

ARTIGO

EXCLUSÃO DIGITAL E SEUS IMPACTOS SOBRE A PROFICIÊNCIA NO ENEM: UM ESTUDO COM CONCLUINTES DO ENSINO MÉDIO DE BAIXA RENDA ENTRE 2015 E 2023¹

JORDANA APARECIDA DE OLIVEIRA RUBIM¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7317-4112>
<jormfrancis@gmail.com>

DAIELLY MANTOVANI¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6320-3268>
<daielly@usp.br>

OCIMAR MUNHOZ ALAVARSE¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8102-1668>
<ocimar@usp.br>

¹ Universidade de São Paulo. (USP). São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo investigar o impacto do acesso domiciliar à internet e ao computador na proficiência de alunos de baixa renda do 3º ano do ensino médio, que participaram do ENEM entre 2015 e 2023. Esta pesquisa quantitativa com uma amostra de 1,5 milhão de alunos, testou hipóteses utilizando modelos estatísticos, focando em isolar o efeito líquido do acesso à internet e ao computador na nota desses alunos. O período do estudo foi marcado por mudanças significativas, incluindo a pandemia de COVID-19, e as análises apresentaram evidências sobre como essas condições tecnológicas possuem importância para a proficiência dos alunos. Se o acesso à internet em casa, isoladamente, tem impacto pequeno, porém positivo, a combinação de acesso domiciliar à internet e ao computador resulta em um aumento significativo na proficiência dos alunos, sendo ainda maior durante e nos anos posteriores à pandemia. Variáveis como gênero, escolaridade da mãe e raça/cor também demonstraram impacto sobre a proficiência; mulheres tiveram menor desempenho, assim como estudantes cujas mães possuem menor escolaridade e, por outro lado, candidatos autoidentificados como brancos apresentaram maiores notas do que negros, o que reflete os efeitos das desigualdades sociais e dos processos de exclusão observados na educação escolar no país. Os resultados evidenciam que a exclusão digital tem impacto significativo sobre o desempenho dos estudantes no ENEM de forma que políticas para ampliar o acesso às tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ambiente domiciliar podem ter impactos positivos sobre a educação brasileira.

Palavras-chave: inclusão digital, acesso à internet domiciliar, computador, baixa renda, proficiência escolar.

¹ Artigo publicado com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq/Brasil para os serviços de edição, diagramação e conversão de XML.

DIGITAL DIVIDE AND ITS IMPACTS ON ENEM PROFICIENCY: A STUDY OF LOW-INCOME HIGH SCHOOL GRADUATES FROM 2015 TO 2023

ABSTRACT: This study aims to investigate the impact of household access to the internet and computers on the proficiency of low-income 12th-grade students who participated in the ENEM between 2015 and 2023. This quantitative research collected a sample of 1.5 million students that was analyzed to test hypotheses using statistical models, focusing on isolating the net effect of internet and computer access on students' scores. The study period was marked by significant changes, including the COVID-19 pandemic. The analyses provided evidence on the importance of these technological resources for students' proficiency. Additionally, the findings revealed that home internet access alone has a small yet positive impact. However, the combination of home internet and computer access leads to a significant increase in student proficiency, with even greater effects observed during and in the years following the pandemic. Variables such as gender, maternal education, and race also influenced proficiency. Female students exhibited lower performance, as did those whose mothers had lower levels of education. Conversely, white students demonstrated higher performance in the exams, reflecting the effects of social inequalities and exclusionary processes on education in the country. The results highlight that digital exclusion significantly impacts students' performance in the ENEM, suggesting that policies aimed at expanding access to technology in the home environment could have positive effects on Brazilian education.

Keywords: digital inclusion, household internet access, computer, low income, academic proficiency.

EXCLUSIÓN DIGITAL Y SUS IMPACTOS EN LA COMPETENCIA ACADÉMICA: UN ESTUDIO CON ESTUDIANTES DE BAJOS INGRESOS PARTICIPANTES EN EL ENEM ENTRE 2015 Y 2023

RESUMEN: Este estudio busca investigar el impacto del acceso domiciliario a internet y a la computadora en la competencia académica de estudiantes de bajos ingresos del último año de educación secundaria que participaron en el ENEM entre 2015 y 2023. Esta investigación cuantitativa analizó una muestra de 1,5 millones de estudiantes para evaluar hipótesis mediante modelos estadísticos, con un enfoque en aislar el efecto neto del acceso a internet y a la computadora en los puntajes de los alumnos. El período de estudio estuvo marcado por cambios significativos, incluida la pandemia de COVID-19. Los análisis proporcionaron evidencia sobre la importancia de estos recursos tecnológicos en el rendimiento académico de los estudiantes. Además, los resultados indicaron que el acceso a internet en el hogar, por sí solo, tiene un impacto pequeño pero positivo. Sin embargo, la combinación del acceso domiciliario a internet y a la computadora genera un aumento significativo en la competencia académica de los estudiantes, con efectos aún mayores durante y después de la pandemia. Asimismo, variables como el género, el nivel educativo de la madre y la raza influyeron en la competencia académica. Las estudiantes mujeres presentaron un desempeño inferior, al igual que aquellos cuya madre tenía un nivel educativo más bajo. Por otro lado, los estudiantes de raza blanca obtuvieron mejores resultados en las pruebas, lo que refleja los efectos de las desigualdades sociales y los procesos de exclusión en la educación del país. Los hallazgos evidencian que la exclusión digital tiene un impacto significativo en el desempeño de los estudiantes en el ENEM, lo que sugiere que las políticas orientadas a ampliar el acceso a la tecnología en el entorno doméstico podrían tener efectos positivos en la educación brasileña.

Palabras clave: inclusión digital, acceso a internet domiciliario, computadora, bajos ingresos, competencia académica.

INTRODUÇÃO

O objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) 4 da Agenda 2030 da ONU propõe a conquista de educação de qualidade para todos, porém seu atingimento, entre outros fatores, se relaciona com as oportunidades e desafios impostos pela tecnologia, algo que ficou ainda mais evidente com a

pandemia de COVID-19 (Unesco, 2024), que impactou 1,6 bilhão de estudantes com o fechamento de escolas em 194 países (Gottschaw & Weise, 2023). De maneira repentina, a pandemia fez com que instituições educacionais precisassem se adaptar rapidamente ao ensino a distância, enfrentando desafios que variaram desde a infraestrutura tecnológica até a falta de motivação dos alunos, o que aumentou o sentimento de dificuldade e preocupação quanto à obtenção dos resultados de aprendizagem desejados (Sutiah et al., 2020).

Diante desse cenário, reflexões sobre a importância da inclusão digital se intensificaram, especialmente no ambiente domiciliar, que foi fundamental durante o isolamento social. Enquanto as famílias se adaptavam ao ensino remoto, os estudantes de baixa renda foram desproporcionalmente afetados (Gottschaw & Weise, 2023; Gil Quintana & Vida De León, 2022; Gu, 2021; Prince Torres, 2024), pois não tinham condições mínimas para participar das aulas virtuais, sem conexão à internet, sem equipamento e espaço físico adequado. No Brasil, mais de 4 milhões de estudantes permaneceram isolados em casa sem acesso às atividades escolares remotas (Bauer, 2021). Para esses jovens, o período da pandemia se tornou sinônimo de ruptura com o sistema escolar, pois limitou o acesso aos conteúdos educacionais e às plataformas de ensino, contribuindo para desempenhos insatisfatórios nos exames de avaliação educacional e, consequentemente, nos processos seletivos para o ingresso na educação superior, uma etapa crucial para a inserção no mercado de trabalho (Izquierdo et. al., 2023).

Embora algumas ações tenham sido implementadas para tornar a educação mais inclusiva, como a revisão de materiais pedagógicos, a capacitação de professores e a incorporação de tecnologias inovadoras, o acesso desigual à internet e a computadores, continua sendo relevante (ONU, 2024), impactando, sobretudo, o público de baixa renda (Boeren, 2019).

Os dados do Centro de Estudos e Pesquisas (Cetic), ligado ao Comitê Gestor da Internet (CGI) e considerado a principal fonte de estatísticas públicas referente ao uso da internet no Brasil, demonstraram crescimento no acesso à internet, de 58% em 2015 para 84% em 2023, e a computadores no domicílio, de 38% em 2019 para 41% em 2023. Contudo, quando se observa os dados da classe D, apenas 60% tinha acesso diário à internet em 2022 e apenas 11% dos domicílios tinha computador, enquanto entre a classe A, 93% possuíam acesso no período (Cetic, 2023), o que revela uma grande desigualdade. A pandemia fez com que várias ações fossem desencadeadas, acelerando a expansão do acesso à banda larga, principalmente nas instituições educacionais, e o próprio Conselho Gestor do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST) aprovou uma expansão por meio do Acórdão nº 16, de 3 de abril de 2023 (Anatel, 2023). No entanto, uma política mais ampla é necessária, dada a necessidade de garantir o acesso, não apenas no ambiente escolar, mas também nas residências de todos os estudantes.

A inclusão digital pode ser entendida como a ação de proporcionar de forma equitativa acesso às tecnologias digitais e a oportunidades de se engajar com essas tecnologias de forma apropriada, o que inclui a literacia digital (Wang & Si, 2024). De forma oposta, a exclusão digital consiste na desigualdade do acesso e do uso dessas tecnologias (Méndez-Domínguez et al., 2023). Tratar a inclusão digital como prioridade implica assegurar que todos os alunos tenham os recursos essenciais, como dispositivos conectados à internet, permitindo que o aprendizado se estenda para além da escola e alcance o ambiente domiciliar (Aguilar et al., 2020).

Inicialmente, a exclusão digital foi estudada como sendo a restrição de acesso à infraestrutura, internet e equipamentos, sendo que o acesso a esses recursos implicaria a inclusão digital. Contudo, com o avanço da cobertura nos países desenvolvidos, problemas de desigualdade persistiram, sugerindo-se que apenas o acesso não resulta em uma sociedade inclusiva digitalmente. Neste sentido, os países desenvolvidos passaram a focalizar nas formas de uso e nas habilidades necessárias para a inclusão digital. Ainda nesses países, onde o acesso à internet é amplamente disseminado, o tipo de conexão e o tipo de equipamento utilizado para acesso é bastante desigual, configurando-se uma barreira à inclusão (Van Deursen & Van Dijk, 2015); enquanto países como Finlândia, Noruega e Dinamarca apresentam altas taxas de presença digital, outros países europeus, como Romênia e Bulgária, apresentam níveis muito menores, o que revela níveis de desigualdade até nos países europeus (Cruz-Jesus et al., 2016).

A exclusão digital, mesmo em um cenário de crescimento do acesso à internet, revela persistentes desigualdades sociais, não apenas no contexto educacional. Os usuários de menor poder

aquisitivo ainda utilizam a rede de forma restrita, tanto pela qualidade do acesso, com conexões instáveis e de baixa velocidade, quanto pelo tipo de aparelho usado para acesso, predominantemente o celular. O problema é tão profundo que, em áreas rurais, a falta de acesso à internet implica a inviabilidade de acesso a serviços bancários e públicos, portanto torna-se inacessível também o acesso a serviços educacionais digitais (Lasisi & Ogunsina, 2025). Essa limitação não só impede o desenvolvimento educacional, como também reduz as oportunidades de ascensão profissional e cultural, ampliando, cada vez mais rápido, a exclusão social (Correa et al., 2022).

No Brasil, os resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que indicam a proficiência escolar em quatro áreas do conhecimento e em redação, podem ser utilizados para o ingresso na educação superior, em instituições públicas e privadas. As provas do Enem, com item de múltipla escolha, têm como conteúdo as seguintes áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias. Para cada uma dessas provas é estimada a proficiência do candidato com resultado expresso na escala 0-1000. A redação, um item de resposta construída, também tem resultados expressos nessa escala, embora não seja utilizada a Teoria da Resposta ao Item (TRI) para esse cálculo como ocorre com as outras provas. Diante da problemática apresentada, o objetivo desse trabalho foi verificar se os alunos de baixa renda do 3º ano do ensino médio, com acesso domiciliar à internet e ao computador, apresentam maiores proficiências nas provas do Enem dessas quatro áreas, compostas por item de múltipla escolha, em relação aos que não possuem essa condição, isto é, em situação de exclusão digital, de forma a avaliar se a falta de acesso aos recursos tecnológicos, de fato, influencia o desempenho no exame e, por conseguinte, o acesso à educação superior para esse segmento da população.

Nesta pesquisa, a inclusão digital será considerada apenas em termos de acesso aos recursos digitais internet e computador no ambiente domiciliar, não sendo abordada a literacia digital, aspecto relevante para o processo educacional. Este recorte justifica-se pela abordagem metodológica adotada, consistindo a pesquisa de um estudo quantitativo baseado nos dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), que não contemplam a literacia. Entretanto, como a infraestrutura é relevante para que haja literacia, os resultados da pesquisa buscam contribuir para a área, evidenciando lacunas no ensino médio no Brasil e trazendo subsídios para o desenvolvimento de políticas educacionais que endereçam tais lacunas.

Esta seção introdutória trouxe o contexto da pesquisa e seu objetivo. A seguir é apresentada uma revisão de literatura contemplando a inclusão digital e especificamente a relevância do acesso à internet para esta inclusão. Na terceira seção são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, que consistiu de um estudo quantitativo, com a coleta de dados abertos e modelagem estatística e computacional para a comprovação das hipóteses de pesquisa. Na quarta seção são apresentados os resultados e discussões da pesquisa, seguidos pelas considerações finais e contribuições da pesquisa na quinta seção.

REVISÃO DA LITERATURA

Inclusão Digital e o Acesso à Internet e ao Computador

Em meados da década de 1990, época em que se intensificava a globalização e ocorria o acelerado crescimento da internet nos Estados Unidos da América (EUA), discussões sobre “exclusão digital” se tornaram relevantes, tendo como perspectiva o acesso à tecnologia como impulsionadora da inclusão econômica e social. Essa perspectiva se deu por três razões principais: o surgimento de uma nova economia baseada na informação e nas redes; a crescente importância das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nesse novo cenário; e a ideia de que o acesso a essas tecnologias poderia ser a diferença entre estar excluído ou incluído na nova era socioeconômica (Warschauer, 2003).

Essa configuração da sociedade em rede traz consigo o desafio de suprir, principalmente, aos segmentos de menor nível socioeconômico, a inserção nas TIC, surgindo assim o termo “inclusão digital” (Yu, X., Liu, S., 2022; Sant’Ana et al., 2021). Não fazer parte do mundo digital e tecnológico agrava a desigualdade e exclusão social (Cooper, 2010) e, para garantir a efetividade da inclusão digital, primordialmente é necessário eliminar as desigualdades de oportunidades de acesso tecnológico e conectividade a dispositivos e redes, incluindo a internet, para, consequentemente, desenvolverem as

habilidades necessárias para utilizar os recursos tecnológicos (Morte-Nadal & Esteban-Navarro, 2022). Esse desafio se estende a todos os cidadãos, independente da região onde vivem, seja no contexto urbano ou rural (Gallardo, 2019), sendo assim, as TIC passam a afetar as estruturas sociais e todos os domínios do sistema social são transformados, à medida que a internet se torna uma ferramenta universal de comunicação interativa (Castells, 2000).

Conectar-se digitalmente permite criar espaços de discussão e troca de conhecimentos e até mesmo de atividades econômicas, colaborando com o desenvolvimento social e econômico (Izquierdo et. al., 2023; Bustillo & Aguilos, 2022, Engelbrecht et al., 2020, Sujarwoto & Tampubolon, 2016, Koutroumpis, 2009). Especificamente no nível educacional, o acesso a esses recursos tecnológicos tem se tornado vital para uma participação bem-sucedida na sociedade (Goldhammer et al., 2016), pois manter-se conectado e estudando constantemente (*lifelong learning*) passou a ser uma tarefa obrigatória para quem quer continuar qualificado para o mercado acadêmico ou profissional de maneira sustentável.

Entretanto, a desigualdade no acesso à internet e a equipamentos tem sido um entrave mesmo em países desenvolvidos, levando a níveis de habilidades tecnológicas diferentes, sendo aqueles que utilizam a internet, para quaisquer finalidades os que desenvolvem maiores habilidades no uso de computadores (Lei & Zhou, 2012). Sob um ponto de vista diferente, o simples acesso à internet não garantirá um uso significativo do recurso; variáveis sociodemográficas influenciam o uso e, por exemplo, pessoas de menor renda tendem a fazer uso da internet para entretenimento, enquanto pessoas de renda mais elevada acessam portais de natureza mais informativa e educativa (Zhang, 2015). Um estudo conduzido entre 2005 e 2016 na Itália demonstrou que o acesso a tecnologias como internet e computador aumentou ao longo do tempo, porém a desigualdade entre diferentes segmentos da população persistiu, especialmente na região sul do país e entre famílias cuja pessoa de referência é menos escolarizada (Di Pietro, 2021). Desta forma, as variáveis região e escolaridade do responsável pela família surgem como relevantes para compreender os processos de exclusão digital. A localização urbana ou rural e a infraestrutura do lar também mostram-se relevantes (Gu, 2021; Kartasih et al., 2023), além da renda familiar (Rajam et al., 2021). Nos países em desenvolvimento, a expansão dos celulares e smartphones eleva a quantidade de usuários com acesso à internet, contudo os dados da Indonésia mostraram que outras variáveis como nível educacional, idade e renda determinam o uso que se faz desse recurso, sendo pessoas mais escolarizadas, de maior renda e mais jovens as que de fato acessam a internet, isto é, embora um público mais amplo do estudo tivesse o acesso disponível não o utilizava (Puspitasari & Ishii, 2016). No nível de país, observa-se também a relação entre escolaridade e o uso de internet, sendo que nos países com famílias cujos pais são escolarizados o uso da internet é mais amplo e significativo (Billon et al., 2021). A desigualdade de gênero também se demonstra relevante na avaliação da exclusão digital, sendo as mulheres as maiores vítimas (Adeleke et al., 2022). Considerando-se a natureza do uso da internet, um estudo realizado em 29 países da União Europeia demonstrou que o acesso a serviços digitais tem uma relação com a escolaridade, enquanto o uso recreativo se relaciona com a idade do usuário (Elena-Bucea et al., 2021). No entanto, a influência de questões sociodemográficas mostrou-se inconsistente, em estudo realizado em países asiáticos e africanos, sobre o uso de internet em dispositivos móveis (Vimalkumar et al., 2021).

A largura de banda é um fator importante a ser considerado, pois embora o acesso à internet possa ter aumentado, há uma persistente desigualdade em termos da qualidade (disponibilidade e rapidez) do serviço consumido em diferentes regiões (Hilbert, 2016). Outro ponto observado é que o tipo de acesso à internet influencia uma inclusão digital equitativa e verdadeira. Um estudo feito no Chile, entre 2018 e 2020, mostrou que pessoas que utilizam tanto o celular quanto o computador desenvolvem habilidades digitais mais significativas ao longo do tempo, em comparação com aquelas que usam apenas dispositivos móveis. O uso de dispositivos móveis, embora amplie o acesso à internet, por ser um dispositivo de mais fácil aquisição, pode limitar as habilidades digitais adquiridas, já que atividades desempenhadas nesses dispositivos tendem a ser mais restritas, enquanto nos computadores, o engajamento tende a ser mais amplo e sofisticado (Lima & Araújo, 2021; Correa et al. 2022). Pode-se considerar que o acesso à internet via celulares e tablets não reduz a exclusão digital, pois a inclusão implicaria o acesso pleno aos diferentes sistemas digitais disponíveis, desde redes sociais a serviços

públicos de saúde e educação, sendo que a interação com esses sistemas é otimizada, ou por vezes possível, apenas via computadores, evidenciando-se uma estratificação social (Faith & Hernandez, 2024).

Um estudo realizado no Sul do Brasil apontou que possuir um computador doméstico em casa, pode reduzir a reprovação escolar, porém o acesso à internet pode desmotivar e tirar o foco dos alunos (Reed & Reay, 2015). Os impactos da tecnologia vão além do desempenho escolar, um estudo com estudantes chineses mostrou que aqueles tinham acesso à internet em casa apresentaram pontuações mais altas, do que aqueles sem internet, na autoeficácia no uso do computador e internet, nas atitudes em relação à tecnologia e na aprendizagem (Lei & Zhou, 2012), o que evidencia a multidimensionalidade do tema.

Importância das TIC no processo de ensino e de aprendizagem

As TIC impulsionaram a criação de plataformas de conteúdo educacional e ensino a distância (Hermida & Bonfim, 2006) e, com o passar dos anos, novas maneiras de ensino a distância foram criadas, tendo a internet como um meio de disponibilização e interação do conteúdo educacional, tais como Moodle em 2001, OCW – Open Course Ware em 2002, Khan Academy em 2008 (organização não governamental que produz e distribui vídeos educacionais pela internet), YouTube Edu em 2009 que disponibiliza palestras on-line, Udemy, Udacity e Coursera, plataformas digitais que oferecem cursos massivos on-line e estão se popularizando entre alunos e profissionais (Filatro, 2022).

As TIC são vistas como aliadas em sala de aula (Engelbrecht et al., 2020), pois tornam as aulas mais interessantes e possibilitam uma aprendizagem com maior autonomia. Os alunos podem ter acesso às informações atualizadas, rapidamente, através de mecanismos automáticos de buscas que auxiliam no processo de ensino e de aprendizagem e tornam as aulas mais significativas e atrativas para os estudantes (Lima & Araújo, 2021). Ainda se observa que muitas instituições e professores não fazem uso das TIC em suas aulas e, embora haja muito potencial, a implementação adequada nas escolas ainda enfrenta muitos desafios, tais como a falta de equipamentos, capacitação dos professores, perspectiva de uso para que o aluno compreenda o significado da adoção tecnológica no contexto educacional (Almeida et al., 2023).

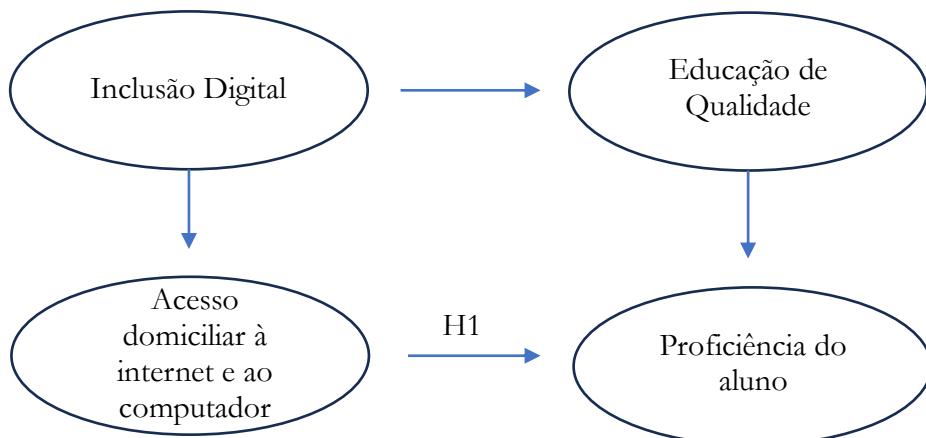
Apesar dos benefícios, há o desafio de preparar os professores para que adaptem suas práticas pedagógicas e se integrem com essas novas tecnologias e a formação continuada dos professores é mencionada como um elemento crucial para que a utilização das TIC seja eficaz e contribua para o desenvolvimento cognitivo dos alunos (Lima & Araújo, 2021). É necessário formar professores para o uso de tecnologia e transformá-los em agentes mediadores do conhecimento, capazes de gerir as tensões que surgem no ambiente escolar e de estabelecer normas para a vida, além dos muros escolares. Com o uso das TIC em sala de aula, ocorre uma mudança significativa, onde o aluno assume um papel mais autônomo e desenvolve sua capacidade crítica, enquanto os professores se tornam facilitadores no processo de aprendizagem (Costa et al., 2019).

Um estudo sobre o uso da internet realizado com 140 crianças do Instituto Black Child & Family concluiu, após 6 meses, que as crianças que usaram mais a internet tiveram pontuações mais altas em testes padronizados de aquisição de leitura do que as crianças que a usaram menos (Jackson et al., 2006). Um outro estudo, com alunos da região de Múrcia na Espanha, aferiu a percepção de 2.734 alunos do ensino secundário sobre os benefícios da internet para o seu aprendizado educacional e, para 68%, são percebidos benefícios. A maior parte da amostra mencionou acreditar que os professores deveriam utilizar mais a internet para ensinar em sala de aula, pois o uso de recursos visuais, como vídeos, facilita o aprendizado. Por outro lado, os 32% dos alunos que não perceberam ser benéfico o uso da internet em aula considera que esta pode distraí-los e prejudicar o andamento das lições de casa, fazendo-os perder o foco dos trabalhos escolares. Esse estudo também permitiu concluir que as famílias de baixa renda, fazem menos uso de computadores e internet, reforçando a urgência de inclusão digital para diminuir a desigualdade (Pagán et al., 2018).

A urgência em se tratar a desigualdade no acesso às tecnologias torna-se maior com a Inteligência Artificial (IA), que está presente em tarefas diárias (Balaban et al., 2023; Choi et al., 2023). A IA é objeto de pesquisa nos estudos da área educacional, abordando-se temas como os possíveis pontos negativos de uso dessas tecnologias, personalização; riscos e ganhos do uso; melhores práticas para alunos

e professores; entre outros temas. Diante do exposto, observa-se que a aplicação das TIC tem evoluído significativamente nas últimas décadas, em diferentes esferas e especialmente na educação. Contudo, é complexo discutir aplicações da Inteligência Artificial, robótica e personalização, quando problemas na base, como restrições de acesso à infraestrutura tecnológica, ainda persistem. Nesse sentido, considerando-se o objetivo do estudo e a literatura estudada, propõe-se o modelo conceitual da pesquisa (Figura 1).

Figura 1 - Modelo Conceitual da Pesquisa



Reforçado pelos estudos de Jackson et al. (2006), Lei e Zhou (2012) e Pagán et al. (2018), que buscaram compreender a influência do acesso à internet no desenvolvimento de habilidades dos alunos, bem como, identificar seus benefícios para o aprendizado educacional propõe-se a hipótese H1a:

Hipótese 1.a: Ter acesso domiciliar à internet influencia positivamente na proficiência do aluno.

A literatura sugere que o acesso à internet em casa pode aumentar sua exposição a conteúdos educacionais variados e atualizados, permitindo que os alunos estudem e se preparem melhor, e consequentemente estejam mais preparados para fazer exames como o Enem. Além disso, o acesso à internet facilita a aquisição de conhecimentos e habilidades, além de melhorar a autoconfiança dos alunos em lidar com as exigências acadêmicas (Lei & Zhou, 2012; Correa et al., 2022).

O tipo de dispositivo de acesso (celular ou computador) influencia o resultado do aluno (Damiani et al., 2016; Henrique & Araujo, 2019), havendo maiores ganhos no desenvolvimento de habilidades digitais entre os alunos que fizeram uso combinado de computador e celular do que os que usaram somente o celular, tendo em vista que o acesso pelo computador oferece um ambiente de estudo mais robusto, podendo-se fazer uso de softwares e plataformas educacionais e realizar atividades mais complexas que não seriam possíveis pelo celular (Lei & Zhou, 2012; (Correa et al., 2022; Jackson et al., 2006). Assim, propõe-se a hipótese H1b.

Hipótese 1.b: Ter acesso domiciliar à internet e a um computador, potencializa a proficiência do aluno.

Finalmente, para verificar se essas tecnologias são fatores importantes e perenes ao longo do tempo no público de interesse, isto é, alunos de baixa renda e cursando o último ano do ensino médio propõe-se a hipótese H1c:

Hipótese 1.c: Ter acesso domiciliar à internet e a um computador, é um fator relevante frente as demais variáveis, ano após ano, para a proficiência do aluno.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de atender ao objetivo proposto neste trabalho, qual seja, verificar se o acesso domiciliar à internet e ao computador influencia na proficiência do aluno do ensino médio de baixa renda

no Enem, definiu-se como universo da pesquisa os indivíduos que se inscreveram no exame e estiveram presentes nos dois dias de aplicação, obtendo nota nas quatro provas objetivas. Os dados foram obtidos através de resultados divulgados pelo Inep, contendo, além das proficiências, também denominadas notas, as respostas às perguntas do questionário de inscrição, no período de 2015 a 2023. A série histórica iniciou-se em 2015, pois a partir desse ano o questionário de inscrição no exame padronizou algumas questões, em especial as perguntas Q024 (acesso ao computador) e Q025 (acesso à internet na residência), permitindo a comparação dos dados entre os anos considerados.

No período investigado, houve mais de 49 milhões de inscrições no Enem (49.839.303), dos quais cerca de 33 milhões realizaram as quatro provas objetivas (33.295.732). Os registros com ausência de informações foram descartados, sem prejuízo para a distribuição das médias das variáveis, restando-se 32.601.016 de registros válidos. Deste total, cerca de 10 milhões de participantes (10.366.389) estavam cursando o último ano do ensino médio, metade deles possuindo renda familiar inferior ou igual a 1,5 salários-mínimos, considerando-se este, o público de baixa renda (5.148.898 alunos), foco da pesquisa. Dado o grande volume de dados, optou-se por extrair uma amostra aleatória de 30% dos participantes presentes nas provas, de baixa renda familiar, cursando o último ano do ensino médio, totalizando 1.544.670 alunos concluintes. Os valores extremos nas notas dos alunos (cerca de 1% da amostra) foram desconsiderados, restando, 1.529.177 de registros válidos. A amostra, ao considerar os alunos que estavam cursando o último ano do ensino médio, reduz vieses em relação aos demais perfis que prestam a prova como, por exemplo treineiros, aqueles que já concluíram o ensino médio ou os que não concluíram e não frequentavam escolas de ensino médio no momento do exame.

As análises estatísticas realizadas utilizaram o ambiente computacional Python. Na fase de preparação dos dados, as observações com valores ausentes (*missing values*) foram excluídas. Em decorrência das novas diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a partir de 2020, o Inep deixou de divulgar a variável estado de residência, ou seja, a Unidade Federativa onde reside o candidato e, por isso, para os anos de 2020 a 2023, a UF de residência foi estimada utilizando-se a variável UF do local de realização da prova. A partir disso, foi criada a variável REG_UF para indicar a região de residência (Norte, Nordeste, Sul, Centro-Oeste, Sudeste).

Para as variáveis categóricas como sexo, região, tipo de escola, raça/cor, escolaridade dos pais, infraestrutura da casa, tamanho da família, entre outras, foram criadas variáveis dummy binárias (0=ausência do atributo e 1=presença do atributo), conforme recomendado por Géron (2017). Além disso, as variáveis descritivas binárias de interesse para responder às questões de pesquisa foram criadas tal como a seguir:

- I: 1 se participante possui acesso à internet domiciliar, 0 caso contrário;
- C: 1 se participante possui acesso a um computador em sua residência, 0 caso contrário;
- SóI: 1 se participante possui acesso à internet e não possui um computador em sua residência, 0 caso contrário;
- SóC: 1 se participante não possui acesso à internet e tem um computador em sua residência, 0 caso contrário;
- IeC: 1 se participante possui acesso à internet e tem um computador em sua residência, 0 caso contrário.
- nIenC: assume 1 participante não possui nem computador e nem internet em sua residência, 0 caso contrário;

Essa variável binária IeC pode fornecer *insights* sobre o tipo de equipamento que o participante utiliza para acessar a internet. Por exemplo, se o participante possui tanto computador quanto internet, isso pode indicar que ele utiliza o computador para acessar a rede. De acordo com Damiani et al. (2016) e Araujo (2019), o tipo de dispositivo utilizado para acessar a internet é um aspecto relevante para a análise de desempenho em provas, destacando-se ainda que o uso do computador esteve associado à menores taxas de reprovação escolar.

Por fim, com o intuito de se definir uma variável dependente, que representasse a proficiência do aluno para, então, aplicar os modelos estatísticos desse estudo, criou-se a variável NU_MEDIA, calculada como a média aritmética das notas das quatro provas:

- NU_NOTA_MT: nota em Matemática e suas Tecnologias;
- NU_NOTA_CH: nota em Ciências Humanas e suas Tecnologias;
- NU_NOTA_LC: nota em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias;
- NU_NOTA_CN: nota em Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A lista completa com todas as variáveis analisadas no estudo está disponível como material suplementar. Na análise dos dados, foram estimados modelos preditivos baseados em regressão linear, cuja variável resposta (y) é a média de nota dos estudantes nas quatro provas objetivas do Enem (NU_MEDIA). As variáveis explicativas ou independentes (x) dos modelos foram aquelas relacionadas ao acesso à tecnologia (computador e internet) e a questões sociodemográficas (gênero, escolaridade dos pais, região onde mora, raça/cor, escola pública ou privada, tamanho da família, infraestrutura da casa). A infraestrutura domiciliar foi classificada como incompleta quando não havia pelo menos um micro-ondas, uma máquina de lavar, uma geladeira, um banheiro e dois quartos no domicílio. Calculou-se o *Variance Inflation Factor* (VIF), ou Fator de Inflação da Variância, medida usada para detectar a presença de multicolinearidade entre as variáveis independentes do modelo de regressão linear, não se observando problemas dessa natureza, pois todas as variáveis tiveram valores inferiores a quatro, indicando uma boa aderência.

Inicialmente, aplicou-se o modelo de regressão linear, pelo método dos mínimos quadrados ordinários, a cada ano da série de dados, estimando-se uma função linear do tipo $y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i$, em que b_0 é a constante do modelo, ou intercepto vertical, b_1 representa o coeficiente angular, demonstrando a relação entre x e y e x_1 é o valor da variável independente 1. Este modelo teve como objetivo identificar se as variáveis de acesso (sóI, sóC e IeC) e variáveis sociodemográficas tinham relação linear com o resultado do aluno no Enem. Em seguida, foi aplicado o modelo de regressão linear com dados em painel, para as variáveis explicativas de acesso (sóI, sóC e IeC) e gênero, mantendo as demais variáveis sociodemográficas como variáveis de controle. O modelo de efeitos fixos é uma extensão da regressão linear aplicável quando existem grupos, indivíduos ou unidades específicas, nas quais deseja-se controlar os efeitos. Uma das formas de implementá-la é incorporando variáveis dummy, transformando-as em variáveis binárias (0=ausência do atributo ou 1=presença do atributo). Essas variáveis dummy permitem que o modelo controle os efeitos individuais ou de grupos fixos, capturando a variação específica associada a cada unidade ou grupo. Ao incluir os efeitos fixos, ela remove a influência das características individuais ou de grupo constantes, focando na variação entre os indivíduos. No problema em questão, a cada ano tem-se um conjunto diferente de alunos realizando o Enem, ou seja, não há observações repetidas ao longo do tempo para os mesmos indivíduos. Dessa forma foram criados modelos independentes para cada ano, a fim de se comparar os resultados e explicar os fatores que influenciam as notas dos alunos ao longo do tempo. Buscou-se, desta forma, neutralizar o efeito do contexto socioeconômico sobre a nota no exame, controlando-se as estimativas pela quantidade de pessoas que compartilha a mesma residência, pela escolaridade dos pais, pelas diferenças raciais, entre outras características socioeconômicas. Uma vez controlado o efeito das variáveis raça/cor, sexo, região, tipo de escola que estuda, escolaridade da mãe e do pai, tamanho da família e infraestrutura domiciliar, o efeito remanescente encontrado nos parâmetros das variáveis de acesso à tecnologia pode ser interpretado como o efeito mais próximo que o acesso domiciliar à internet e ao computador exercem sobre a nota dos alunos.

Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa utilizou modelos estatísticos, como regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários (OLS) e modelos de efeitos fixos, com o objetivo de estimar associações e potenciais impactos de determinadas variáveis sobre os resultados educacionais analisados. No entanto, é importante reconhecer as especificidades e limitações dessas abordagens no campo das Ciências Sociais e Humanas. Embora tais modelos permitam controlar estatisticamente parte da heterogeneidade observável e, em alguns casos, isolar efeitos condicionais, eles não eliminam completamente problemas de endogeneidade, omissão de variáveis relevantes ou viés de seleção. Além

disso, o uso do termo “impacto” deve ser interpretado com cautela, uma vez que, na ausência de desenho experimental ou quase-experimental rigoroso, tais inferências não podem ser compreendidas como causais no sentido estrito; o impacto, desta forma, deve ser compreendido como a ocorrência de significância estatística. Em pesquisas em educação e nas ciências humanas, a complexidade dos fenômenos sociais exige articulação com abordagens qualitativas para melhor compreender os significados, processos e contextos envolvidos, os quais frequentemente escapam às métricas quantitativas. Portanto, reconhece-se que os modelos estatísticos aqui utilizados oferecem uma aproximação analítica relevante, mas limitada, da realidade educacional estudada.

RESULTADOS

Considerando a amostra de alunos de baixa renda, observou-se que a maioria vem da região Nordeste (45%), seguida por Sudeste (27%), Norte (13%) e Sul e Centro-Oeste (7% cada). Em termos de raça/cor, há predominância da raça/cor parda (54%), seguida pela raça/cor branca (27%), preta (14%), amarela (2%) e indígena (2%). A maioria dos alunos são mulheres (63%) e 93% cursavam o ensino médio em escolas públicas. A renda familiar máxima é de 1,5 salários-mínimos, sendo que 52% têm renda familiar de até um salário, 40% entre um e 1,5 salários e 8% não possuem renda. Entre a escolaridade dos pais, observou-se que 34% possuíam mães com ensino fundamental incompleto, 34% com ensino médio completo e 17% com fundamental completo; apenas 7% das mães possuía formação superior e 3% nunca frequentou a escola. Do ponto de vista paterno, 41% dos alunos tinham pais com ensino fundamental incompleto, 23% com ensino médio completo, 14% com fundamental completo e apenas 4% com formação superior e 6% que nunca frequentaram a escola. Chama atenção o fato de que 5% das mães e 13% dos pais tinham sua escolaridade desconhecida pelos filhos, o que pode sugerir que o estudante viva com outros membros da família ou outros responsáveis que não seus pais. Em termos da infraestrutura do lar, 78% dos alunos responderam viver em um lar com infraestrutura incompleta, ou seja, com menos de um banheiro, dois dormitórios, micro-ondas, lava-roupas e geladeira. Os alunos vivem, quanto ao tamanho de suas famílias, em 51% dos domicílios, com famílias de 3 a 5 pessoas, 35% com famílias menores do que 3 pessoas e 14% com famílias com mais de 5 pessoas.

Primeiramente, aplicou-se a regressão linear múltipla como uma abordagem inicial para verificar a significância do acesso ao computador e à internet, mantendo as demais variáveis constantes. O primeiro modelo considerou apenas as variáveis de acesso à tecnologia (sóI, sóC e IeC), com a equação geral 1.

$$y = b_0 + b_{sói}x_{sói} + b_{sóc}x_{sóc} + b_{iec}x_{iec}, \text{ onde,} \quad (1)$$

y = nota média do aluno nas provas Enem

b_0 = constante, intercepto vertical, ou seja, o valor de y quando as demais variáveis tem valor zero.

$b_{sói}$ = coeficiente angular para a variável sóI (acesso à internet)

$b_{sóc}$ = coeficiente angular para a variável sóC (acesso ao computador)

b_{iec} = coeficiente angular para a variável IeC (acesso à internet e ao computador)

x = variáveis independentes sóI, sóC e IeC

A Tabela 1 apresenta os coeficientes de regressão para as variáveis explicativas do modelo, o sinal positivo dos coeficientes indica que a presença do recurso eleva a nota média no Enem. Observou-se que em todos os anos da série temporal, o acesso às TIC influencia positivamente o desempenho do estudante na prova.

Tabela 1 - Resultado do modelo com as variáveis de interesse: sóI, sóC e IeC

Variáveis x	Ano								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Intercepto	461,71** *	467,32** *	470,82** *	486,99** *	462,49** *	458,18** *	451,31** *	465,31** *	462,64** *
sóI	8,36***	9,59***	10,71***	10,81***	10,64***	13,51***	13,52***	14,51***	14,76***
sóC	16,67***	16,50***	19,14***	19,69***	21,61***	30,61***	24,39***	18,90***	24,09***
IeC	23,10***	24,97***	28,28***	29,12***	32,32***	40,96***	41,08***	39,11***	41,58***

Notas: *** p-valor < 0,01; ** p-valor < 0,05; *p-valor < 0,1

Os resultados demonstram que, sem considerar o efeito das variáveis sociodemográficas, todas as variáveis de acesso foram significantes (*p*-valor < 0,01); essas variáveis têm um efeito estatisticamente significante sobre a variável dependente do modelo (nota no Enem). Os coeficientes representam o aumento em pontos na nota média dos alunos, sempre considerando todas as demais variáveis constantes, como, por exemplo, no ano de 2015, se o aluno tiver só internet (sóI = 1) e as demais variáveis forem iguais a zero, há um aumento de 8,36 pontos na média do Enem.

Um segundo modelo de regressão linear foi estimado, considerando não apenas as variáveis de acesso, mas também as variáveis sociodemográficas do estudante, como demonstra a equação 2.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_{23} x_{23}, \text{ onde} \quad (2)$$

y = nota média do aluno nas provas do Enem

b_0 = constante, intercepto vertical, ou seja, o valor de y quando as demais variáveis tem valor zero.

b_1 a b_{23} = coeficientes angulares das variáveis 1 a 23

A Tabela 2 apresenta os resultados da regressão, concentrando-se em compreender os coeficientes de cada variável e sua significância estatística. Ressalta-se que a interpretação dos coeficientes atrelados a cada variável é a quantidade de pontos que aquela variável acrescenta na nota do aluno, considerando que todas as outras variáveis permaneçam constantes. Em relação ao gênero, ser do sexo feminino está associado a uma redução nas notas, com as alunas apresentando, em média, menor proficiência no exame ao longo dos nove anos. Esse resultado está em linha com análises e estudos anteriores de Monteiro (2022), Moraes et al. (2022) e Dutra et al. (2023).

Para região, alunos das regiões Sudeste e Sul obtêm melhores resultados se comparados à região Norte, que é a referência. Os coeficientes para o Sudeste em 2023, sugerem que os alunos que vivem nesta região, em média alcançam 21,47 pontos a mais que os alunos da região Norte, e os alunos do Sul, 17,32 a mais, o que é consistente com a literatura que aponta desigualdade digital em regiões rurais e remotas (DiPietro, 2021; Gu, 2021; Kartiasih et al., 2023).

O tipo de escola mostrou-se significante, pois alunos de escolas públicas, consistentemente, apresentaram menores proficiências comparadas aos de escolas privadas. Esse resultado é consistente com o estudo de Feijó e França (2021) que destaca as desigualdades entre escolas públicas e privadas e a crescente importância do *background* familiar na redução dessas desigualdades. No contexto familiar, a escolaridade dos pais e o tamanho da família mostraram resultados significantes. Segundo Feijó e França (2021) o *background* da turma, dos docentes e da escola vem contribuindo cada vez menos para as diferenças de desempenho, abrindo-se espaço para que as dotações individuais, especialmente em termos de *background* familiar, assumam um papel crucial na explicação das desigualdades de desempenho.

Observa-se que, quanto maior a escolaridade dos pais, especialmente da mãe, melhor é a nota média do aluno. O coeficiente para a variável Mae_ESup_mais (mãe com ensino superior ou mais) foi de 16,91 pontos em 2015 e aumentou para 23,78 em 2023. Esse aumento sugere que a escolaridade da mãe passou a ter uma influência ainda maior na nota do aluno, ampliando o entendimento sobre essa questão, inicialmente relatada no trabalho de Feijó et al. (2022), que avaliou o efeito líquido da

contribuição da escolaridade dos pais na educação dos filhos no ano de 2017. Assim como o gênero e o tipo da escola, o tamanho da família também gera impacto na nota, sendo que quanto maior a família, maior é o impacto negativo na nota média do aluno.

Considerando as variáveis de acesso à tecnologia, para a variável sóI (acesso apenas à internet) houve significância estatística em todos os anos, sendo o aumento de 2,13 pontos na nota em 2015 e 6,55 pontos em 2023, o que sugere um impacto positivo sobre o desempenho do aluno. Embora significante, o impacto de sóI é menor do que o impacto de IeC, o que sugere que ter somente o acesso à internet contribui menos para a nota do aluno.

Para a variável ter acesso à internet e computador em casa (IeC), constata-se que houve um impacto significativo e crescente nas notas, especialmente durante a pandemia de COVID-19, com coeficientes superando 20 pontos de aumento na nota do Enem, atingindo 23,38 em 2021. Isso mostra a importância dessas tecnologias para o desempenho acadêmico (Jackson et al., 2006; Correa et al., 2022). Na Tabela 2 consta o conjunto desses dados.

Tabela 2 - Resultado do modelo com todas as variáveis explicativas

	Variáveis	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Intercepto	477,70***	485,97***	488,38***	483,99***	478,37***	476,80***	463,30***	469,68***	468,13***
Internet e computador Ref: nIeNC	SóI	2,13***	3,50***	4,13***	4,22***	3,60***	5,64***	6,59***	7,00***	6,55***
	SóC	10,24***	9,91***	11,42***	11,06***	12,66***	18,99***	15,57***	10,09***	12,62***
	IeC	11,47***	13,19***	14,87***	15,23***	16,46***	20,54***	23,38***	20,58***	20,09***
Gênero Ref: masculino	feminino	-7,63***	-10,05***	-8,79***	-8,88***	-8,40***	-17,15***	-11,39***	-8,63***	-9,07***
Raça Ref: raça_outra	Branca	5,32***	5,30***	5,78***	7,18***	8,97***	12,28***	11,49***	12,28***	14,71***
	Parda	0,40	0,38	0,30	0,47	0,91***	2,85***	2,25***	2,07***	3,02***
Região Ref: norte	Centro-oeste	4,56***	3,97***	6,74***	4,47***	7,17***	7,80***	5,43***	5,09***	7,78***
	Nordeste	4,91***	5,05***	5,34***	5,49***	7,13***	7,22***	9,54***	8,83***	7,87***
	Sudeste	12,20***	10,90***	13,26***	12,93***	14,45***	19,12***	19,38***	20,32***	21,47***
	Sul	11,49***	9,20***	12,31***	10,34***	13,58***	18,53***	14,84***	13,41***	17,32***
Tipo de escola Ref: escpartic	escpubl	-28,18***	-28,01***	-29,96***	-10,80***	-32,26***	-31,37***	-28,14***	-24,81***	-31,85***
Escolaridade da mãe Ref: mae_desconhecida	Mae_fund_incompl	6,48***	5,49***	6,35***	6,64***	7,16***	9,42***	8,23***	8,91***	9,86***
	Mae_fundamental	9,83***	8,78***	9,61***	10,91***	11,07***	13,75***	11,22***	12,63***	14,90***
	Mae_medio	14,53***	13,94***	14,01***	15,77***	16,60***	18,58***	15,84***	18,10***	20,99***
	Mae_esup_mais	16,91***	16,02***	16,80***	19,51***	19,99***	22,10***	16,66***	20,09***	23,78***
Escolaridade do pai Ref: pai_desconhecida	Pai_fund_incompl	0,48	0,33	1,30***	0,57*	1,45***	-0,26	-0,22	0,56	1,06
	Pai_fundamental	2,82***	3,22***	3,45***	4,33***	3,97***	2,96***	3,15***	3,20***	3,55***
	Pai_medio	6,58***	6,78***	7,53***	7,59***	8,26***	5,99***	5,97***	6,80***	7,99***
	Pai_esup_mais	13,93***	12,76***	14,24***	16,46***	15,13***	14,76***	11,86***	12,39***	15,25***
Tamanho da família Ref: tam3pessoaspeq	Tam5pessoasmed	-3,70***	-3,28***	-3,50***	-3,70***	-4,39***	-4,29***	-4,21***	-4,86***	-5,41***
	Tam6pessoasgr	-8,39***	-8,00***	-8,69***	-8,81***	-8,90***	-9,68***	-9,81***	-10,07***	-11,42***
Infraestrutura do domicílio ref: infra_basicacompleta	Infra_basicaincompleta	1,23***	1,00***	1,49***	0,42	1,67***	0,95***	2,72***	3,73***	6,06***
Baixa renda Ref: renda_0e1	Renda1,5	6,97***	6,59***	7,35***	8,06***	7,86***	10,87***	9,66***	11,18***	12,88***

Notas: x1= sóI; x2= sóC, x3= IeC; x4= sexo feminino, x5=raça branca; x6= raça parda; x7= região centro-oeste; x8= região nordeste; x9=região sudeste, x10= região sul; x11= escola pública; x12= escolaridade da mãe fundamental incompleto; x13= escolaridade da mãe fundamental completo; x14= escolaridade da mãe ensino médio; x15= escolaridade da mãe superior; x16 = escolaridade do pai fundamental incompleto; x17= escolaridade do pai fundamental completo; x18= escolaridade do pai ensino médio; x19= escolaridade do pai superior; x20= tamanho da família médio; x21= tamanho da família grande; x22= infraestrutura da residência básica incompleta; x23= renda maior que 1,5 salários mínimos. Ref: categoria de referência, que recebe o código zero na modelagem

A seguir, aplicou-se o modelo de regressão com efeitos fixos, um para cada ano, para compreender a influência bruta e líquida que o acesso às tecnologias (computador e internet) em casa tem na variável dependente. Inicialmente introduziu-se como variáveis explicativas apenas as variáveis de acesso à tecnologia e a variável sexo (sexo feminino=1), para verificar o efeito das diferenças de gênero sobre o desempenho; as demais variáveis demográficas não foram consideradas no modelo, conforme realizado no trabalho de Feijó et al. (2022). A equação 3 é a regressão estimada para este modelo.

$$y = b_0 + b_{sói}x_{sói} + b_{sóc}x_{sóc} + b_{iec}x_{iec} + b_{fem}x_{fem} \quad (3)$$

Os coeficientes de cada variável de interesse em cada ano estimam o quanto cada variável incrementa na nota média do aluno quando comparado ao aluno que não possui internet e nem computador (nIenC) naquele ano, como consta na Tabela 3. Sem avaliar o efeito das demais variáveis, nota-se que todas elas possuem p-valor significante, sendo que ter internet e computador ou apenas internet, aumentam o desempenho do aluno, enquanto ser do sexo feminino reduz a nota em todos os anos, o que evidencia a desigualdade de gênero (Adeleke et al., 2022).

Tabela 3 - Efeito do acesso à internet e computador na nota média, sem controle

Variáveis x	Ano								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Intercepto	466,5***	473,61***	476,25***	492,36***	467,67***	469,39***	458,31***	470,42***	467,95***
sóI	8,46***	9,68***	10,77***	10,89***	10,67***	13,51***	13,66***	14,53***	14,59***
IeC	22,87***	24,55***	27,86***	28,65***	31,81***	39,79***	40,59***	38,68***	40,85***
Feminino	-7,41***	-9,77***	-8,49***	-8,35***	-8,01***	-16,83***	-10,93***	-7,79***	-7,91***

Nota: *** p-valor < 0,01; ** p-valor < 0,05; *p-valor < 0,1

Estimou-se, então, o modelo de efeitos fixos considerando as mesmas variáveis explicativas (gênero e variáveis de acesso), porém, somando o efeito das variáveis de controle sociodemográficas (Equação 4).

$$y = b_0 + b_{sói}x_{sói} + b_{sóc}x_{sóc} + b_{iec}x_{iec} + b_{fem}x_{fem} + Wi \quad (4)$$

Onde:

y = valor da nota média nas 4 provas objetivas do indivíduo i, com efeitos fixos Ω_i ;

$b_{sói}$ = é o coeficiente de regressão que indica o efeito líquido do indivíduo ter apenas internet em casa;

$b_{sóc}$ = é o coeficiente de regressão que indica o efeito líquido do indivíduo ter apenas computador em casa;

b_{iec} = é o coeficiente de regressão que indica o efeito líquido do indivíduo ter acesso à internet em casa e ter computador;

Ω_i = é um conjunto de efeitos fixos do indivíduo, $\Omega_i = (\nu_r + \pi_s + \rho_o + \delta_e + \lambda_m + \varphi_p + \tau_f + \omega_u)$ são os efeitos fixos do indivíduo i de raça r, de sexo s, residente na região o, estudante na escola de tipo e, cuja mãe tem escolaridade m, e o pai escolaridade p, com o tamanho da família f e de infraestrutura domiciliar u, na nota média;

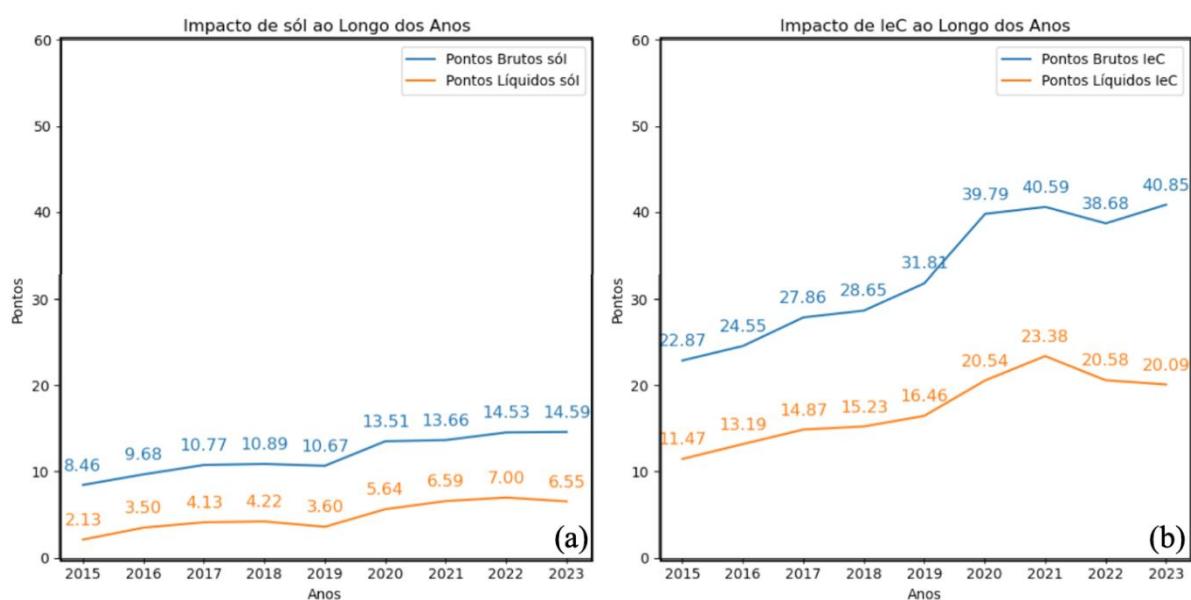
Assim como no modelo anterior, o acesso às TIC é relevante estatisticamente no período considerado na série temporal, com influência positiva na nota. Ao incluir a variável sexo, observa-se que ser do sexo feminino reduz o desempenho na prova, o que reforça o problema da desigualdade de gênero. Buscou-se identificar o efeito líquido das variáveis de acesso à tecnologia, isolando o efeito das variáveis

sociodemográficas. Tomando como exemplo o ano de 2020, o aluno que tinha acesso a computador e internet em casa (IeC), apresentou em média 20,54 pontos a mais quando comparado ao aluno que não possui internet e nem computador (nIenC). Enquanto o aluno que só tinha internet apresentou em média apenas 5,64 pontos a mais.

Comparando o efeito bruto e líquido, foi observado que os alunos que tinham acesso à internet e computador (IeC) consistentemente apresentaram, ao longo de nove anos, pontuações mais altas do que aqueles que não tinham nenhum dos dois, com um aumento mais expressivo no ano de 2021, de 23,38 pontos.

Aqueles que possuíam apenas acesso à internet e não tinham computador em casa (SóI) tiveram notas superiores aos que não possuíam ambos (nIenC), porém menos representativos, sendo que em 2022 foi o ano com maior diferença, chegando a 7 pontos. Ao longo dos anos, notou-se um crescimento gradual no efeito líquido da internet e do computador (IeC) sobre as notas dos alunos, particularmente maior a partir de 2020. A Figura 2 evidencia que recursos tecnológicos apresentam efeito no resultado obtido pelo estudante no Enem, sendo o efeito líquido aquele que desconta o efeito de outras variáveis de controle (gênero, escolaridade dos pais etc.); assim, observa-se (figura da esquerda) que o acesso apenas à internet (6,54 pontos a mais para o aluno que tem esse recurso) possui efeito importante, porém para internet e computador, o efeito é ainda mais relevante (20,09 pontos a mais para os alunos que têm ambos os recursos no ambiente domiciliar) (figura da direita).

Figura 2 - Comparação efeito bruto e líquido de ter internet e internet e computador na nota média no Enem



Desta forma, as hipóteses da pesquisa podem ser examinadas, como apresenta o Quadro 1. As análises estatísticas, considerando o resultado médio nas provas do Enem, demonstram que estudantes com acesso à tecnologia em suas residências apresentam desempenho mais favorável, portanto as hipóteses 1a, 1b e 1c foram comprovadas. Estes resultados evidenciam a necessidade de políticas educacionais que melhorem a infraestrutura nos ambientes escolares, porém agregando ações que viabilizem uma estrutura ampliada ao ambiente domiciliar. O resultado da exclusão digital, calculada como o efeito líquido de se ter acesso à internet, ao computador ou a ambos, indica que os alunos de baixa renda sem acesso aos recursos competem em desvantagem se comparados aos colegas também de baixa renda com acesso, não havendo equidade nem dentro desse grupo social. O estudo não abordou outras classes de renda, porém, pelos resultados obtidos com a categoria de baixa renda, pode-se esperar que essa discrepância seja ainda maior, o que na prática, aumenta a desigualdade social e agrava os problemas, já urgentes, da sociedade brasileira.

Quadro 1 - Exame das hipóteses de pesquisa

Hipótese	Resultado
H1.a: Ter acesso domiciliar à internet influencia positivamente na proficiência do aluno.	Comprovada
H1.b: Ter acesso domiciliar à internet e a um computador, potencializa a proficiência do aluno.	Comprovada
H1.c: Ter acesso domiciliar à internet e a um computador, é um fator relevante frente as demais variáveis, ano após ano, para a proficiência do aluno.	Comprovada

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi investigar como o acesso à internet e ao computador influenciam a proficiência dos alunos de baixa renda no 3º ano do ensino médio. A proficiência foi calculada como a nota média nas quatro provas objetivas do Enem, para uma amostra de 1,5 milhão de alunos entre 2015 e 2023.

A literatura sugere que o acesso à internet em casa pode aumentar a exposição a conteúdos educacionais variados e atualizados e, adicionalmente, permite que os alunos estudem e se preparem melhor para provas, como as do Enem, e com isso obtenham melhor proficiência escolar, além de melhorar a autoconfiança dos alunos em lidar com as exigências acadêmicas, como mencionado nos estudos de Lei e Zhou (2012) e de Correa et al. (2022). No entanto, os resultados da pesquisa revelam que há muitas desigualdades e desafios relacionados ao uso dessas tecnologias no Brasil.

Para responder à questão problema da pesquisa foram analisadas três hipóteses referentes ao impacto do acesso domiciliar às tecnologias, como internet e computador, na proficiência de alunos de baixa renda no Enem. Primeiramente buscou-se compreender o efeito isolado do acesso à internet. Depois foi analisado o efeito de ambos, internet e computador. Por fim, foi analisado também o impacto desses dois recursos tecnológicos ao longo do tempo. Em todos os casos foi possível identificar evidências do impacto positivo da tecnologia na proficiência dos alunos.

Após controlar o efeito das demais variáveis, obteve-se o efeito líquido da condição "ter acesso à internet e não ter computador em casa" em comparação com a condição "não ter internet e nem computador". O efeito líquido se reduziu significativamente em relação ao bruto, saindo de 14,6 para 6,6 pontos em 2023, sinalizando que a influência de outras variáveis é relevante para a nota. Ainda assim essa condição exerce um efeito positivo quando comparada à condição de não ter acesso à internet ou computador e permaneceu positiva ao longo do período analisado.

Apenas o acesso à internet não é a variável de maior contribuição para explicação da nota, isso sugere que ter apenas o acesso à internet em casa não parece ser suficiente para promover melhorias substanciais na proficiência do aluno no Enem, porém o acesso a ambos os recursos, internet e computador, são a variável mais relevante. Ao obter o efeito líquido da condição "ter acesso à internet e ter o dispositivo computador em casa", controlando pelo efeito das demais variáveis, observa-se relação positiva e relevante ao longo de todos os anos. Em 2023, embora mais de 84% dos brasileiros com 10 anos ou mais tivessem acesso à internet, apenas 41% acessavam a internet via computador e entre o público deste estudo esse percentual foi de 23% (Cetic, 2024).

Verificou-se que o impacto do acesso domiciliar à internet e ao computador permaneceu relevante, de 2015 a 2023, mesmo após o controle de variáveis socioeconômicas. O efeito líquido da

condição “ter acesso à internet e ter o dispositivo computador em casa” na nota do aluno foi maior em 2021, com estimativa de 23,4 pontos a mais para alunos com ambos os acessos frente a quem não tinha nenhum dos dois dispositivos tecnológicos. No período pré-pandemia, de 2015 a 2019, o efeito líquido médio foi de 14,2 pontos e no período pós-pandemia esse patamar passou para 21,2 pontos. Também foi possível verificar que a sua relevância permaneceu alta e majoritariamente mantendo o primeiro lugar no ranqueamento em seis dos nove anos analisados, tendo apenas a relevância do sexo feminino como mais importante na explicação da nota, nos anos de 2019, 2020 e 2023.

Observou-se que as mulheres estão mais presentes no Enem e em contexto socioeconômico menos favorável do que os homens. De modo geral, obtêm menores notas e possuem menos acesso às tecnologias digitais, o que agrava complexidade ao problema, pois além da exclusão digital, há também o efeito da desigualdade de gênero.

O acesso à internet apenas pelo celular pode limitar o engajamento quando o objetivo do acesso é acadêmico (Damiani et al., 2016) e políticas que incentivem não apenas o acesso à internet em casa, mas também a dispositivos mais adequados para o estudo, como computadores, são pertinentes para este público. A disponibilidade de melhores recursos computacionais aumenta a inclusão digital e pode garantir o desenvolvimento de habilidades digitais, tão necessárias nessa sociedade cada vez mais conectada, onde a principal pauta é a Inteligência Artificial (IA).

Por meio da IA, as profissões vão precisar se adaptar, e muitos produtos e serviços novos surgirão, inclusive no meio educacional. Ela poderá enriquecer exponencialmente a experiência do aprendizado criando conteúdos educacionais personalizados que atendem às necessidades individuais de cada aluno. Por exemplo, algoritmos de IA podem analisar o desempenho dos alunos em atividades educacionais e gerar automaticamente materiais sob medida para fortalecer áreas em que o aluno tenha dificuldades específicas. Portanto, diante dessa realidade digital e tecnológica, é fundamental que políticas sejam implementadas para garantir o acesso equitativo a esses recursos, a fim de promover a igualdade de oportunidades educacionais e, de ajudar a reduzir as desigualdades socioeconômicas na busca genuína de alcançar o ODS 4, educação de qualidade da agenda 2030 da ONU.

Quanto às limitações deste trabalho, vale ressaltar que o ponto de partida desse estudo foram as informações obtidas no questionário aplicado pelo Inep aos inscritos no Enem. A maioria das variáveis disponíveis estavam associadas ao contexto socioeconômico familiar, características do próprio indivíduo e a natureza da escola (pública ou particular). No entanto, a partir de 2020, entrou em vigor a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) estabelecendo regras para o tratamento de dados pessoais por parte de empresas e entidades, com o objetivo de proteger a privacidade dos cidadãos e garantir a segurança de seus dados pessoais. Por conta disso, a informação que o Inep disponibilizava nas bases de dados que identificava a escola frequentada pelo aluno foi omitida, de modo a impedir uma possível identificação do aluno por cruzando essas informações. Em relação ao indivíduo, também não foram levadas em consideração questões motivacionais, que podem levar a um maior ou menor engajamento nos estudos. Há literatura que sugere que aspectos motivacionais impactam no desempenho (Dutra et al., 2023) e esses aspectos devem ser identificados e estudados em profundidade em pesquisas futuras.

Outros fatores que podem contribuir para a proficiência nos exames são sugeridos para estudos futuros, como por exemplo, compreender como se dá o acesso à internet em termos de qualidade da rede; como se dá a qualidade do uso do computador pelo aluno, a fim de se observar se há distintas capacidades e habilidades digitais que possam produzir usos desiguais (literacia digital); compreender questões motivacionais para se ter um computador em casa, que podem levar a um maior ou menor engajamento nos estudos.

Além disso, uma abordagem qualitativa com entrevistas poderia ser aplicada, considerando alunos e profissionais das escolas, como forma de se compreender em profundidade por que o acesso em ambiente domiciliar das TIC é tão relevante e como pode ser potencializado para o melhor desenvolvimento da educação no país. Tais entrevistas poderiam também gerar recomendações de questões a serem incorporadas no formulário de inscrição do Enem a fim de coletar os referidos dados e cobrir parte dessas lacunas.

Este trabalho contribui para a literatura ao fornecer evidências analíticas sobre a importância do acesso às tecnologias na proficiência dos alunos de baixa renda, a partir de uma base de 1,5 milhão e

estudantes, o que é representativo da população, e pode servir de base para futuras pesquisas e políticas públicas. Além disso, sinaliza que garantir conexão à internet e dispositivos adequados é crucial para dar chances iguais aos alunos de baixa renda, minimizando o atraso em seus aprendizados.

REFERÊNCIAS

- Adeleke, R., Iyanda, A. E., Osayomi, T., & Alabede, O. (2022). Tackling female digital exclusion: Drivers and constraints of female Internet use in Nigeria. *African Geographical Review*, 41(4), 531–544. <https://doi.org/10.1080/19376812.2021.1963296>
- Aguilar, S. J., Galperin, H., Baek, C., & Gonzalez, E. (2020, October 14). When school comes home: How low-income families are adapting to distance learning. <https://doi.org/10.35542/osf.io/su8wk>
- Almeida, L. M., Torres, C. I. O., Seixas, N. R. M., Santos, D. B., & Silva, C. D. D. (2023). A importância das tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem em ciências. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 13(1), 54-71.
- Anatel (2023). Projetos Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST). Disponível em <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura/projetos-fust>.
- Araujo, M. H. (2019). Evidenciando as desigualdades digitais: uma análise da influência da autonomia de uso e habilidades digitais no aproveitamento de oportunidades online. Tese Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Balaban, I., Rienties, B., & Winne, P. (2023). *Information Communication Technology (ICT) and Education. Applied Sciences*, 13(12318).
- Bauer, A. (2021). Avaliação da Aprendizagem no contexto da pandemia. Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária (CENPEC), 1-16.
- Billon, M., Marco, R., & Lera-Lopez, F. (2021). Do educational inequalities affect Internet use? An analysis for developed and developing countries. *Telecommunications Policy*, 45(10), 101521. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101521>
- Boeren, E. (2019). *Understanding Sustainable Development Goal (SDG) 4 on “quality education” from micro, meso and macro perspectives*. International Review of Education, 65(2), 277–294.
- Bustillo, E., & Aguilos, M. (2022). *The Challenges of Modular Learning in the Wake of COVID-19: A Digital Divide in the Philippine Countryside Revealed*. *Education Sciences*, 12(7), 449, 1-16.
- Castells, M. (2000). *Materials for an exploratory theory of the network society1*. The British Journal of Sociology, 51(1), 5-24.
- CETIC (2023). TIC Domicílios 2022 - Coletiva de imprensa. Comitê Gestor da Internet no Brasil. São Paulo, 16 de maio de 2023.
- CETIC (2024). TIC Domicílios 2023. <https://cetic.br/pt/pesquisa/domiciliros/indicadores/>, 17 de março de 2024.
- Choi, E., Kim, J., & Park, N. (2023). *An Analysis of the Demonstration of Five-Year-Long Creative ICT Education Based on a Hyper-Blended Practical Model in the Era of Intelligent Information Technologies*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, *Applied Sciences*, 13(17), 9718.
- Cooper, M. (2010). *The Socio-economics of digital exclusion in America*. 38th Research Conference On Communications, Information And Internet Policy. TPRC, 1-43.

Correa, T., Valenzuela, S., & Pavez, I. (2022). *For better and for worse: A panel survey of how mobile-only and hybrid Internet use affects digital skills over time*. New Media & Society, 26(2), 995-1017

Cruz-Jesus, F., Vicente, M. R., Bacao, F., & Oliveira, T. (2016). The education-related digital divide: An analysis for the EU-28. Computers in Human Behavior, 56, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.027>

Damiani, M. F., Bielemann, R. M., Menezes, A. B., & Gonçalves, H. (2016). Afinal, o uso doméstico do computador está associado à diminuição da reprovação escolar? Resultados de um estudo longitudinal. Fundação Cesgranrio, Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 24(90), 59-81.

Di Pietro, G. (2021). Changes in Italy's education-related digital divide. Economic Affairs, 41(2), 252–270. <https://doi.org/10.1111/ecaf.12471>

Dutra, J. F., Firmino Júnior, J. B., & Fernandes, D. Y. S. (2023). Fatores que podem interferir no desempenho de estudantes no ENEM: uma revisão sistemática da literatura. Revista Brasileira de Informática na Educação, 31, 323-351.

Elena-Bucea, A., Cruz-Jesus, F., Oliveira, T. et al. (2021) Assessing the Role of Age, Education, Gender and Income on the Digital Divide: Evidence for the European Union. Inf Syst Front, 23, 1007–1021. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10012-9>

Engelbrecht, J., Llinares, S., & Borba, M.C. (2020). *Transformation of the mathematics classroom with the internet*. ZDM Mathematics Education, 52(5), 825–841.

Faith, B., & Hernandez, K. (2024). Smartphone- and Tablet-Reliant Internet Users: Affordances and Digital Exclusion. Media and Communication, 12, 8173. <https://doi.org/10.17645/mac.8173>

Feijó, J. R., & França, J. M. S. (2021). *Diferencial de desempenho entre jovens das escolas públicas e privadas*. Estudos Econômicos, 51(2), 373–408.

Feijó, J. R., França, J. M. S., & Neto, V. R. P. (2022). Desempenho dos estudantes ao final do ensino médio: Mensurando a influência direta e indireta da educação dos pais. Revista Brasileira de Economia, 76(1), 30–56.

Filatru, A. (2022). Educação a distância e tecnologias aplicadas à educação. Série Universitaria, Editora Senac, São Paulo.

Gallardo, R. (2019). *Bringing Communities into the Digital Age*. State & Local Government Review, 51(4), 233–241.

Géron, A. (2017). *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn & TensorFlow (Second Edition)*. O'Reilly Media. Sebastopol, CA, USA.

Gil Quintana, J., & Vida De León, E. (2022). Brecha Digital Versus Inclusión en Educación Primaria. Perspectiva de las Familias Españolas. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 20(2). <https://doi.org/10.15366/reice2022.20.2.005>

Goldhammer, F., Gniewosz, G., & Zylka, J. (2016). *ICT Engagement in Learning Environments. Assessing Contexts of Learning. Methodology of Educational Measurement and Assessment*. Springer, Cham.

Gottschaw, F., & Weise, C. (2023). Digital equity and inclusion in education: An overview of practice and policy in OECD countries (OECD Education Working Papers 299; OECD Education Working Papers, Vol. 299). <https://doi.org/10.1787/7cb15030-en>

Gu, J. (2021). Family Conditions and the Accessibility of Online Education: The Digital Divide and Mediating Factors. *Sustainability*, 13(15), 8590. <https://doi.org/10.3390/su13158590>

Hermida, J. F., & Bonfim, C. R. S. (2006). A educação a distância: história, concepções e perspectivas. *Revista HISTEDBR On-line*, n. especial, 166–181.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (2024a). Página principal do ENEM. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (2024b) . Microdados ENEM. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>.

Izquierdo, J., & Paulo, M. de A. L. de . (2023). Inclusão digital e desempenho escolar no contexto da pandemia: uma análise comparativa entre Brasil e Colômbia. *Civitas: Revista De Ciências Sociais*, 23(1), e42196. <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2023.1.42196>

Jackson, L. A., von Eye, A., Biocca, F. A., Barbatsis, G., Zhao, Y., & Fitzgerald, H. E. (2006). *Does home internet use influence the academic performance of low-income children?*. *Developmental psychology*, 42(3), 429–435.

Kartasih, F., Djalal Nachrowi, N., Wisana, I. D. G. K., & Handayani, D. (2023). Inequalities of Indonesia's regional digital development and its association with socioeconomic characteristics: A spatial and multivariate analysis. *Information Technology for Development*, 29(2–3), 299–328. <https://doi.org/10.1080/02681102.2022.2110556>

Koutroumpis, P. (2009). *The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach*. *Telecommunications Policy*, 33(9), 471–485.

Lasisi, M., & Ogunsina, O. A. (2025). Globalization and the Digital Divide. Em Encyclopedia of Libraries, Librarianship, and Information Science (p. 225–232). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95689-5.00248-0>

Lei, J., & Zhou, J. (2012). *Digital Divide: How Do Home Internet Access and Parental Support Affect Student Outcomes?* *Education Sciences*, 2(1), 45-53.

Lima, M. F., & Araújo, J. F. S. (2021). A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Educação Pública*, 21(23).

Méndez-Domínguez, P., Carbonero Muñoz, D., Raya Díez, E., & Castillo De Mesa, J. (2023). Digital inclusion for social inclusion. Case study on digital literacy. *Frontiers in Communication*, 8, 1191995. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1191995>

Monteiro, S. M. (2022). Um olhar sobre a prova de matemática do ENEM 2019 na perspectiva de gêneros. Dissertação, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Moraes, C. P., Peres, R. T., Barbosa, M. T. S., & Pedreira, C. E. (2022). Equidade e desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio: Um estudo sobre sexo e raça nos municípios brasileiros. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, 30(68), 1-21.

Morte-Nadal, T., & Esteban-Navarro, M. A. (2022). *Digital Competences for Improving Digital Inclusion in E-Government Services: A Mixed-Methods Systematic Review Protocol*. *International Journal of Qualitative Methods*, 21, 1-9.

Oliveira, R. P., & Araujo, G. C. (2005). Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação. *Revista Brasileira de Educação*, 28, 05-23.

Organização das Nações Unidas Brasil (2024). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, Educação de qualidade. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>.

Pagán, F. J. B., Martínez, J. L., & Máiquez, M. C. C. (2018). *Internet use by secondary school students: A digital divide in sustainable societies?* *Sustainability*, 10(10), 3703.

Prince Torres, Á. C. (2024). Derecho a la igualdad, brecha digital y COVID-19: Experiencia latinoamericana educativa en Secundaria para postpandemia. *Foro Educacional*, 42, 83–110. <https://doi.org/10.29344/07180772.42.3693>

Puspitasari, L., & Ishii, K. (2016). Digital divides and mobile Internet in Indonesia: Impact of smartphones. *Telematics and Informatics*, 33(2), 472–483. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.11.001>

Rajam, V., Reddy, A. B., & Banerjee, S. (2021). Explaining caste-based digital divide in India. *Telematics and Informatics*, 65, 101719. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101719>

Reed, P., & Reay, E. (2015). *Relationship between levels of problematic Internet usage and motivation to study in university students*. *Higher Education*, 70(4), 711–723.

Sant'ana, D. A., Pache, M. C. B., Borges, P. P., & Dias, J. L. E. (2021). *Accessibility and digital inclusion in Brazil and South Korea: A comparison between micro and macro territorial approach*. *Sustainable Cities and Society*, 64, 102524.

Sujarwoto, S., & Tampubolon, G. (2016). *Spatial inequality and the Internet divide in Indonesia 2010–2012*. *Telecommunications Policy*, 40(7), 602–616.

Sutiah, S., Slamet, S., Shafqat, A., Supriyono, S. (2020). *Implementation of distance learning during the covid-19 pandemic in faculty of education and teacher training*. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(5), 1204–1214.

UNESCO (2024), Incheon Declaration: *Education 2030: Towards Inclusive and Equitable Quality Education and Lifelong Learning for All*, Conference: World Education Forum, Incheon, Korea R, 2015.

Van Deursen, A. J. A. M., & Van Dijk, J. A. G. M. (2015). Toward a Multifaceted Model of Internet Access for Understanding Digital Divides: An Empirical Investigation. *The Information Society*, 31(5), 379–391. <https://doi.org/10.1080/01972243.2015.1069770>

Vimalkumar, M., Singh, J. B., & Sharma, S. K. (2021). Exploring the multi-level digital divide in mobile phone adoption: A comparison of developing nations. *Information Systems Frontiers*, 23(4), 1057–1076. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10032-5>

Wang, C., & Si, L. (2024). The Intersection of Public Policy and Public Access: Digital Inclusion, Digital Literacy Education, and Libraries. *Sustainability*, 16(5), 1878. <https://doi.org/10.3390/su16051878>

Warschauer, M. (2003). *Technology and social inclusion: rethinking the digital divide*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

Yu, X., & Liu, S. (2022). *Disparities in Online Use Behaviours and Chinese Digital Inclusion: A 10-Year Comparison*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 11937.

Submetido: 21/05/2025
Preprint: 19/05/2025
Aprovado: 01/07/2025
Editora de seção: Suzana dos Santos Gomes

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa contou com o apoio da Fundação Instituto de Administração (FIA).

DECLARAÇÃO SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Autora 1 – Coleta de dados, análise dos dados e escrita do texto.

Autora 2 – Orientadora da pesquisa, participação ativa na conceitualização da pesquisa, revisão da literatura, revisão do texto.

Autor 3 – Participação ativa na conceitualização da pesquisa, revisão do texto.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.