2015/microdados_enem_por_escola.zip>. Acesso em: 21 dez. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Nota técnica*: Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas de Educação Básica (Inse). Brasília, DF: Inep, 2015c. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2015/nota_tecnica/nota_tecnica_inep_inse_2015.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Nota técnica*: indicador de permanência na escola (ensino médio). Brasília, DF: Inep, 2015d. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/enem_por_escola/2015/nota_tecnica_indicador_permanencia_escola.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

CARMO, E. F. et al. A ampliação do indicador de formação docente na melhoria do desempenho escolar. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, Recife, v. 1, n. 1, p. 11-32, 2015.

CARMO, E. F. et al. Um estudo da relação entre a adequação na formação docente e o desempenho escolar no ensino médio regular. *Educação e Fronteiras*, Dourados, MS, v. 4, n. 12, p. 24-37, set./dez. 2014.

CASTILLO, S. Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, [México], v. 11, n. 2, p. 171-194, jul. 2008.

CASTRO ARISTIZÁBAL, G.; CASTILLO CAICEDO, M.; ESCANDÓN BARBOSA, D. M. Las Tecnologías de la Información y Comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar: Colombia 2006-2009. *Investigaciones de economía de la educación*, [S.l.], n. 7, p. 889-904, jul. 2012.

CHEN, Q.; YAN, Z. Does multitasking with mobile phones affect learning? A review. *Computers in Human Behavior*, [S.l.], v. 54, p. 34-42, Jan. 2016.

CORDERO-FERRERA, J. M.; MANCHÓN LÓPEZ, C.; GARCÍA VALIÑAS, M. A. Los resultados educativos españoles en PISA 2009 y sus condicionantes. In: ASOCIACIÓN DE ECONOMÍA DE LA EDUCACIÓN. *Investigaciones de Economía de la Educación*. [S.l.]: EconPapers, 2011. v. 6. p. 70-87.

CORDERO-FERRERA, J. M.; PEDRAJA-CHAPARRO, F.; SALINAS-JIMÉNEZ, J. Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating non-discretionary inputs. *Applied Economics*, [S.l.], v. 40, n. 10, p. 1323-1339, 2008.

FÁVERO, L. P. L. et al. *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 646 p.

FERRARO, S. Is information and communication technology satisfying educational needs at school? *Computers & Education*, [S.l.], v. 122, p. 194-204, July 2018.

FIRPO, S. P.; PIERI, R. G. Avaliando os efeitos da introdução de computadores em escolas públicas brasileiras. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, v. 11, n. esp., p. 153-190, jul. 2012.

GROSSI, M. G. R.; FERNANDES, L. C. B. E. Educação e tecnologia: o telefone celular como recurso de aprendizagem. *Eccos Revista Científica*, São Paulo, n. 35, p. 47-65, set./dez. 2014.

HANUSHEK, E. A. Assessing the effects of school resources on student performance: an update. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 141-164, June 1997.

HANUSHEK, E. A. Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *The Journal of Human Resources*, Madison, v. 14, n. 3, p. 351-388, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua trimestral: tabela 5919 - população, por níveis de instrução*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5919>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

KATES, A. W.; WU, H.; CORYN, C. L. S. The effects of mobile phone use on academic performance: a meta-analysis. *Computers & Education*, [S.l.], v. 127, p. 107-112, Dec. 2018.

KUBOTA, L. C.; SILVA, A. M. P.; DEMOLINER, V. L. Análise exploratória do impacto das TICs nas notas do Saeb e Enem. In: REUNIÃO DA ABAVE, 7., 2013, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: Associação Brasileira de Avaliação Educacional, 2013. p. 295-310.

KUNDU, A.; BEJ, T.; DEY, K. N. An empirical study on the correlation between teacher efficacy and ICT infrastructure. *International Journal of Information and Learning Technology*, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 213-238, 2020.

LEVIN, H. M. Measuring efficiency in educational production. *Public Finance Review*, Budapest, v. 2, n. 1, p. 3-24, Jan. 1974.

LÖBLER, M. L. et al. Acesso e uso da tecnologia da informação em escolas públicas e privadas de ensino médio: o impacto nos resultados do Enem. *Sistemas & Gestão*, Niterói, v. 5, n. 2, p. 67-84, maio/ago. 2010.

LOPES, P. A.; PIMENTA, C. C. C. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: benefícios e desafios. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, Recife, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2017.

MAHENDRA, F.; MARIN, A. H. Ambiente familiar e desempenho escolar: uma revisão sistemática. *Psicologia da Educação*, São Paulo, n. 40, p. 41-57, 2015.

MARQUES, A. C. C.; JESUS, A. Uma reflexão sobre o projeto um computador por aluno - UCA. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 18., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2012. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2129/1895>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, F. El profesorado ante las nuevas tecnologías. In: CABERO ALMENARA, J., et al. (eds.). *Medios y herramientas de comunicación para la educación universitaria*. Panamá: EDUTEC, 2003.

MEZA-CORDERO, J. A. Learn to play and play to learn: evaluation of the one laptop per child program in Costa Rica. *Journal of International Development*, [S.l.], v. 29, n. 1, p. 3-31, Jan. 2017.

MUÑOZ, R. E.; ORTEGA, J. A. ¿Tienen la banda ancha y las TIC un impacto positivo sobre el rendimiento escolar?: evidencia para Chile. *El Trimestre Económico*, Ciudad de México, v. 82, n. 325, p. 53-87, enero/marzo 2015.

O'CONNELL, M. Is the impact of SES on educational performance overestimated? Evidence from the PISA survey. *Intelligence*, [S.l.], v. 75, p. 41-47, July/Aug. 2019.

PÉREZ ALCALÁ, M. del S.; ORTIZ ORTIZ, M. G.; FLORES BRISEÑO, M. M. Redes sociales en educación y propuestas metodológicas para su estudio. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Entre Ríos, v. 26, n. 50, p. 188-206, mayo 2015.

PETT, M. A.; LACKEY, N. R.; J. SULLIVAN, J. J. *Making sense of factor analysis: the use of factor analysis for instrument development in health care research*. Thousand Oaks, CA: Sage, 2003. 368 p.

ROMÁN, M.; MURILLO, F. J. Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: incidencia en el rendimiento escolar. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 869-895, out./dez. 2014.

SCHMIDT, A. F.; FINAN, C. Linear regression and the normality assumption. *Journal of Clinical Epidemiology*, [S.l.], v. 98, p. 146-151, June 2018.

SETÚBAL, M. A. Equidade e desempenho escolar: é possível alcançar uma educação de qualidade para todos?. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, DF, v. 91, n. 228, p. 345-366, maio/ago. 2010.

SILVEIRA BONILLA, M. H. Políticas públicas para inclusão digital nas escolas. *Motrivivência*, Florianópolis, n. 34, p. 40-60, jun. 2010.

SIRIN, S. R. Socioeconomic status and academic achievement: a meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, [S.l.], v. 75, n. 3, p. 417-453, Sept. 2005.

SOUZA, L. L.; TEIXEIRA, L. C. T.; CARMINATI, C. J. Um computador por aluno: um dos ícones da modernização da escola brasileira na segunda década do século XXI. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 379-404, jul./set. 2015.

SPRIETSMA, M. Computers as pedagogical tools in Brazil: a pseudo-panel analysis. *Education Economics*, [D.l.], v. 20, n. 1, p. 19-32, 2012.

STEFFENS, K. ICT use and achievement in three European Countries: what does PISA tell us? *European Educational Research Journal*, [S.l.], v. 13, n. 5, p. 553-562, Oct. 2014.

SUNG, Y.-T.; CHANG, K.-E.; LIU, T.-C. The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: a meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, [S.l.], v. 94, p. 252-275, Mar. 2016.

VIANA, G.; LIMA, J. F. Capital humano e crescimento econômico. *Interações*, Campo Grande, v. 11, n. 2 p. 137-148, jul./dez. 2010.

WAINER, J.; VIEIRA, P.; MELGUIZO, T. The association between having access to computers and Internet and educational achievement for primary students in Brazil. *Computers & Education*, [s.l.], v. 80, p. 68-76, Jan. 2015.

ZANCHETTIN, F. O fim da divulgação dos resultados do Enem por escola: uma breve reflexão sobre a avaliação das políticas públicas e o acesso à informação. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 5, p. 971-985, set./out. 2018.

Recebido em 14 de dezembro de 2020.

Aprovado em 7 de outubro de 2021.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY-NC.