

O impacto do desconforto térmico na aprendizagem em Pernambuco: uma análise necessária

The impact of thermal discomfort on learning in Pernambuco: a necessary analysis

Daniely Farias de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)
Discente da Pós-graduação em Interdisciplinaridade em Educação e Ciências Humanas do IFPE
danielyfdo@gmail.com

Maria Madalena da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)
Discente da Pós-graduação em Interdisciplinaridade em Educação e Ciências Humanas do IFPE
madalenaceru@gmail.com

Resumo

Este artigo investiga a relação entre desconforto térmico e desempenho acadêmico dos alunos nas avaliações do Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE). O SAEPE, que avalia a qualidade educacional por meio de testes periódicos, é analisado junto com dados climáticos dos municípios pernambucanos. Os resultados indicam que temperaturas acima de 30°C estão associadas a um desempenho acadêmico inferior, sugerindo que o desconforto térmico prejudica a concentração e a eficiência cognitiva. Algumas exceções ocorrem em municípios quentes com boa infraestrutura escolar. O estudo recomenda melhorar as condições térmicas nas escolas e sugere mais pesquisas sobre o impacto do calor. Utilizou-se uma abordagem qualitativa, conforme Minayo (2009), e a metodologia quantitativa, seguindo Silveira e Gerhardt, para analisar dados brutos. Fontes incluíram dados do SAEPE e informações climáticas do INMET, além de uma revisão bibliográfica para contextualizar a pesquisa.

Palavras-chave: Desconforto térmico. Ensino-aprendizagem. Pernambuco.

Abstract

This paper investigates the relationship between thermal discomfort and students' academic performance in assessments by the Pernambuco Education Assessment System (SAEPE). The SAEPE, which assesses educational quality through periodic tests, is analyzed together with climate data from municipalities in Pernambuco. The results indicate that temperatures above 30°C are associated with lower academic performance, suggesting that thermal discomfort impairs concentration and cognitive efficiency. Some exceptions occur in hot municipalities with good school infrastructure. The study recommends improving thermal conditions in schools and suggests further research on the impact of heat. A qualitative approach, following Minayo (2009), and a quantitative methodology, following Silveira and Gerhardt, were used to analyze raw data. Sources included data from SAEPE and climate information from INMET, in addition to a literature review to contextualize the research.

Keywords: Thermal discomfort. Teaching-learning. Pernambuco.



Introdução

O fenômeno do aquecimento global climático, intensificado nas últimas décadas, tem gerado profundas consequências em diversas esferas da vida cotidiana, sendo a elevação das temperaturas médias um dos seus efeitos mais notórios. Essa realidade afeta significativamente os ambientes urbanos, sobretudo em regiões já vulneráveis, como o estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, onde o clima semiárido agrava ainda mais os desafios trazidos pelas ondas de calor. Um dos espaços diretamente impactados por essas mudanças são as salas de aula, onde o conforto térmico exerce um papel crucial no desempenho cognitivo e no bem-estar dos estudantes. Estudos têm demonstrado que a exposição a temperaturas elevadas reduz a capacidade de concentração e afeta negativamente o desempenho acadêmico. Em Pernambuco, escolas com infraestrutura inadequada – sem climatização adequada ou ventilação eficiente – tornam-se ambientes adversos para o aprendizado, especialmente durante os períodos mais quentes do ano.

O desconforto térmico é um fator amplamente subestimado na análise dos determinantes do rendimento escolar, embora seja evidente que o calor excessivo nas salas de aula esteja correlacionado à redução na produtividade intelectual dos estudantes. Com as temperaturas em ascensão, torna-se urgente abordar a questão do conforto térmico nos ambientes educacionais como uma necessidade básica e não mais como um luxo. Sem melhorias nas condições climáticas desses espaços, as desigualdades educacionais podem se aprofundar, especialmente em regiões de clima mais severo, como Pernambuco. Além disso, a crescente severidade das ondas de calor, um fenômeno exacerbado pelas mudanças climáticas, exige que soluções sejam implementadas de forma urgente e estratégica. O conforto térmico deve ser visto como uma prioridade nas políticas públicas de educação e infraestrutura, considerando que as condições ambientais adequadas são essenciais para garantir o direito pleno à educação de qualidade.

Este artigo busca investigar a relação entre as altas temperaturas em Pernambuco e o desempenho dos alunos em avaliações anuais, como o SAEPE. A escolha deste tema se baseia em observações realizadas ao longo dos anos como professoras na rede pública estadual e municipal. Nessa trajetória, tornou-se evidente que as condições térmicas inadequadas nas escolas frequentemente impactam negativamente o processo de ensino-aprendizagem. A experiência acumulada ao observar a diversidade de condições em diferentes regiões do estado sugeriu que o

desconforto térmico pode ser um fator significativo para o desempenho abaixo do esperado dos alunos.

O Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE) é um programa essencial para medir e monitorar a qualidade da educação nas escolas do estado. Com o objetivo de identificar áreas de melhoria no processo educacional e auxiliar na formulação de políticas públicas, o SAEPE realiza avaliações periódicas que cobrem disciplinas fundamentais, como Língua Portuguesa e Matemática. Esses exames não apenas verificam o conhecimento acadêmico dos alunos, mas também avaliam suas habilidades e competências, gerando relatórios que ajudam a orientar estratégias pedagógicas e políticas educacionais.

Em Pernambuco, um estado cuja proximidade com a linha do Equador resulta em altas temperaturas ao longo do ano, a questão do clima adquire relevância no contexto educacional. A intensa exposição ao calor pode afetar o ambiente escolar e o processo de ensino aprendizagem, especialmente em uma região onde as condições térmicas podem ser bastante desafiadoras. A medição das condições climáticas, embora seja realizada em áreas mais populosas, pode ser limitada em cidades menores ou menos equipadas, o que dificulta uma compreensão completa do impacto térmico.

Este fenômeno não é apenas uma observação pessoal, mas é também respaldado por pesquisas e literatura que indicam que condições ambientais desfavoráveis podem influenciar a capacidade de aprendizagem. Portanto, investigar se as elevadas temperaturas são uma das causas para os resultados insatisfatórios nas avaliações é uma questão relevante. O estudo se propõe a explorar essa relação, oferecendo uma compreensão mais profunda dos impactos das condições térmicas no desempenho acadêmico e fornecendo subsídios para a melhoria das condições de ensino nas escolas de Pernambuco.

O desconforto térmico é um problema significativo que afeta diretamente o desempenho acadêmico dos alunos e, portanto, deve ser abordado com seriedade no contexto escolar. Quando a temperatura do ambiente não é adequada, seja por ser excessivamente quente ou frio, em nosso caso analisaremos o calor, ela compromete o bem-estar dos indivíduos, resultando em desconforto que pode prejudicar a concentração e a capacidade de rendimento. Givoni (1994) destaca que o desconforto térmico se manifesta em duas formas principais: caloroso e frio, ambas tendo efeitos adversos sobre a eficiência cognitiva e o desempenho dos alunos. Diversas pesquisas confirmam que condições térmicas inadequadas prejudicam o desempenho acadêmico. Um estudo realizado

por Lan et al. (2011) revela que ambientes quentes e frios reduzem a capacidade de atenção e aumentam a fadiga, o que leva a uma diminuição na capacidade de aprendizado e memorização. Esses efeitos são particularmente relevantes no contexto escolar, onde a concentração é fundamental para o sucesso acadêmico. Além disso, a importância do conforto térmico em salas de aula não pode ser subestimada. Nicol et al. (2012) apontam que a temperatura ideal para atividades cognitivas está entre 20°C e 22°C.

Temperaturas fora desse intervalo não apenas causam desconforto, mas também distraem os alunos, prejudicando sua capacidade de se concentrar. No Brasil, a situação é ainda mais complexa. Muitas escolas enfrentam problemas relacionados à ventilação inadequada e ao controle de temperatura, o que contribui para o desconforto térmico e, conseqüentemente, para um baixo desempenho acadêmico, como relatado por Souza et al. (2017). O SAEPE, como um importante sistema de avaliação da qualidade da educação, é fortemente influenciado por fatores ambientais. Andrade e Fernandes (2019) destacam que o desconforto térmico é um fator ambiental significativo que afeta a qualidade dos resultados obtidos pelos alunos. Silva e Carvalho (2020) reforçam essa afirmação, evidenciando que condições térmicas desfavoráveis comprometem a capacidade dos alunos de se concentrarem e processarem informações, prejudicando assim seu desempenho em exames como o SAEPE.

No entanto, há esperança com as abordagens contemporâneas para mitigar esse problema. Pesquisas recentes, como as de Almeida et al. (2023), têm se concentrado na implementação de soluções eficazes para melhorar o conforto térmico em ambientes escolares. Essas soluções incluem estratégias de ventilação e climatização que visam criar condições ideais para o aprendizado, demonstrando uma relação positiva entre o conforto térmico e o aumento no desempenho acadêmico dos alunos. Além disso, a integração de tecnologias de monitoramento ambiental, como sugerido por Santos e Pereira (2024), está se mostrando promissora. O uso de sensores para ajustar automaticamente as condições térmicas pode contribuir para a criação de ambientes mais confortáveis, o que, por sua vez, pode melhorar o desempenho dos alunos em avaliações como o SAEPE.

Portanto, é evidente que o desconforto térmico não deve ser ignorado no contexto educacional. Investir em soluções que promovam o conforto térmico é essencial para criar um ambiente de aprendizagem mais eficaz e, conseqüentemente, para melhorar os resultados acadêmicos.

Desconforto térmico e seus impactos no desenvolvimento da aprendizagem

O desconforto térmico ocorre quando a temperatura ambiente não está dentro da faixa ideal de conforto para o indivíduo, afetando o bem-estar e a eficiência no desempenho das atividades. Pode resultar em sensações de calor excessivo, frio ou umidade inadequada.

As altas temperaturas podem ter um impacto significativo na aprendizagem de várias maneiras. Fisher (2010), investigou como a temperatura ambiente afeta o desempenho dos alunos, para ele o desconforto térmico pode reduzir a capacidade de concentração e afetar negativamente o desempenho acadêmico, tornando o ambiente de aprendizagem menos produtivo.

Ambientes quentes podem tornar salas de aula desconfortáveis e menos propícias ao aprendizado. A falta de ventilação adequada e ar-condicionado pode criar um ambiente desfavorável, dificultando a atenção dos alunos e o ensino eficaz.

Alguns estudos sobre a influência de variáveis climáticas e desconforto térmico tem sido significativos significativas. Kuhn, em seus estudos fala que a percepção de conforto térmico é altamente subjetiva e pode ser influenciada por uma série de fatores ambientais e pessoais.

Os estudos sobre as influências das variações climáticas no desconforto térmico de foi abordado por Thomas Kuhn considerando a ciência normal assume que as variáveis e as condições experimentais são constantes ou controláveis. Quando novas variáveis, como variáveis climáticas desconhecidas, entram em jogo e desafiam o paradigma existente, isso pode levar a uma revisão significativa das teorias. Parte superior do formulário

Nessa concepção percebe-se que o clima pode evoluir quando novas variáveis ou evidências desafiam os paradigmas existentes.

Desenvolvimento da aprendizagem

O estudo sobre ensino e aprendizagem abrange pesquisas e práticas que exploram em que situações as pessoas aprendem e como o ensino pode ser otimizado. Este campo envolve teorias educacionais, metodologias de ensino, tecnologias educacionais e práticas pedagógicas.

Jean Piaget é famoso por sua teoria do desenvolvimento cognitivo, que explora como as crianças desenvolvem habilidades cognitivas e como o conhecimento é construído ao longo do tempo, para ele

O desenvolvimento psíquico, que começa quando nascemos e termina na idade adulta, é compatível ao crescimento orgânico: como este, orienta-se, essencialmente, para o

equilíbrio. Da mesma maneira que um corpo está em evolução até atingir um nível relativamente estável – caracterizado pela conclusão do crescimento e pela maturidade dos órgãos –, direção de uma forma de equilíbrio final, representada pelo espírito adulto. O desenvolvimento, portanto, é uma equilibração progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior (PIAGET, 1983, p. 11).

Sua teoria do desenvolvimento cognitivo, explora como as crianças desenvolvem habilidades cognitivas e como o conhecimento é construído ao longo do tempo

Ao tratar sobre o desenvolvimento da aprendizagem considera-se também a teoria sociocultural de Lev Vygotsky, que enfatiza a importância da interação social e da cultura no desenvolvimento cognitivo. Seu conceito de "zona de desenvolvimento proximal" é fundamental para compreender como o ensino pode apoiar o desenvolvimento.

Esse autor considera que para entender o que o outro diz, não basta entender suas palavras, mas também seu pensamento e suas motivações.

Para refletirmos sobre as circunstâncias que ocorrem a aprendizagem, consideramos as contribuições de Howard Gardner que com sua teoria das Inteligências Múltiplas, propõe que existem diferentes tipos de inteligência e que a educação deve ser adaptada para atender a essas diferentes formas de aprender. A ideia central da teoria de Gardner e sua abordagem inovadora para entender e valorizar a diversidade de habilidades humanas.

Percebe-se que o ensino e aprendizagem refletem uma integração de teorias educacionais, metodologias práticas, inovações tecnológicas e abordagens psicopedagógicas. A compreensão e a aplicação dessas teorias e metodologias são essenciais para criar ambientes de aprendizagem eficazes e inclusivos, atendendo às necessidades diversas dos alunos e promovendo um aprendizado mais significativo e adaptado às exigências do século XXI.

Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE)

É um sistema estadual de avaliação educacional de Pernambuco que mede a qualidade do ensino nas escolas da educação básica. O SAEPE, inclui avaliações de larga escala para avaliar o desempenho de alunos, escolas e redes de ensino em diversas dimensões.

De acordo com as informações do CAED (Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação):



A avaliação educacional em larga escala tornou-se uma ferramenta importante para monitorar a efetividade das políticas públicas que garantem o direito à educação gratuita e de qualidade para a população. Desde o ano 2000, a fim de acompanhar o ensino ofertado por suas redes - estadual e municipais -, a Secretaria de Educação do Estado implementa o Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco – SAEPE.

A cada edição do SAEPE, divulga resultados agregados para o estado, municípios e escolas também têm seus resultados divulgados. A disponibilização dos resultados varia ao longo das edições, com relatórios consolidados, sistemas de acesso a resultados ou boletins de desempenho.

O SAEPE visa medir a qualidade da educação básica no estado, incluindo aspectos de aprendizagem dos alunos e a eficácia do ensino. Serve como uma ferramenta para diagnosticar problemas no sistema educacional e promover políticas públicas e práticas pedagógicas para melhoria da qualidade educacional.

Oferece uma visão abrangente dos desafios e oportunidades desse Estado complexo e diverso. A análise cobre aspectos socioeconômicos, culturais, históricos e ambientais, destacando as áreas de avanço e as questões que ainda precisam de atenção. As referências dos dados são essenciais para uma compreensão profunda e atualizada de suas dinâmicas regionais.

Metodologia

Para responder ao nosso questionamento e entender a influência das altas temperaturas no processo de aprendizagem de alunos da rede regular de ensino, utilizaremos a abordagem qualitativa de pesquisa que segundo Minayo (2009)

Entendemos por pesquisa a atividade básica da Ciência na sua indagação e construção da realidade. É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula o pensamento e ação. Ou seja, nada pode ser intelectualmente um problema, se não tiver sido, em primeiro lugar, um problema da vida prática (MINAYO, 2009 p. 17).

Percebe-se a importância da pesquisa para integrar o fazer e o refletir sobre o fazer, analisando as ações com visão investigativa a fim de aprimorar o fazer, sendo a pesquisa um instrumento importante para aprimorar a prática. Foi compreendido que a partir do aprofundamento bibliográfico tornou-se necessário uma investigação exploratória, mais para a análise e confronto de dados do que realmente para desbravar o desconhecido, posto que seria imprescindível comprovar a

hipótese inicial através do estudo do objeto. Para tanto recorreu-se a Silveira e Gerhardt (2009) que trazem a narrativa de que a pesquisa quantitativa é norteadada pelo positivismo, considerando que a realidade só pode ser compreendida por meio da análise de dados brutos. Assim, recorre à matemática para descrever algum fenômeno e analisar informações. Desse modo positivista, foi iniciada a coleta de dados brutos com o objetivo de validar a hipótese inicial.

Teve-se como fontes de pesquisa resultados oficiais do SAEPE disponibilizados no site da secretaria de Educação do estado de Pernambuco e as informações sobre o Normais Climatológicas no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica para o levantamento de obras publicadas sobre a temática em destaque neste texto, para tanto reunir-se e promover-se um diálogo sobre as obras para apoiar o trabalho científico. Para Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Para Severino (2007) a pesquisa bibliográfica realiza-se pelo: “[...] registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc.”

Portanto percebe-se que a metodologia de pesquisa bibliográfica é uma abordagem que se concentra na revisão e análise de literatura existente sobre um determinado tema, essa metodologia é essencial para fundamentar teoricamente uma pesquisa, identificar lacunas no conhecimento e contextualizar o estudo dentro do estado atual da área de interesse, e quando aliada a abordagem empírica trazida pela coleta e análise de dados fez-se possível entender a realidade objetiva em que alguns padrões foram percebidos. Neste artigo, toma-se como base investigativa os resultados em Língua Portuguesa para os alunos dos anos finais em 2021 do SAEPE. Ano em que, claramente, seria o ‘desembocar’ de um processo de ensino-aprendizagem dos anos anteriores.

Resultados e Discussão

A análise das Normais Climatológicas mais recentes, abrangendo o período de 1991 a 2020, em conjunto com os dados educacionais do SAEPE, trouxe à luz evidências que tornam a hipótese inicial deste estudo mais concreta. O cruzamento dessas informações revela que o desconforto térmico, causado por temperaturas elevadas, exerce um impacto significativo no desempenho dos alunos em avaliações educacionais. Essa relação entre condições ambientais adversas e desempenho escolar destaca como o ambiente físico pode influenciar diretamente o processo de

ensino-aprendizagem, fornecendo elementos para compreender e mitigar esses efeitos no contexto educacional.

Os dados sugerem que municípios com temperaturas acima de 30°C tendem a ter um desempenho menor nas avaliações do SAEPE (Figura 1). Esta correlação é consistente com pesquisas que indicam que o desconforto térmico pode afetar negativamente a concentração e a capacidade cognitiva dos alunos. Estudos têm mostrado que ambientes de aprendizagem com condições térmicas desconfortáveis podem resultar em um aumento do estresse e da fadiga, comprometendo o desempenho acadêmico (BAKER, 2002; LAN et al., 2011).

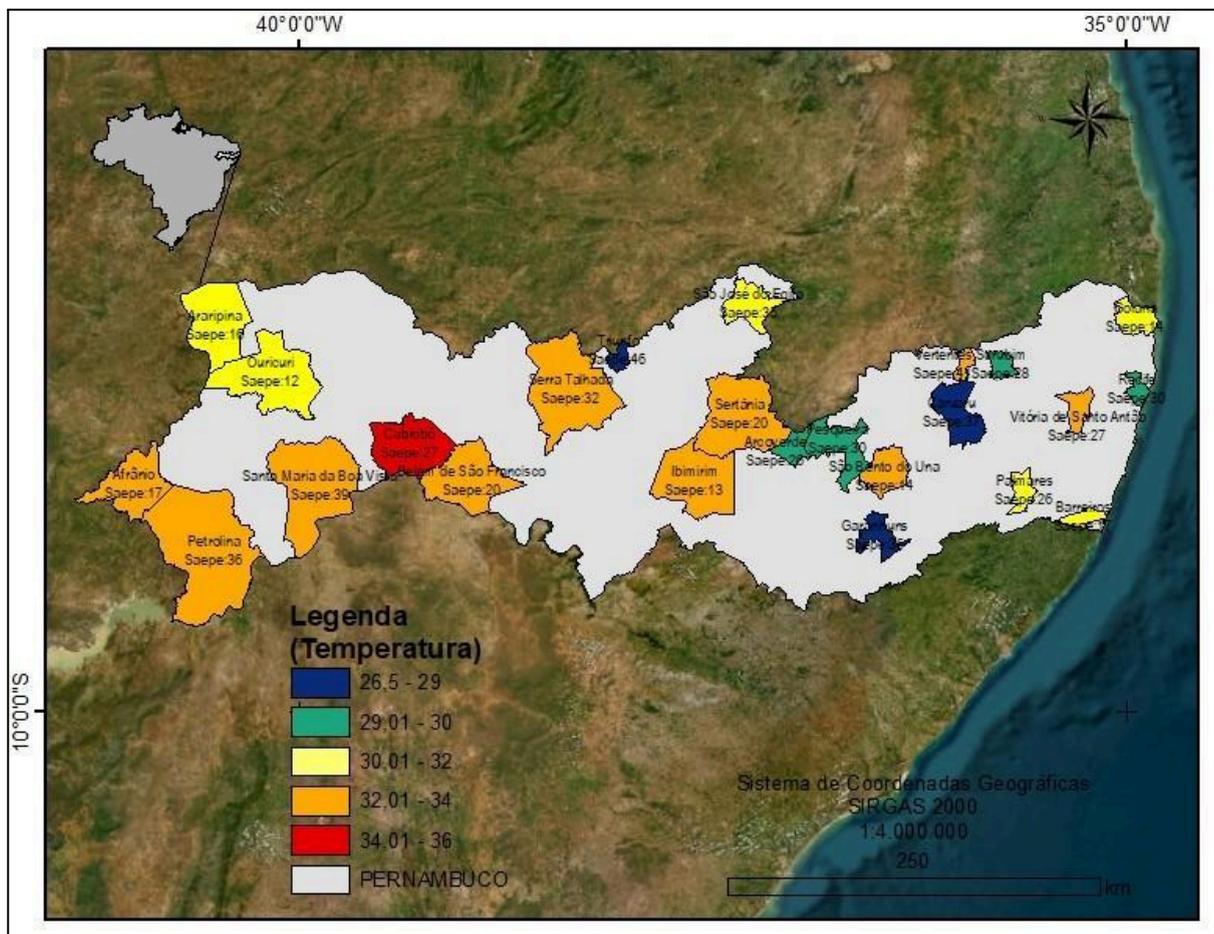


Figura 1 – Relação da Temperatura (°C) - abrangendo o período de 1991 a 2020 - e os resultados SAEPE de 2021.

Fonte: INMET e SAEPE. Elaborado pela autora, 2024.

Temperaturas elevadas podem causar desconforto físico, levando a uma redução da eficiência cognitiva. A exposição prolongada ao calor pode diminuir a capacidade dos alunos de se concentrar e processar informações, afetando, assim, seus resultados em avaliações padronizadas. De acordo com um estudo de Seppänen e Fisk (2006), condições térmicas inadequadas podem resultar em uma diminuição da performance acadêmica, uma vez que o desconforto reduz o engajamento e a capacidade de foco dos alunos.

Exceções à tendência geral

Embora a tendência geral indique que temperaturas mais altas estão associadas a um desempenho inferior, há exceções notáveis neste estudo. Municípios como Serra Talhada, São Bento do Una, Petrolina, São José do Egito e Vertentes apresentam desempenhos superiores em avaliações do SAEPE, apesar de suas temperaturas elevadas. Esta discrepância sugere que fatores adicionais podem estar compensando o impacto negativo do calor.

Esses municípios excepcionais podem ter adotado medidas que mitigam os efeitos adversos do calor, como a implementação de sistemas de climatização nas escolas, a melhoria da infraestrutura educacional ou a utilização de metodologias pedagógicas adaptadas. A presença de tais estratégias pode ajudar a criar um ambiente de aprendizado mais favorável, mesmo em condições térmicas adversas (HOUGHTON et al., 2004).

Apesar das exceções, é importante atentar-se à relação observada entre temperatura e desempenho, e ao fato de que as altas temperaturas podem influenciar os resultados acadêmicos dos discentes, e se influenciam em avaliações regionais como o SAEPE, é consequência natural deduzir-se que o resultado pode se perpetuar até mesmo no mercado de trabalho, e resultados futuros tais como, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) ou Criança Alfabetizada (CAED).

Para compreender completamente a relação entre desconforto térmico e desempenho acadêmico, é fundamental realizar uma análise mais aprofundada. Seria benéfico coletar dados sobre a infraestrutura escolar, condições de ensino, estratégias de mitigação do calor e aspectos socioeconômicos nos municípios excepcionais. Esta abordagem permitiria identificar quais fatores específicos estão contribuindo para um desempenho superior e como esses fatores podem ser replicados em outros contextos. Além disso, futuras pesquisas poderiam investigar a eficácia de diferentes intervenções para reduzir o impacto do desconforto térmico nas escolas. Estudos

experimentais e observacionais que analisem as condições térmicas nas salas de aula e a implementação de estratégias adaptativas poderiam fornecer informações valiosas para melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem em regiões com temperaturas elevadas.

Neste estudo, o desconforto térmico teve um impacto notável no desempenho dos alunos nas avaliações do SAEPE, com temperaturas acima de 30°C geralmente associadas a resultados mais baixos. No entanto, as exceções observadas destacam a importância de fatores adicionais que podem atenuar o impacto negativo do calor. Compreender e abordar esses fatores é essencial para criar ambientes de aprendizagem mais equitativos e eficazes, independentemente das condições térmicas. Investigações futuras devem focar em estratégias práticas e intervenções para melhorar a resiliência das escolas e dos alunos frente aos desafios ambientais.

Considerações Finais

Este estudo analisou a influência do desconforto térmico no desempenho acadêmico dos alunos nas avaliações do Sistema de Avaliação da Educação de Pernambuco (SAEPE). A partir dos dados coletados e da revisão de literatura, constatou-se uma correlação significativa entre temperaturas elevadas e resultados acadêmicos inferiores. O desconforto térmico, causado por condições ambientais adversas, prejudica a concentração e a eficiência cognitiva, afetando negativamente o desempenho dos alunos nas avaliações. Os dados revelam que, em geral, municípios com temperaturas acima de 30°C tendem a apresentar um desempenho inferior nas avaliações do SAEPE. Isso confirma a hipótese de que o calor excessivo tem um impacto adverso no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, foram identificadas exceções, como Serra Talhada e Petrolina, onde as temperaturas elevadas não corresponderam a um desempenho acadêmico inferior. Estes casos indicam que medidas compensatórias, como melhorias na infraestrutura e climatização, podem atenuar o impacto negativo do calor.

É crucial que futuras pesquisas se concentrem em entender melhor os fatores que permitem que algumas escolas superem os desafios impostos pelo desconforto térmico. A coleta de dados sobre infraestrutura escolar, estratégias de mitigação e condições socioeconômicas deve ser priorizada para identificar práticas eficazes que podem ser replicadas em outras regiões. Além disso, o desenvolvimento e a implementação de intervenções práticas para melhorar o conforto térmico nas escolas são essenciais para criar um ambiente de aprendizagem mais eficiente e equitativo. Portanto, o estudo reforça a necessidade urgente de abordar o desconforto térmico como

um fator relevante na educação e na formulação de políticas públicas. A melhoria das condições térmicas nas escolas é uma medida fundamental para garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de desempenho acadêmico, independentemente das condições climáticas.

Referências

- BAKER, L. The effects of classroom temperature on student performance. **Journal of Environmental Psychology**, v. 22, n. 4, p. 375-386, 2002.
https://orbit.dtu.dk/files/179896086/pesei_the_relationship_between_classroom.pdf
- GARDNER, H. **Frames of mind**: the theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1983.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.
<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>
- HOUGHTON, J. T., et al. (2001). **Climate Change 2001**: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
https://www.researchgate.net/publication/216811760_Climate_Change_2001_The_Scientific_Basis
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1970.
- MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 13. ed. São Paulo: Hucitec, 2009.
- NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. **Adaptive Thermal Comfort**: Principles and Practice. Routledge, 2012.
- PIAGET, J. **To Understand is to Invent**: The Future of Education. Viking Press, 1983.
- SEPPÄNEN, O.; FISK, W. Summary of human responses to temperature. **ASHRAE Transactions**, v. 112, n. 2, p. 112-122, 2006.
<https://escholarship.org/content/qt45g4n3rv/qt45g4n3rv.pdf>
- SILVEIRA, S.; GERHARDT, T. **Metodologias de pesquisa quantitativa**: uma abordagem crítica. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.
- SOUZA, M. F.; OLIVEIRA, F. S.; COSTA, J. A. **Ventilação e saúde escolar**: um estudo sobre a adequação das condições de ventilação nas escolas brasileiras. 2017.
- SILVA, R.; CARVALHO, M. Environmental factors and educational performance: A review. **Educational Psychology Review**, v. 32, n. 3, p. 377-397, 2020.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.