

NOTAS DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO EM 2021: UMA ANÁLISE EMPÍRICA A PARTIR DE DADOS DA OBMEP, DO USO DE INTERNET PELOS ALUNOS E DO SAEB^{1,2}

Luis Claudio Kubota³

Mauricio Benedeti Rosa⁴

SINOPSE

O objetivo deste estudo é desenvolver uma análise empírica da associação de diversas variáveis com a proficiência média dos alunos das escolas do ensino médio na disciplina de matemática – medida a partir das notas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Em particular, busca-se investigar os papéis da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) – medida a partir dos prêmios por escola – e do uso de internet pelos alunos nas escolas – a partir de informações do Censo Escolar. Os resultados indicam que as principais associações positivas para as notas de matemática do Saeb são a existência de exame de ingresso e o indicador de nível socioeconômico da escola. No primeiro caso, ocorre um viés de seleção dos alunos com melhor desempenho cognitivo, ao passo que, no segundo, confirma-se a importância de um fator que é consagrado na literatura de educação. Ainda, enquanto o uso de internet pelos alunos tem associação nula com os resultados referentes ao Saeb, os coeficientes das premiações OBMEP têm sinal positivo e são estatisticamente significativos.

Palavras-chave: OBMEP; Saeb; internet; proficiência; matemática.

1 INTRODUÇÃO

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) é uma competição anual iniciada em 2005, direcionada a estudantes de escolas públicas e privadas do Brasil, desde o 6º ano do ensino fundamental até o último ano do ensino médio (EM). Seus principais objetivos incluem estimular o estudo da matemática, melhorar a qualidade da educação básica, identificar e incentivar talentos em áreas científicas e tecnológicas, aprimorar o desenvolvimento profissional dos professores, promover a integração entre escolas e instituições de ensino superior, entre outros (OBMEP, s.d.).

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) foi constituído e implantado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), tendo sua primeira edição em 1990. O sistema busca refletir os níveis de aprendizagem dos estudantes por meio de testes e questionários que são aplicados a cada dois anos em escolas públicas e privadas (Silva e Carvalho, 2022). Ele faz parte de um bem elaborado programa de avaliação educacional desenvolvido no Brasil desde os anos 1990.

1. DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/radar77art5>

2. Os autores agradecem as informações fornecidas por Hellen Lima (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea) e Luiz Renovato (Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA).

3. Técnico de planejamento e pesquisa e coordenador de cadeias produtivas e micro e pequenas empresas na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail*: luis.kubota@ipea.gov.br.

4. Assistente técnico econômico na Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). *E-mail*: benedeti.mb@gmail.com.

O uso de internet, nas escolas e em particular, pelos alunos é objeto de interesse e políticas de países mundo afora. No Brasil, o programa Governo Eletrônico – Serviço de Atendimento ao Cidadão (Gesac) foi instituído em 2002, sendo seguido de uma série de outras iniciativas com foco principalmente no fornecimento de acesso à internet e a equipamentos de tecnologia da informação e comunicação (TIC) por professores, administradores das escolas e alunos. Entretanto, seu impacto na proficiência dos alunos parece ser baixo, nulo ou mesmo negativo, no Brasil e no exterior.

O objetivo deste estudo é desenvolver uma análise empírica sobre a associação entre diversas variáveis e a proficiência média das escolas do EM na disciplina de matemática – medida a partir das notas do Saeb. Em particular, busca-se investigar como o desempenho das escolas na OBMEP e o uso de internet pelos alunos nas escolas estão conectados à proficiência.

2 OBMEP E SAEB

Dividida em três níveis e duas fases, a OBMEP é realizada simultaneamente em todo o país. Os estudantes com as melhores pontuações recebem como prêmios medalhas de ouro, prata e bronze, e menções honrosas (Biondi, Vasconcellos e Menezes-Filho, 2012; Landim e Fitzsimons, 2022). Em 2023, a primeira fase da OBMEP teve a participação de 18.369.125 alunos (96% de escolas públicas, cobrindo 99,87% dos municípios brasileiros). Na segunda fase, participaram mais de 800 mil alunos, finalizando com a distribuição de 654 medalhas de ouro, 1.952 de prata e 5.852 de bronze, além de 51.020 menções honrosas (OBMEP, s.d.).

Diversos estudos avaliaram os impactos potenciais da OBMEP no aprendizado dos alunos. Em abordagem experimental, Moreira (2017) concluiu que a premiação não só melhora o desempenho subsequente do aluno premiado em olimpíadas de matemática, aumentando suas chances de ingressar em uma universidade, mas também promove efeitos significativos e duradouros sobre os colegas.

Biondi, Vasconcellos e Menezes-Filho (2012) constataram que a OBMEP melhora significativamente as notas médias de matemática, efeitos que aumentam conforme as escolas participam mais vezes da prova. Observou-se, ainda, uma melhora nas notas de português, indicando benefícios para além da disciplina de matemática. Em análise de quinze anos de execução do projeto, Landim e Fitzsimons (2022) afirmaram que participantes da OBMEP apresentam desempenho superior nas avaliações nacionais como Prova Brasil e Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

O Saeb foi constituído e implantado pelo Inep e tenta refletir os níveis de aprendizagem dos alunos por meio de testes e questionários aplicados a cada dois anos em escolas públicas e privadas (Silva e Carvalho, 2022). Enquanto, entre 1990 e 2003, a avaliação apresentou formato amostral, em 1995, introduziu-se o uso da teoria de resposta ao item, com a inclusão de escolas particulares. Inicialmente, eram avaliadas as disciplinas de matemática, língua portuguesa, ciências da natureza e redação, mas, a partir de 2001, foram mantidas apenas as duas primeiras (Silva e Carvalho, 2022).

A partir de 2005, o Saeb passou a ser composto por duas avaliações: Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) e Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), popularmente conhecida como Prova Brasil. Esta representou grande mudança na forma de avaliação, pois passou a acontecer de forma censitária para todas as escolas que atendessem ao padrão de no mínimo trinta estudantes matriculados na última etapa de 4ª série/5º ano ou de 8ª série/9º ano – das escolas públicas de todo o país, gerando resultado por escola (Silva e Carvalho, 2022).

Em 2007 ocorreu a criação do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), indicador que combina a proficiência com as taxas de aprovação dos alunos. A partir de 2013, houve nova reestruturação incluindo a alfabetização, na medida em que se deu a implantação da Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA (Silva e Carvalho, 2022).

Em 2017, a avaliação torna-se censitária também para 3ª série do EM, além de abrir possibilidade de adesão das escolas privadas também para esta última série, entrando também nos resultados do Saeb e nos índices do Ideb. Em 2019, as avaliações ANA, Anresc e Aneb deixaram de existir, passando a ser todas nominadas como Saeb. Em 2021, em meio à pandemia de covid-19, a aplicação foi censitária nas escolas públicas e amostral nas escolas privadas (Silva e Carvalho, 2022).

3 INTERNET NAS ESCOLAS, STATUS SOCIOECONÔMICO E PROFICIÊNCIA

Vários estudos mostraram que a mera disponibilização de internet nas escolas e/ou aos alunos não tem impacto positivo sobre seu desempenho acadêmico. Os subsídios do governo dos Estados Unidos à conectividade de escolas a partir de 1998 não resultaram em melhoria no desempenho de estudantes da Califórnia entre 1996 e 2000 (Goldsbee e Guryan, 2002). No Brasil, a expansão de infraestrutura de telecomunicações (*backhaul*) resultou em menor proficiência e maior evasão de estudantes cujos municípios foram atendidos com melhor infraestrutura (Henriksen *et al.*, 2022). Em outro estudo, a introdução da tecnologia 3G nos 5.570 municípios brasileiros não impactou as notas de matemática e português de estudantes do 5º e 9º ano na Prova Brasil de 2007 a 2017 (Bessone, Dahis e Ho, 2021).

Resultados positivos tenderam a aparecer apenas em condições mais controladas de uso das TICs nas escolas. Estudo em painel com escolas primárias no Peru detectou impactos positivos moderados de curto prazo do acesso à internet entre 2007 e 2014 nas médias padronizadas de matemática. Evidências mostram que escolas necessitam de tempo para contratar professores com treinamento no uso de computadores e que esse processo não é imediato (Kho, Lakdawala e Nakasone, 2018).

A importância dos fatores socioeconômicos no desempenho escolar é consolidada na literatura de educação pelo menos desde o relatório Coleman, em meados dos anos 1960. O estudo mostrou que as escolas, ao controlarem o perfil socioeconômico, tinham efeito semelhante sobre os alunos, com a maior parte das diferenças de desempenho explicada por esses fatores. Além disso, o desempenho dos alunos brancos era menos influenciado pela qualidade da escola em comparação com alunos de minorias étnicas, cujas diferenças aumentavam ao longo da trajetória escolar (Coleman, 2008).

Entre as características das escolas que apresentavam impacto no desempenho dos alunos, destacaram-se os laboratórios de ciências e a qualidade dos professores. Além disso, as dos outros alunos da escola também pareceu ser um fator importante. A aspiração do aluno apresentou impacto mais significativo que todos os fatores escolares (Coleman, 2008). Andreas Schleicher, idealizador do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Programme for International Student Assessment – Pisa), aponta que os estudantes com menor *status* socioeconômico tendem a apresentar desempenho inferior, mas também baixos níveis de engajamento, motivação e autopercepção (Schleicher, 2013).

No cenário brasileiro, Diniz (2012) indica que os principais determinantes para o desempenho do sistema educacional são as características inatas dos alunos, seguida do *background* familiar e das condições socioeconômicas. Análise com 5.319 municípios no período de 2009 a 2013 indica que aspectos sociais e pedagógicos são determinantes para a probabilidade de obtenção de notas regulares ou boas no Ideb 2013 (Lourenço *et al.*, 2017).

Recentemente, tem ganhado evidência o conceito de conectividade significativa:

uma experiência na internet que contribua para a inserção social e econômica dos usuários, de forma segura e com custo acessível para o consumidor. Para se alcançar esse nível de conectividade é necessário, além de uma infraestrutura de telecomunicações desenvolvida, que os consumidores tenham acesso aos dispositivos adequados e possuam as habilidades digitais necessárias para o melhor aproveitamento das atividades realizadas no mundo *online* (Anatel..., 2023).

O conceito reforça a ideia de que o acesso à internet é condição necessária, mas não é suficiente para a melhoria do desempenho escolar.

4 AVALIAÇÃO EMPÍRICA

Este exercício utilizou a consolidação de cinco bases de microdados, todas referentes ao ano de 2021: Censo Escolar, Ideb, Enem, alunos premiados na OBMEP e códigos Inep das escolas de alunos premiados na OBMEP. O quadro 1 detalha as variáveis escolhidas.

QUADRO 1

Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição
Saeb_mat	Nota de matemática do Saeb
Total3	Soma de medalhas (ouro, prata e bronze) e menções honrosas do EM das escolas participantes da OBMEP
INSE	Indicador de nível socioeconômico da escola – seis grupos (edição 2015)
PC_FORMACAO_DOCENTE	Indicador de adequação da formação docente da escola para lecionar no EM
TP_DEPENDENCIA	Dependência administrativa: (1) federal; (2) estadual; e (3) municipal
TP_LOCALIZACAO	Localização: (1) urbana; e (2) rural
IN_VINCULO_SEGURANCA_PUBLICA	Vínculo com Secretaria de Segurança Pública/Forças Armadas/Militar: (0) não; e (1) sim
IN_INTERNET_APRENDIZAGEM	Acesso à internet – para uso nos processos de ensino e aprendizagem: (0) não; e (1) sim
IN_EXAME_SELECAO	Exame de seleção para ingresso de seus alunos: (0) não; (1) sim; e (9) não informado
Índice OBMEP - IOBM	Razão entre total3 e matrículas de EM em cada escola

Fontes: Microdados do Ideb, Enem e Censo Escolar (Inep); e da OBMEP (IMPA).
Elaboração dos autores.

São utilizadas duas bases de dados:

- base (i): intersecção entre dados disponíveis de OBMEP, Ideb e Enem (N = 3.606); e
- base (ii): intersecção entre dados disponíveis de OBMEP, Ideb e Enem, com Total3 > 0 (N = 1.480).

A ampla maioria das escolas é estadual e localizada em áreas urbanas – poucas são federais ou municipais, variando de 0,3% a 0,7%. Em relação à segurança pública, a maioria das escolas não possui vínculo com órgãos a ela associados. Ainda, há acesso à internet para aprendizado em mais de 80% das escolas, e a existência de exame para seleção de alunos acontece em aproximadamente 7% a 15%. Por fim, o nível socioeconômico tem número de escolas crescente até a categoria 3, em que concentra a maior quantidade, e, a partir daí, cai até o grupo 6.

A tabela 1 apresenta os resultados dos quatro modelos. A estimação foi feita por mínimos quadrados ordinários, e, entre parênteses, encontram-se os erros robustos de White. Para os modelos (1) e (2), utiliza-se a base de dados (i); e, para os modelos (3) e (4), a base de dados (ii).

TABELA 1

Resultados da regressão linear múltipla para a associação entre o desempenho na OBMEP e o desempenho em matemática no Saeb

	Variável dependente			
	SAEB_mat			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Total3	1,845*** (0,304)	- -	1,438*** (0,396)	- -
IOBM	- -	8,289*** (0,847)	- -	7,092*** (1,337)
INSEGrupo 2	8,706*** (2,087)	8,851*** (2,028)	9,767* (4,864)	9,921* (4,666)
INSEGrupo 3	13,002*** (2,389)	12,965*** (2,307)	16,083** (5,310)	15,925** (5,080)
INSEGrupo 4	22,573*** (3,097)	22,621*** (2,781)	26,752*** (6,797)	26,238*** (5,901)
INSEGrupo 5	35,571*** (4,018)	35,632*** (3,479)	37,161*** (8,486)	37,187*** (7,054)
INSEGrupo 6	12,364 (72,255)	22,947 (12,316)	33,193 (58,979)	33,342** (12,293)
PC_FORMACAO_DOCENTE	0,197*** (0,045)	0,202*** (0,046)	0,225* (0,101)	0,238* (0,103)
TP_DEPENDENCIA2	-4,222 (16,654)	-11,555 (11,044)	4,941 (21,250)	-2,522 (12,538)
TP_DEPENDENCIA3	10,782 (18,513)	3,289 (14,143)	2,859 (23,944)	-3,920 (17,096)
TP_LOCALIZACAO2	2,747 (1,899)	0,806 (1,907)	-0,405 (3,884)	-3,954 (3,770)
IN_VINCULO_SEGURANCA_PUBLICA1	9,184** (3,150)	11,730*** (2,801)	4,202 (5,293)	8,739 (4,758)
IN_INTERNET_APRENDIZAGEM1	0,438 (1,432)	0,738 (1,406)	2,014 (3,366)	2,430 (3,296)
IN_EXAME_SELECAO1	25,250*** (2,040)	25,340*** (1,878)	27,656*** (3,245)	27,257*** (3,070)
Constante	255,030*** (18,465)	261,369*** (12,034)	245,262*** (25,286)	250,879*** (15,392)
N	3.606	3.606	1.480	1.480
R ² ajustado	0,601	0,613	0,608	0,629

Fontes: Ideb e Enem 2021 (Inep); e OBMEP 2021 (IMPA).

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. *** significativo a 0,001; ** significativo a 0,01; * significativo a 0,05; e . significativo a 0,1.

2. Modelos com controle por município, que não foram representados em função do elevado número de *dummies*.

A análise revela que tanto a soma de premiações na OBMEP quanto o índice OBMEP têm associação positiva e significativa com o desempenho dos estudantes em matemática do Saeb. Outros fatores que se destacaram com coeficientes positivos e estatisticamente significativos foram o exame de seleção para ingresso de alunos, o nível socioeconômico e a adequação da formação docente. Por sua vez, o acesso dos alunos à internet para aprendizagem não foi significativo, assim como dependência administrativa e localização. Com relação às escolas vinculadas à segurança pública, os coeficientes foram positivos e significativos nos dois primeiros modelos.

Os valores de R^2 ajustado variaram de 0,60 a 0,63, indicando a captura de 60% da variabilidade dos dados pelo modelo. A exclusão das escolas sem premiação na OBMEP elevou ligeiramente o poder explicativo dos últimos modelos.

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As premiações OBMEP são eventos raros – de 18 milhões de participantes em 2023, menos de 60 mil foram premiados –, logo, os autores acreditam que os efeitos positivos são decorrentes: i) da preparação de todos os participantes para o exame – Biondi, Vasconcellos e Menezes-Filho (2012) demonstraram melhoria das notas na Prova Brasil quanto mais os estudantes participem da competição; e ii) do efeito demonstração comprovado por Moreira (2017). O efeito demonstração é coerente com o componente motivacional levantado já nos anos 1960 pelo relatório Coleman, bem como, mais recentemente, pelo idealizador do Pisa.

O indicador referente à adequação da formação docente mostrou-se significativo. Ainda, as características inatas dos alunos, as características dos municípios e as condições socioeconômicas são fundamentais para se explicar a proficiência acadêmica.

O uso de internet pelos alunos, por sua vez, tem associação positiva, mas sem significância estatística, com as especificações referentes ao Saeb. Esse resultado é coerente com a literatura, que indica que resultados positivos na proficiência só ocorrem em condições específicas e controladas. Diversas políticas desenvolvidas por sucessivos governos focam o acesso à internet e a distribuição de equipamentos de TIC nas escolas. Isso tem importância no que diz respeito a inclusão digital e gestão escolar, porém, se o objetivo almejado é o aumento da proficiência dos alunos, parece existir um longo caminho a ser trilhado.

REFERÊNCIAS

- ANATEL e Idec realizam pesquisa sobre conectividade significativa. **Gov.br**, 25 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-e-idec-realizam-pesquisa-sobre-conectividade-significativa>. Acesso em: 17 out. 2024.
- APRESENTAÇÃO. **OBMEP**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/apresentacao.htm>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- BESSONE, P.; DAHIS, R.; HO, L. **The impact of 3G mobile internet on educational outcomes in Brazil**. 2020. Disponível em : <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Impact-of-3G-Mobile-Internet-on-Educational-in-Bessone-Ricardo/334ee5f6eba1df4e01bda12c7a4297db6c2d76a2>. Acesso em 24 nov. 2024. (Working Paper).
- BIONDI, R. L.; VASCONCELLOS, L.; MENEZES-FILHO, N. Evaluating the impact of the Brazilian Public School Math Olympics on the quality of education. **Economía**, v. 12, n. 2, p. 143-175, 2012.
- COLEMAN, J. S. Desempenho nas escolas públicas. In: BROOKE, N.; SOARES, J. F. (Org.). **Pesquisa em eficácia escolar: origens e trajetórias**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008. p. 26-32.
- GOLDSBEE, A.; GURRYAN, J. **The impact of internet subsidies in public schools**. Cambridge, Estados Unidos: NBER, ago. 2002. (Working Paper, n. 9090).
- HENRIKSEN, A. L. *et al.* Education outcomes of broadband expansion in Brazilian municipalities. **Information Economics and Policy**, n. 60, set. 2022.
- KHO, K.; LAKDAWALA, L. K.; NAKASONE, E. **Impact of internet access on student learning in Peruvian schools**. Michigan: Michigan State University, ago. 2018. (Seminar Paper).
- LANDIM, C.; FITZSIMONS, G. E. The Brazilian Public Schools Math Olympics (OBMEP): 15 years promoting social mobility through academic achievement. **ZDM – Mathematics Education**, v. 54, n. 5, p. 1101-1113, out. 2022.
- LOURENÇO, R. L. *et al.* Determinantes sociais e pedagógicos das notas do IDEB. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 11, n. 4, p. 27-43, jul.-set. 2017.

MOREIRA, D. **Recognizing performance how awards affect winners' and peers' performance in Brazil**. [s.l.]: OBMEP, 26 abr. 2017. (Job Market Paper). Disponível em: http://www.obmep.org.br/docs/Moreira_JMP.pdf. Acesso em: 16 jun. 2024.

OBMEP em números. **OBMEP**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/em-numeros.htm>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SCHLEICHER, A. **Pisa 2012: strong performers and successful reformers in education**. Paris: OCED Publishing, 2013.

SILVA, M. S. de; CARVALHO, M. C. A. de. Percurso do Saeb no Brasil. **Humanidades e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 27-39, 2022.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

JENCKS, C. Desigualdade no aproveitamento educacional. *In*: BROOKE, N.; SOARES, J. F. (Org.). **Pesquisa em eficiência escolar: origens e trajetórias**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008. p. 50-66.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Denise Pimenta de Oliveira

Nayane Santos Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Reginaldo da Silva Domingos

Susana Souza Brito

Yally Schayany Tavares Teixeira

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Capa

Leonardo Hideki Higa

Imagens da Capa

Banco Freepik (freepik.com)

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF