

Situação: O preprint não foi submetido para publicação

Luz, Câmera, Ação! Um estudo sobre o impacto dos fatores ambientais provocados pela COVID-19 no desempenho de estudantes universitários brasileiros

Ahmed Sameer El Khatib

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1742>

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- O autor submissor declara que todos os autores responsáveis pela elaboração do manuscrito concordam com este depósito.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa estão descritas no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints.
- Os autores declaram que no caso deste manuscrito ter sido submetido previamente a um periódico e estando o mesmo em avaliação receberam consentimento do periódico para realizar o depósito no servidor SciELO Preprints.
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores estão incluídas no manuscrito.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que caso o manuscrito venha a ser postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo estará disponível sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- Caso o manuscrito esteja em processo de revisão e publicação por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.

Submetido em (AAAA-MM-DD): 2021-01-20

Postado em (AAAA-MM-DD): 2021-01-21

Luz, Câmera, Ação! Um estudo sobre o impacto dos fatores ambientais provocados pela COVID-19 no desempenho de estudantes universitários brasileiros

Light, camera, action! A study on the impact of environmental factors caused by COVID-19 on the performance of Brazilian university students

Ahmed Sameer El Khatib, Pós-Doutor em Contabilidade e Controladoria pela Universidade de São Paulo e Professor do Centro Universitário Álvares Penteado. Avenida Prof. Luciano Gualberto, 908 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010.

Tel. (11) 9.6797- 8999.

E-mail: ahmed.khatib@usp.br e ahmed.khatib@fecap.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0764-8622>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4342154115808776>

Conflitos de interesse: O autor declara não haver conflito de interesses.

RESUMO

A pandemia provocada pela COVID-19, também conhecida como pandemia do novo coronavírus (Sars-Cov2), conjugado ao período de quarentena, determinou que os estudantes universitários no Brasil adotassem a modalidade de aulas online ou remotas, o que os obrigou a se adaptarem às novas tecnologias e condições ambientais diferentes das salas de aula em suas universidades. Especificamente, essas novas condições ambientais podem ser desconfortáveis e ter um impacto no desempenho acadêmico dos alunos. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo determinar o impacto que os níveis de iluminação, ruído e temperatura (variáveis independentes) têm no desempenho acadêmico (variável dependente) dos estudantes universitários durante a pandemia da COVID-19. Para tanto, foi elaborado um questionário, aplicado virtualmente a 690 universitários dos cursos de administração, ciências contábeis e ciências econômicas de universidades públicas brasileiras e construído um modelo de equação estrutural que integra as quatro variáveis por meio de três hipóteses, as quais foram validadas estatisticamente pelo método dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS). Os resultados indicam que a temperatura, a iluminação e o ruído têm efeitos diretos significativos no desempenho acadêmico dos estudantes universitários. Como conclusão, obteve-se que as três variáveis independentes têm impacto na sustentabilidade dos estudantes universitários nos cursos analisados.

Palavras-chave: COVID-19; Desempenho Universitário; Fatores Ambientais; Aulas Online.

ABSTRACT

The pandemic caused by COVID-19, also known as the pandemic of the new coronavirus (Sars-Cov2), combined with the quarantine period, determined that university students in Brazil adopt the modality of online or remote classes, which forced them to adapt new technologies and environmental conditions different from the classrooms at their universities. Specifically, these new environmental conditions can be uncomfortable and have an impact on students' academic performance. Thus, the present study aims to determine the impact that the levels of lighting, noise and temperature (independent variables) have on the academic

performance (dependent variable) of university students during the COVID-19 pandemic. To this end, a questionnaire was elaborated, applied virtually to 690 university students in the administration, accounting and economic sciences courses at Brazilian public universities and a structural equation model was built that integrates the four variables through three hypotheses, which were statistically validated by the method of partial least squares (PLS). The results indicate that temperature, lighting and noise have significant direct effects on the academic performance of university students. As a conclusion, it was found that the three independent variables have an impact on the sustainability of university students in the analyzed courses.

Keywords: COVID-19; University Performance; Environmental Factors; Online classes.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade, na sua dimensão socioeconômica, é definida como a capacidade de utilizar eficientemente os recursos disponíveis (incluindo recursos humanos) garantindo que as condições de bem-estar humano (segurança, saúde, educação) sejam igualmente distribuídas entre classes sociais e gêneros para garantir sua rentabilidade ao longo do tempo (Barile, Quattrociochi, Calabre & Iandolo, 2018). Esta definição implica que, para os recursos humanos, é fundamental proporcionar um desenho eficiente das condições em que operam. Um design eficiente ajuda a melhorar seus fatores físicos (como força, visão, audição) e psicossociais (como conhecimento, motivação, criatividade, socialização), mantendo-os lucrativos ao longo do tempo. Então, isso permite o desenvolvimento sustentável dos recursos humanos. Além disso, a ergonomia é uma disciplina científica relacionada às interações entre os seres humanos e alguns elementos de um sistema específico no sentido profissional aplicando teorias, princípios, informações e métodos projetando e otimizando o bem-estar humano e o desempenho de todo o sistema (IEA, 2018). Especificamente, o principal objetivo ergonômico é preservar a saúde e o conforto, bem como proporcionar condições seguras ao ser humano (Tirado, 2016). Estudos precedentes indicam que um ambiente saudável, confortável e seguro ajuda a melhorar o desempenho dos funcionários de uma empresa (Dul & Neumann, 2009).

No que diz respeito à relação entre ergonomia e sustentabilidade, a má concepção do espaço de trabalho representa um fator de risco para as pessoas, devido às condições incômodas a que estão expostas, principalmente quando são obrigadas a trabalhar várias horas seguidas por dia, afetando seu bem-estar (Samuel, Israel & Moses, 2016). O design inadequado de um espaço de trabalho faz com que as pessoas sejam forçadas a posturas corporais desconfortáveis, o que pode levar a distúrbios musculoesqueléticos (MSDs). O design ergonômico da estação de trabalho favorece o desenvolvimento sustentável dos espaços de trabalho e, conseqüentemente, o desempenho das pessoas. Diferentes autores, como Nadadur e Parkinson (2013) e Kim, You e Kim (2017), evidenciaram que os projetos ergonômicos das estações de trabalho são fundamentais para melhorar a sustentabilidade e a adequação física dos espaços de trabalho. Além disso, os projetos ergonômicos têm um impacto positivo na sustentabilidade porque melhoram a vida útil das estações de trabalho. Portanto, o design ergonômico melhora a sustentabilidade dos recursos humanos, facilitando seu uso eficiente.

No mundo, a maior parte da pesquisa em ergonomia está focada no campo da manufatura. No entanto, existem outros setores de trabalho onde as pessoas também podem estar expostas a riscos diferentes, uma vez que não existem elementos de design ergonômico para interagir. Da mesma forma, algumas condições no setor educacional podem representar

um risco não só para os funcionários (professores, administradores, diretores), mas também para os alunos. Por exemplo, Parvez, Rahman e Tasnim (2019) mencionaram que sentar-se constantemente em móveis mal ajustados e ter uma postura inadequada estão fazendo com que os alunos sofram de diferentes tipos de DME. Da mesma forma, Aghahi, Darabi e Hashemipour (2018) conduziram pesquisas para determinar os efeitos da não consideração de fatores ergonômicos ao projetar móveis e espaços adequados para os alunos. Esses autores descobriram que até 69% dos alunos relataram desconforto no corpo; 23% deles sentiram dores nas mãos e cotovelos e 19% tiveram dores de cabeça. Da mesma forma, outros autores constataram que os alunos podem estar expostos a riscos ergonômicos causados por fatores ambientais Siddiqui, Wali, Khan, Khan & Zafar, 2016). Além disso, Cochran Hameen, Ken-Opurum & Son (2020) mencionaram uma correlação entre o desempenho acadêmico, a saúde dos jovens estudantes e a qualidade do ambiente interno de suas escolas. Por fim, Zhong, Yuan & Fleck (2019) concluíram que a ausência de ar fresco, ou a exposição a condições extremamente quentes, frias, secas e úmidas, ruídos altos, até mesmo uma sala silenciosa e iluminação muito clara ou escura, pode afetar negativamente o desempenho acadêmico dos alunos e a frequência em suas aulas online. As informações anteriores revelaram que os alunos podem estar expostos a condições desconfortáveis e inseguras em salas de aula online e, conseqüentemente, seu desempenho acadêmico pode ser afetado.

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou o surto do novo coronavírus Sars-CoV-2 (COVID-19) como uma pandemia mundial. Esta situação tem feito com que funcionários de diferentes empresas e setores de trabalho em todo o mundo trabalhem em casa (Douglas, Katikireddi, Taulbut, McKee & McCartney, 2020; Legido-Quigley, Regulez Campos, Geasa, Muntaner & McKee, 2020). No Brasil, um dos principais setores em que seus funcionários foram forçados a trabalhar em casa foi o setor de educação (El Khatib & Chizzotti, 2020). Desde março de 2020, o setor de educação foi forçado a ministrar aulas online; portanto, os alunos foram obrigados a fazer aulas online de um local diferente em vez de suas salas de aula no campus da escola. Esse fato tem levado os alunos a se adaptarem às novas condições de fazer aulas e estudar online. Essas condições incluem aspectos ambientais, tecnológicos e psicossociais (El Khatib, 2020). Além disso, com base nos resultados da pesquisa mencionados acima, essas novas condições podem impactar a segurança, o conforto, a saúde e o desempenho acadêmico dos alunos. Da mesma forma, a exposição a diversos níveis de ruído, temperatura e nível de iluminação pode causar distração e desconforto a eles (El Khatib & Chizzotti, 2020).

Além disso, os alunos precisam interagir com sua nova estação de estudo (computador, mouse, cadeira, mesa/escrivania, tomadas elétricas) que, se não for projetada de uma abordagem ergonômica, pode fazer com que os segmentos corporais dos alunos adotem posturas forçadas ou desconfortáveis (Shirzaei, Mirzaei, Khaje-Alizade & Mohammadi, 2015). Em primeiro lugar, ser exposto a essas posturas desagradáveis pode produzir dor física e dor (nas costas, pescoço, pernas, mãos, dedos, pulsos), possivelmente se tornando MSDs (Rodríguez-Ruíz & Guevara-Velasco, 2011). Em relação aos fatores psicossociais, as aulas online podem aumentar a carga de trabalho mental ou fadiga intelectual (Pereira, 2019; El Khatib, 2020). Esse incremento é apresentado porque a velocidade com que as aulas são ministradas online é rápida. Outro exemplo é o aprendizado e uso de tecnologias novas e aplicativos desconhecidos (como *Google Meet*, *Teams*, *Zoom*, *Blackboard Collaborate*, dentre outros) para realizar seus trabalhos em sala de aula ou para concluir tarefas que os professores atribuem a eles. Até agora, há poucas pesquisas sobre o impacto que as condições ou fatores ambientais (especialmente ruído, temperatura, iluminação) das aulas online têm no desempenho acadêmico de estudantes universitários no Brasil.

Consequentemente, o objetivo principal do presente estudo é determinar o impacto das condições ambientais (iluminação, ruído, temperatura) no desempenho acadêmico de estudantes universitários que fazem aulas online no Brasil.

2. PLATAFORMA TEÓRICA

2.1. Influência da COVID-19 no desempenho acadêmico de estudantes universitários

Inúmeros autores ao redor do mundo realizaram pesquisas sobre a influência (positiva ou negativa) da pandemia provocada pela COVID-19, uma doença respiratória aguda causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (Sars-CoV-2), no desempenho acadêmico de estudantes universitários. Por exemplo, Gonzalez, De la Rubia, Hincz, Comas-Lopez, Subirats, Fort e Sacha (2020) analisaram os efeitos do confinamento provocados pela COVID-19 sobre o desempenho de aprendizagem autônoma de alunos do ensino superior, especificamente na *Universidad Autónoma de Madrid*. Para realizar a análise, esses autores utilizaram um experimento de campo que incluiu 458 alunos divididos em dois grupos: o grupo controle e o grupo experimento. Os alunos do grupo experimental foram aqueles que tiveram aulas online como consequência do confinamento. Como resultado, Gonzalez et al. (2020) descobriram que esse confinamento teve um efeito positivo significativo no desempenho acadêmico dos alunos, o que ajudou a melhorar as estratégias de aprendizagem dos alunos para um hábito mais contínuo, melhorando sua eficiência.

Da mesma forma, Adnan e Anwar (2020) estudaram as atitudes de estudantes universitários no Paquistão em relação às aulas online durante a pandemia provocada pela COVID-19. Para realizar seu estudo, esses autores pesquisaram alunos de graduação e pós-graduação. As perspectivas dos alunos revelaram que, em países subdesenvolvidos como o Paquistão, as aulas online não podem produzir o desempenho acadêmico desejado, uma vez que a maioria dos alunos não consegue acessar a Internet. Além disso, esses autores descobriram que, durante a pandemia provocada pela COVID-19, os alunos enfrentam outros problemas, como tempo de resposta, ausência da socialização tradicional em sala de aula e falta de interação face a face com o instrutor. Em outra pesquisa, Demuyakor (2020) analisou o nível de satisfação de estudantes internacionais ganenses em instituições de ensino superior na China durante a pandemia provocada pela COVID-19. Para coletar dados, este autor empregou uma pesquisa online focada no nível de satisfação do aprendizado online e como os estudantes internacionais de Gana estavam lidando com essa nova situação. Os resultados indicaram que a maioria dos alunos mostrou uma atitude positiva em relação à implementação das aulas online, embora tenham que pagar custos elevados para aceder à Internet com conectividade muito lenta.

Em uma quarta pesquisa, Haider e Al-Salman (2020) compilaram um conjunto de dados para examinar o impacto psicossomático de ferramentas digitais para aulas online no bem-estar de estudantes universitários jordanianos durante a pandemia provocada pela COVID-19. Esses pesquisadores elaboraram um questionário que continha duas seções principais. A segunda seção compreendeu cinco construtos principais, incluindo desempenho acadêmico. Usando o método de amostragem bola de neve, 775 alunos foram entrevistados. Os resultados mais significativos indicaram que 59,5% dos alunos apontaram que a interação face a face contribui significativamente para impulsionar seu desempenho acadêmico, e 55,5% deles mencionaram que o volume de tarefas via *e-learning* levou à confusão, frustração e baixo desempenho. Em uma pesquisa mundial, e com uma amostra de 30.383 estudantes universitários de 62 países, Aristovnik, Keržic, Ravšelj, Tomaževic e Umek (2020) analisaram como os alunos percebem o impacto da pandemia COVID-19 em vários fatores que afetam suas vidas em nível global.

Além disso, Sintema (2020) estudou os efeitos da pandemia provocada pela COVID-19 no desempenho acadêmico em alunos de escolas secundárias na Zâmbia. Em seu estudo, o autor coletou dados de três professores (o chefe do Departamento de Matemática, o chefe do Departamento de Ciências Naturais e um professor de ciências) por meio de entrevistas semiestruturadas via celular. Seus resultados mostraram que é provável que haja uma diminuição na porcentagem de alunos que passam nos testes de matemática se a pandemia provocada pela COVID-19 não for contida no menor tempo possível.

Em suma, pesquisas precedentes indicaram que durante a pandemia provocada pela COVID-19 estudantes de todo o mundo tiveram que se adaptar às novas condições das universidades, o que pode, conseqüentemente, impactar seu desempenho acadêmico.

2.2. O impacto da iluminação no desempenho acadêmico de estudantes universitários

Vários autores definiram o desempenho acadêmico como uma exposição de conhecimentos adquiridos ou habilidades que são desenvolvidas em função das disciplinas escolares, que são avaliadas por meio de notas de testes ou notas atribuídas pelos professores das disciplinas (e.g., Adediwura & Tayo, 2007; Kimani, Kara & Njagi, 2013) Explicitamente, a iluminação da sala de aula é um aspecto relevante para o desempenho acadêmico dos alunos, porque a iluminação tem uma relação direta com o desenvolvimento dos alunos (e.g., Oselumese, Omoike & Andrew, 2016). Além disso, Oselumese et al. (2016) mencionam que a iluminação deficiente leva a desconforto e baixo desempenho acadêmico. Especificamente, há pesquisas sobre os efeitos do nível de iluminação no desempenho acadêmico dos alunos. Por exemplo, Hviid, Pedersen & Dabelsteen (2020) conduziram um estudo para determinar se a iluminação interna combinada com a ventilação influenciava as habilidades acadêmicas das crianças ou não. Em seu estudo, 92 crianças de 10 a 12 anos de idade foram envolvidas. Os autores mediram a velocidade de processamento, concentração, raciocínio lógico e habilidades de resolução matemática das crianças aplicando um questionário, bem como três testes de desempenho diferentes ao longo de quatro semanas. O estudo experimental foi comparado com outra pesquisa, onde uma taxa de ventilação baixa e alta (3,9 l / se 10,6 l/s por pessoa, respectivamente) foi implementada; o impacto do nível de iluminação no desempenho acadêmico também foi avaliado. Descobriu-se que quando o nível de iluminação mudava constantemente de luz quente 2900 K-450 lux para uma luz fria dinâmica de 4900 K-750 lux com uma temperatura de cor correlacionada constante, a velocidade do processo de aprendizagem, concentração e habilidades matemáticas dos alunos (6,6%, $p < 0,001$, 8,3%, $p < 0,001$ e 11,8%, $p < 0,006$, respectivamente) melhorou, e quando uma alta taxa de ventilação e uma iluminação fria dinâmica foram combinadas, o desempenho acadêmico também aumentou.

Outros autores, como Kudo, Shonchoy e Takahashi (2017) conduziram um estudo em áreas não eletrificadas do Norte de Bengala para estudar a eficácia do produto solar no desempenho acadêmico das crianças. Os resultados indicaram que as luzes baseadas em energia solar inicialmente tendiam a aumentar a frequência escolar, que diminuiu posteriormente. Embora as horas de estudo e a frequência dos alunos tenham melhorado inicialmente, o desempenho acadêmico não melhorou. Além disso, Singh, Arora e Goyal (2020) investigaram o impacto da iluminação da sala de aula no desempenho acadêmico de 738 alunos, que foram selecionados por meio de uma técnica de amostragem sistemática. Particularmente, para calcular os níveis de iluminação da sala de aula, o medidor de lux (luxímetro) "Testo-545" foi usado, enquanto o desempenho acadêmico dos alunos foi avaliado usando o Teste de Atenção $d2$ para medir a velocidade de escrita e leitura e precisão em tarefas acadêmicas. Posteriormente, esses autores aplicaram um questionário para obter dados

e avaliar as percepções dos alunos em relação ao nível de iluminação da sala de aula. Como resultado, descobriu-se que a iluminação teve um impacto significativo sobre os alunos concentração e desempenho acadêmico ($p < 0,05$), e que a iluminação de 250 a 500 lux foi associada a maior concentração do aluno, o que resultou em notas mais altas e melhor desempenho acadêmico dos alunos. Finalmente, Gilavand, Gilavand e Gilavand (2016) investigaram o impacto da iluminação da sala de aula educacional no processo de aprendizagem e no desenvolvimento acadêmico dos alunos do ensino fundamental. A amostra foi selecionada aleatoriamente, composta por 210 alunos de *Ahvaz*, Irã. Em sua pesquisa, a motivação para o desempenho da *Hermance* e uma pesquisa autoconstruída (uma lista de verificação de observação usada para medir os parâmetros físicos do nível de iluminação do ambiente de aprendizagem) foram aplicadas, juntamente com entrevistas face a face com os alunos. Nesse caso, verificou-se que a iluminação da sala de aula educacional tem um impacto significativo no processo de aprendizagem e no desempenho acadêmico dos alunos do ensino fundamental ($p < 0,05$). Portanto, a hipótese H_1 é proposta:

H₁: O nível de iluminação durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico de estudantes universitários no Brasil.

2.3. O impacto do ruído no desempenho acadêmico dos alunos universitários

A literatura oferece diferentes pesquisas que abordam os efeitos que o nível de ruído pode ter no desempenho acadêmico dos alunos. Por exemplo, Braat-Eggen, Van Heijst, Hornikx e Kohlrausch (2017) aplicaram um questionário considerando os parâmetros acústicos de cinco ambientes abertos de estudo na Holanda, no qual foram investigadas as correlações entre a perturbação do ruído e as fontes ruidosas percebidas pelos alunos durante a execução de tarefas escolares. A pesquisa mostrou que quando tarefas cognitivas complexas, como estudar para um teste, ler ou escrever, eram realizadas, cerca de 38% dos alunos se distraíam com o ruído e a fala ao fundo no ambiente de estudo aberto. Em outra pesquisa, Batho, Martinussen e Wiener (2020) examinaram o impacto de ruídos ambientais (fala e ruído branco) no desempenho acadêmico e tarefas de pontuação de dificuldade de jovens com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) ($N = 52$). Para observar e avaliar o desempenho de leitura, a técnica de contagem oral (precisão de leitura) foi necessária para registrar o tempo gasto durante a realização das tarefas de leitura. Da mesma forma, o desempenho da escrita dos alunos foi avaliado considerando sequências de escrita bem estruturadas (precisão), e o total de palavras que foram escritas em uma dissertação foram consideradas. Foi demonstrado que o ruído branco parece melhorar o desempenho do tempo de leitura e a competência de escrita dos alunos, mas sua precisão de escrita não diferiu ou melhorou em nada. Da mesma forma, Bulunuz, Bulunuz, Orbak, Mulu e Tavsanlı (2017) avaliaram as opiniões dos alunos sobre o nível de ruído, seus efeitos e seu controle em duas escolas primárias (uma escola pública e uma escola privada) na Turquia. Especificamente, para a coleta de dados, foi aplicado um questionário de 20 itens a 432 alunos e consideradas algumas medidas de ruído realizadas nas escolas. Por fim, os alunos relataram perceber alto nível de ruído, porém, as medidas de ruído revelaram que o nível médio de ruído durante o recreio para a escola particular foi de $74,56 \text{ dB}(A)$ e para a escola pública foi de $82,18 \text{ dB}(A)$, sendo que ao $\text{dB}(A)$ é um valor ponderado que leva em consideração os valores correspondentes de igual sensação sonora do aparelho auditivo humano.

Da mesma forma, Smith (2017) examinou os fatores que influenciam o bem-estar e o desempenho dos alunos em faculdades. O estudo compreendeu uma amostra de 327

estudantes universitários, que responderam a uma pesquisa para medir a exposição atual a alguns tipos de ruído. Além disso, para avaliar o bem-estar dos alunos, um Questionário do Processo de Bem-Estar do Aluno ou *Social Welfare Practice Questionnaire* (SWPQ) foi aplicado, enquanto para avaliar o desempenho acadêmico, as tarefas e os testes do curso foram considerados para obter sua pontuação média (GPA). Como resultado, esse autor constatou que o ruído ouvido pelos alunos não estava diretamente relacionado ao seu bem-estar ou desempenho acadêmico. Além disso, Bhang, Yoon, Sung, Yoo, Sim, Lee, Lee & Lee (2018) analisaram como o ruído de alta frequência impactou nas funções cognitivas dos alunos, o que está ligado ao desempenho de aprendizagem dos alunos. Na verdade, para conduzir sua pesquisa, foram incluídos 268 alunos de três escolas primárias diferentes em Ulsan, Coreia do Sul: 135 meninos e 133 meninas, com idades entre 10 e 12 anos. Além disso, conforme foi relatado sobre as condições de teste dos alunos (ruído de fundo versus ruído adicional), eles foram separados em dois grupos diferentes, onde tiveram que realizar testes usando ferramentas de exame psicológico. Assim, o ruído afetou significativamente o desempenho contínuo dos alunos, o QI em grande escala, o QI verbal, o *Stroop* (Teste Neuropsicológico) das crianças e as pontuações dos testes de rastreamento de cores. Finalmente, concordando com Oselumese et al. (2016), escolas localizadas em ruas urbanas barulhentas são mais propensas a ter déficits de concentração mental, o que leva a um mau desempenho dos alunos.

Outros autores que investigaram o impacto que o nível de ruído tem no desempenho acadêmico dos alunos são: Shield e Dockrell (2008), Cook, Bradley-Johnson e Johnson (2014), Klatte, Bergström e Lachmann (2013) e Xie, Kang, e Tompsett (2011) entre outros.

Portanto, a hipótese H_2 é proposta.

H₂: O nível de ruído durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico de estudantes universitários no Brasil.

2.4. O impacto da temperatura no desempenho acadêmico de estudantes universitários

O ruído e a iluminação são aspectos que afetam o desempenho dos alunos; da mesma forma, existem vários estudos que mostram que a temperatura impactou no desempenho acadêmico dos estudantes universitários. Por exemplo, Baafi (2020) mencionou que a temperatura da sala de aula impactou no desempenho acadêmico dos alunos. Por exemplo, López-Chao, Lorenzo & Martín-Gutiérrez (2019) mencionaram que níveis de baixa temperatura tendem a distrair os alunos e torná-los mais alertas, o que aumenta sua atividade nervosa preparando a mente para a ação. Por outro lado, ambientes quentes afetam negativamente seu desempenho em comparação com ambientes termicamente neutros. Monguno, Jimme e Monguno (2017) estudaram ao longo de três anos o impacto da temperatura ambiente no desempenho acadêmico de 259 alunos selecionados aleatoriamente no *Kashim Ibrahim College of Education*. Além disso, o desempenho do aluno após cada período de avaliação coincidiu aproximadamente com as estações quentes e frias. Na verdade, para medir as percepções dos alunos em relação ao desempenho em ambas as estações, Monguno et al. (2017) aplicaram questionários após o terceiro ano. Algumas diferenças foram encontradas nas estações quentes e frias, impactando no desempenho dos alunos no primeiro e terceiro ano; no entanto, diferenças significativas não puderam ser recuperadas a partir do segundo ano.

Além disso, Phan (2020) examinou o impacto potencial que o gênero tem na percepção térmica e no desempenho acadêmico. Este autor hipotetizou que as mulheres experimentariam um incremento no desempenho acadêmico com o aumento da temperatura, enquanto os homens experimentariam o efeito oposto. Especificamente, para o teste de hipótese anterior, um projeto quase experimental foi implementado, enquanto os dados foram coletados por meio de um formulário do Google que registrou o gênero e tinha 24 questões do tipo SAT. O autor repetiu este processo em três dias diferentes usando a mesma sala de aula, onde a temperatura foi manipulada em 67°F, 72 °F e 78°F cada dia; foi demonstrada uma correlação entre a percepção térmica e o desempenho acadêmico ($p = 0,049$). Além disso, concluiu-se que o desempenho acadêmico dos homens aumentou com o aumento da temperatura, enquanto o desempenho acadêmico das mulheres aumentou com a queda da temperatura.

Em outro estudo, Wargocki e Wyon (2007) conduziram dois estudos experimentais em salas de aula de escolas durante o verão. Em ambos os estudos, a temperatura do ar foi manipulada usando unidades de resfriamento divididas funcionando ou em marcha lenta por uma semana. Os alunos resolveram entre seis e oito exercícios que exemplificam alguns aspectos do trabalho escolar; depois, as percepções ambientais dos alunos e em que nível qualquer sintoma foi experimentado foram compartilhados em escalas visuais analógicas.

Os resultados mostraram que o desempenho dos alunos melhorou consideravelmente em dois testes numéricos e em dois exames baseados no idioma se a temperatura diminuiu de 25°C para 20°C (77°F para 68°F, respectivamente). Além disso, quando o ar externo aumentou em 5,2 a 9,6 L / s, o desempenho dos alunos melhorou significativamente em quatro exercícios numéricos. Da mesma forma, Haverinen-Shaughnessy e Shaughnessy (2015) analisaram a relação com o impacto do nível de temperatura no desempenho acadêmico dos alunos ($N = 3109$) que eram de um distrito escolar integrado por 70 instituições primárias (140 salas de aula da quinta série) no sudoeste dos Estados Unidos.

O estudo anterior foi realizado para conhecer o impacto da temperatura no desempenho acadêmico. Em conclusão, esses autores descobriram que os alunos aumentaram suas notas médias de matemática de 12 para 13 pontos por Celsius, que diminuíram de 25°C para 20 °C de temperatura. Em conclusão, o conforto térmico da sala de aula aumenta significativamente o desempenho acadêmico dos alunos. Finalmente, na literatura sobre qualidade térmica e aprendizagem dos alunos, Earthman (2002) sugeriu que existem faixas de temperatura ideais para resultados de aprendizagem ideais. Este autor declara que as temperaturas de 20°C e 24°C são mais adequadas para o aprendizado e conforto dos alunos.

Portanto, a hipótese H_3 é proposta a seguir:

H_3 : O nível de temperatura durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico de estudantes universitários no Brasil.

3. PLATAFORMA METODOLÓGICA

3.1. Desenvolvimento do questionário

A literatura precedente apresenta diversos estudos que tratam das condições ambientais (iluminação, ruído, temperatura) impactantes no desempenho acadêmico dos alunos. Em vários estudos, os dados foram coletados por meio de um questionário. Por exemplo, Hviid et al. (2020) aplicaram um questionário dividido em três seções diferentes. A primeira seção abordou o bem-estar geral dos alunos dentro e fora da escola. A segunda seção

incluiu oito questões sobre as percepções do ambiente interno da sala de aula (temperatura, sensação do ar, qualidade do ar, ruído, iluminação). A terceira seção pediu aos alunos que classificassem sua motivação considerando: dor de cabeça, dificuldade de concentração, fadiga, esforço e bem-estar.

Da mesma forma, Singh et al. (2020) aplicaram um questionário dividido em oito seções, sendo três delas referentes à temperatura interna, ruído e percepção de iluminação pelos alunos. Além disso, López-Chao et al. (2019) aplicaram a escala de percepção do ambiente físico interno (escala *iPEP*), que foi adaptada usando o *Questionário de Percepção do Espaço de Aprendizagem do Estudante* (QPAE) para observar o *design* do espaço de aprendizagem de diferentes salas de aula em uma universidade. Outros autores, que também aplicaram questionários para obter dados e examinar o impacto da iluminação, ruído ou temperatura no desempenho acadêmico, são Gilavand et al. (2016), Braat-Eggen et al. (2017), Bulunuz et al. (2017), Smith (2017) e Monguno et al. (2017), entre outros. No entanto, esses questionários não foram elaborados para obter dados sobre as condições ambientais (iluminação, ruído e temperatura) com as quais os alunos do ensino superior interagem durante as aulas online devido à pandemia mundial da COVID-19.

Além disso, de acordo com antecedentes anteriores, o Questionário de Efeitos de Aulas Online na saúde e desempenho acadêmico de estudantes universitários (QPAE) é criado. O QPAE é dividido em oito seções diferentes: (1) Introdução, (2) dados demográficos, (3) fatores ambientais, (4) fatores tecnológicos, (5) motivação, (6) desempenho acadêmico, (7) carga de trabalho mental e, finalmente, (8) efeitos das aulas online na saúde dos alunos. Uma vez que o objetivo elementar do presente estudo é identificar como os fatores ambientais impactam no desempenho acadêmico dos alunos, apenas as seções (3) e (6) foram incluídos. Para desenvolver as perguntas para ambas as seções, uma revisão da literatura foi feita para encontrar pesquisas incluindo itens sobre como as variáveis independentes (iluminação, ruído e temperatura) impactam a variável dependente (desempenho acadêmico dos alunos).

A revisão da literatura foi realizada em algumas bases de dados, como *Ebscohost*, *Taylor e Francis*, *Emerald*, *ScienceDirect* e *SAGE Journals*, entre outras. As principais palavras-chave foram “iluminação”, “ruído”, “temperatura”, “desempenho acadêmico”, “escola” e “alunos”. Depois de selecionados, os itens são adaptados para serem aplicados a um contexto de sala de aula online, onde os alunos têm aulas fora das salas de aula da instituição educacional. A Tabela 1 mostra os itens e referências para os quais foram adaptados.

Tabela 1

Referência para itens do Questionário de Efeitos de Aulas Online sobre saúde e desempenho acadêmico de estudantes universitários

Variável	Descrição	Referências
	O nível de iluminação da minha área de estudo permite-me ver claramente o que está à minha volta, bem como concentrar-me nas aulas online.	Mills, Tomkins & Schlangen, 2007
Iluminação (Luz Ambiente)	Posso controlar o nível de iluminação na minha área de estudo ao fazer aulas online (por exemplo: abrir / fechar persianas, cortinas; ter um abajur; interruptores ao alcance).	López-Chao, 2017
	O nível de iluminação (de lâmpadas, tela do computador) na minha área de estudo me permite ter conforto visual ao fazer aulas online.	Michael & Heracleous, 2017
Barulho	Tenho privacidade na minha área de estudo quando	Alzahrani, 2019

	faço aulas online.	
	O nível de ruído (proveniente de dispositivos, conversas de pessoas, fontes externas) em minha área de estudo permite que eu me concentre, faça as aulas e ouça claramente o professor e colegas de classe.	Banbury & Berry, 2005
	Posso controlar o nível de ruído na minha área de estudo (exemplo: abertura/fechamento de portas e janelas).	López-Chao, 2017
Temperatura	A temperatura na minha área de estudo me permite estar confortável e me concentrar ao fazer aulas online.	Banbury & Berry, 2005
	Posso controlar a temperatura na minha área de estudo (por exemplo: abrir / fechar janelas, ligar / desligar os ventiladores) ao tirar aulas online.	López-Chao, 2017
	A qualidade do ar na minha área de estudo é adequada para fazer as aulas online.	Alzahrani, 2019
	Ao fazer aulas online posso fazer todas as minhas atividades com sucesso.	
	Ao fazer aulas online, posso organizar meu tempo para fazer tudo o que os professores me pedem.	Olmedo-Moreno, Expósito López, Olmos-Gómez, Sánchez Martín, Chacón-Cuberos, 2020
	Ao fazer aulas online, minhas notas melhoram.	
Desempenho Acadêmico	Adquiri mais conhecimento fazendo aulas online.	Jayaweera, 2015
	Eu melhorei minhas habilidades de comunicação fazendo aulas online.	Jayaweera, 2015
	Eu melhorei minhas habilidades de trabalho em equipe fazendo aulas online.	Jayaweera, 2015
	Aulas online melhoram minha criatividade	
	Estou satisfeito com os resultados que obtive ao fazer aulas online.	Cardella, Hernández-Sánchez, Sánchez-García, 2020

Fonte: Elaborada pelo Autor com base na literatura precedente (2020).

Após a criação, as perguntas foram registradas em um formulário do Google. O QPEA deveria ser respondido por meio da escala *Likert* de cinco pontos, onde 1 = Nunca, 2 = Quase nunca, 3 = Às vezes, 4 = Normalmente e 5 = Sempre. Esta escala é implementada, uma vez que tem sido utilizada em estudos recentes e semelhantes (e.g., Nicholls, Sweet, Skuza, Muller & Hyett, 2016; García-Alcaraz, Flor-Montalvo, Avelar-Sosa, Sánchez-Ramírez & Jiménez-Macías, 2019; Salleh & Othman, 2019).

3.2. Aplicação do Questionário QPEA

Os alunos que fizeram aulas online durante a pandemia provocada pela pandemia da COVID-19 de 12 universidades diferentes no Brasil foram convidados a responder o questionário QPEA. Não importava se eram alunos de graduação ou pós-graduação. A inscrição QPEA foi feita online, portanto, as seguintes etapas foram necessárias:

(1) *Busca de professores de universidades no Brasil*: Para entrar em contato com os professores, primeiro foi necessário buscar publicações, em conferências, revistas, capítulos de livros e outras fontes em que os autores fossem afiliados a uma universidade no Brasil e seus nomes e e-mail estavam disponíveis para contatá-los.

(2) *Amostragem de professores e alunos*: Após a obtenção da lista de professores com seus e-mails institucionais, foi enviado um e-mail explicando o projeto e seu objetivo. Além disso, o link QPEA foi compartilhado com eles, no qual os participantes foram encorajados a distribuí-lo entre alunos e outros professores de sua universidade, ou mesmo com professores de outras universidades do país. Outros alunos foram contatados por meio de plataformas virtuais como *Instagram e LinkedIn (principalmente)*.

O questionário QPEA estava disponível online de maio a dezembro de 2020. Todos os alunos participaram voluntariamente. A pesquisa está em conformidade com as disposições da Declaração de Helsinque em 1995 (revisada em Edimburgo em 2000) (WMA, 2020) e todas as diretrizes éticas foram seguidas conforme exigido para a realização de pesquisas em humanos, incluindo a adesão aos requisitos legais da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) vigente no Brasil desde agosto de 2020. Foram distribuídas 1.500 pesquisas, mas foram concluídas 690, o que representa uma taxa de resposta de 46%. Essas 690 pesquisas válidas foram compiladas e usadas para analisar os dados. Para a coleta de dados, foi utilizado o método de amostragem por conveniência, por apresentar alta viabilidade e baixo custo (Guo, Li, Fang, Lin, Song, Jiang & Stanton, 2011; Realyvásquez, Maldonado-Macías & Garcia-Alcaraz, 2018). Este método de amostragem é um método não probabilístico que consiste em que as pessoas respondam ao questionário quando tiverem tempo disponível (Realyvásquez, Maldonado-Macías & Garcia-Alcaraz, 2018). Além disso, conforme mencionado anteriormente, a participação de todos os alunos era voluntária, era difícil a aplicação do QPEA presencial e os alunos apresentavam baixa disponibilidade de tempo. Como consequência, nem todos os professores e alunos contatados responderam ao QPEA. Então, de algumas universidades, apenas um aluno respondeu ao QPEA, enquanto de outras não houve resposta. De acordo com Kock (2020), para um Coeficiente dos Caminhos mínimo de 0,197, um nível de significância de 0,05 e um poder estatístico de 0,8, o tamanho mínimo da amostra é 160. Este autor menciona que este tamanho de amostra também se aplica quando os pesquisadores estão incertos sobre os resultados que devem esperar de seus estudos, como nesta pesquisa.

A maioria dos alunos pesquisados estava na faixa de 20-30 anos (71,01%), 56,81% eram homens, e 88,83% estavam em estado civil solteiro. A Tabela 2 mostra as características sociodemográficas dos alunos pesquisados. Da mesma forma, a Tabela 3 ilustra os alunos que foram pesquisados por universidade. A universidade onde os alunos mais participaram foi a Universidade A, que teve 92 participantes. Todos os alunos pertenciam a universidades públicas das regiões sul, sudeste, norte e nordeste.

3.3. Análise Estatística de Dados

A análise estatística dos dados aborda a validação estatística do QPEA e a análise das relações entre as variáveis. A análise dos dados valida as três hipóteses propostas na Seção 2.

3.3.1. Validação estatística do questionário QPEA

A base de dados foi criada e registrada no software SPSS 24® [62,78], substituindo a mediana pelos *outliers* ou valores perdidos, uma vez que os dados são coletados em escala ordinal (escala *Likert*).

Posteriormente, a validação estatística é realizada para cada variável do QPEA usando como referência 0,7, que é o valor mínimo aceitável do coeficiente Alfa de *Cronbach* (e.g., García-Alcaraz, Flor-Montalvo, Avelar-Sosa, Sánchez-Ramírez & Jiménez-Macías, 2019). Em seguida, as variáveis com uma correlação inferior a 0,3 são eliminadas, porque uma variável só é integrada e considerada quando o coeficiente Alfa de *Cronbach* é superior a 0,7. Além disso, para a validade discriminante e validade convergente, é utilizada a medida de variância média extraída (AVE). Para a validade convergente, é necessário que o AVE seja maior ou igual a 0,5 em cada elemento, enquanto o valor de *p* deve ser significativo em cada variável. Da mesma forma, a medida do índice do fator de inflação da variância (VIF) é implementada para determinar o nível de colinearidade entre as variáveis, que existe desde que o valor VIF seja inferior a 3,3 em cada variável. Finalmente, os dados são organizados em uma escala ordinal, onde o coeficiente Q^2 serve como um parâmetro não paramétrico medida de validade preditiva, que é alcançada apenas quando o valor de Q^2 é superior a 0,2 (Kock, 2020) O coeficiente Q^2 é fornecido apenas para variáveis latentes endógenas (Kock, 2020). Nesta pesquisa, a variável latente endógena é o desempenho acadêmico.

Tabela 2

Características sociodemográficas dos alunos pesquisados

Idade	Número (%)
Entre 18 e 20 (inclusive)	147 (21,30%)
Entre 20 e 30 (inclusive)	490 (71,01%)
Entre 30 e 40 (inclusive)	40 (5,79%)
Entre 40 e 50 (inclusive)	13 (1,90%)
Gênero	
Masculino	392 (53,33%)
Feminino	298 (46,67%)
Estado Civil	
Solteiro (a)	613 (88,84%)
Casada (o)	42 (6,08%)
União estável	25 (3,62%)
Outras situações	10 (1,46%)

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

Tabela 3

Respondentes por Universidade

Número de Respondentes	Universidade												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	92	84	80	65	63	58	55	48	36	32	30	25	22

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

3.3.2. Análise da Modelagem das Equações Estruturais

Para avaliar as relações entre as variáveis é utilizado o software *WarpPLS 6.0*[®], que integra a modelagem de equações estruturais (SEM). Este software também inclui o método de mínimos quadrados parciais (PLS), pois é útil quando os dados analisados estão em escala ordinal e representam uma pequena amostra que não atende aos requisitos de normalidade. Vários índices de eficiência são usados antes de interpretar o modelo: O coeficiente de caminho médio (APC), o R quadrado médio (ARS) e o R quadrado ajustado médio (AARS), que estão associados a um valor *p* que é significativo quando está abaixo de 0,05. Além disso, são utilizados os índices VIF de bloco médio (AVIF) e VIF de colinearidade total média (AFVIF), que devem ser menores que 5,0. Além disso, é incluído o índice de *Tenenhaus* (GoF), que deve ser maior que 0,25 (Kock, 2020).

Além disso, os efeitos diretos, indiretos e totais devem ser medidos entre as variáveis em um SEM. Primeiramente, os efeitos diretos permitem a validação das hipóteses do modelo, as quais são representadas por uma seta. Em segundo lugar, os efeitos indiretos medem a relação entre duas variáveis por meio de variáveis mediadoras, usando dois ou mais segmentos entre uma variável latente independente e uma variável latente dependente. Finalmente, o efeito total é a soma dos efeitos diretos e indiretos (Kock, 2020). Os efeitos indiretos não são apresentados na Figura 1, pois há apenas um segmento entre cada uma das três variáveis independentes e a variável dependente; portanto, os efeitos totais são iguais aos efeitos diretos.

Notavelmente, os efeitos diretos são exemplificados por meio da letra β ; um parâmetro padronizado da medição de relação em duas variáveis que é expressa em desvios padrão e está associada a um valor p que determina se uma relação de variável é estatisticamente significativa ou não com um intervalo de confiança de 95%.

Finalmente, o efeito do tamanho (SE) é estimado para cada efeito. O SE permite reconhecer o poder explicativo; a capacidade de classificar a contribuição que uma variável independente tem sobre cada variável dependente, portanto, o efeito do tamanho é uma decomposição de R^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise Descritiva dos Dados

A Tabela 4 apresenta a análise descritiva dos dados das variáveis dependentes e independentes e seus itens correspondentes. Importante ressaltar que para as três variáveis independentes, a maioria dos alunos respondeu 3 = Às vezes, 4 = Normalmente, ou 5 = Sempre. Porém, observe que na variável dependente desempenho acadêmico, a resposta mais frequente foi 3 = Às vezes. Esse resultado sugere que as condições ambientais em casa não são as ideais e que existem outras variáveis que podem afetar o desempenho acadêmico.

Tabela 4
Análise Descritiva

Variável	Item	Resposta	Frequência (%)	Média	Mediana	Desvio Padrão
Iluminação (Luz Ambiente)	O nível de iluminação da minha área de estudo permite-me ver claramente o que está à minha volta, bem como concentrar-me nas aulas online.	1	7 (1%)	3,97	4	0,843
		2	16 (2,4%)			
		3	164(23,8%)			
		4	305(44,2%)			
		5	198(28,6%)			
	Posso controlar o nível de iluminação na minha área de estudo ao fazer aulas online (por exemplo: abrir / fechar persianas, cortinas; ter um abajur; interruptores ao alcance).	1	34 (4,90%)	4,04	4	1,117
		2	34 (4,90%)			
		3	114(16,5%)			
		4	201(29,1%)			
		5	307(44,7%)			
	O nível de iluminação (de lâmpadas, tela do computador) na minha área de estudo me permite ter conforto visual ao fazer aulas online.	1	7 (1%)	3,87	4	0,959
		2	54 (7,8%)			
		3	164(23,8%)			
		4	261(37,9%)			
		5	204(29,6%)			
Barulho (Ruído)	Tenho bastante privacidade na minha área de estudo quando faço aulas online.	1	67 (9,7%)	3,41	3	1,306
		2	114(16,5%)			
		3	168(24,3%)			
		4	154(22,3%)			
		5	187(27,2%)			
	O nível de ruído (proveniente de dispositivos, conversas de pessoas, fontes	1	44 (6,3%)	3,21	3	1,033
		2	114(16,5%)			

	externas) em minha área de estudo permite que eu me concentre, faça as aulas e ouça claramente o professor e colegas de classe.	3	248(35,9%)			
		4	221(32,0%)			
		5	63 (9,3%)			
		1	60 (8,7%)			
	Posso controlar o nível de ruído na minha área de estudo (exemplo: abertura/fechamento de portas e janelas).	2	121(17,5%)	3,33	3	1,229
		3	177(25,7%)			
		4	191(27,7%)			
		5	141(20,4%)			
	A temperatura na minha área de estudo me permite estar confortável e me concentrar ao fazer aulas online.	1	34(4,9%)	3,73	4	1,128
		2	57(8,3%)			
		3	184(26,7%)			
		4	204(29,6%)			
		5	211(30,6%)			
Temperatura	Posso controlar a temperatura na minha área de estudo (por exemplo: abrir / fechar janelas, ligar / desligar os ventiladores) ao tirar aulas online.	1	40(5,8%)	3,82	4	1,154
		2	57(8,3%)			
		3	121(17,5%)			
		4	242(35,4%)			
		5	230(33,0%)			
	A qualidade do ar na minha área de estudo é adequada para fazer as aulas online.	1	13(1,9%)	3,93	4	1,002
		2	40(5,8%)			
		3	171(24,8%)			
		4	224(32,5%)			
		5	242(35,0%)			
	Ao fazer aulas online posso fazer todas as minhas atividades com sucesso.	1	40(5,8%)	3,47	4	1,103
		2	77(11,2%)			
		3	224(32,5%)			
		4	214(31,1%)			
		5	135(19,4%)			
	Ao fazer aulas online, posso organizar meu tempo para fazer tudo o que os professores me pedem.	1	37(5,3%)	3,50	3,50	1,129
		2	83(12,1%)			
		3	224(32,5%)			
		4	188(27,2%)			
		5	158(22,8%)			
	Ao fazer aulas online, minhas notas melhoram.	1	43(6,3%)	3,50	3	2,395
		2	91(13,1%)			
		3	241(35,0%)			
		4	208(30,1%)			
		5	107(15,5%)			
Desempenho Acadêmico	Adquiri mais conhecimento fazendo aulas online.	1	91(13,1%)	2,84	3	1,143
		2	181(26,2%)			
		3	228(33,0%)			
		4	130(18,9%)			
		5	60(8,7%)			
	Eu melhorei minhas habilidades de comunicação fazendo aulas online.	1	90(13,1%)	3,05	3	2,167
		2	161(23,3%)			
		3	218(31,6%)			
		4	144(20,9%)			
		5	77(11,2%)			
	Eu melhorei minhas habilidades de trabalho em equipe fazendo aulas online.	1	97(14,1%)	2,88	3	1,131
		2	164(23,8%)			
		3	221(32,0%)			
		4	130(18,9%)			
		5	78(11,2%)			
	Aulas online melhoram minha criatividade	1	97(14,1%)	3,03	3	2,177
		2	164(23,8%)			
		3	208(30,1%)			
		4	144(20,9%)			
		5	77(11,1%)			
	Estou satisfeito com os resultados que obtive ao fazer aulas online.	1	94(13,6%)	3,24	3	2,370
		2	110(16,0%)			
		3	110(16,0%)			

4	141(20,4%)
5	235(34,0%)

Fonte: Estatísticas da Pesquisa (2020).

4.2. Validação das Variáveis

A Tabela 5 mostra que o questionário QPEA teve validação interna e de conteúdo suficiente, pois a confiabilidade composta e o Alfa de *Cronbach* foram superiores a 0,7 em cada variável. Além disso, se um item fosse removido do QPEA, o valor do Alfa de *Cronbach* diminuiria para a variável correspondente. Em seguida, todos os itens foram mantidos no QPEA.

Da mesma forma, a Tabela 6 apresenta os resultados dos índices que validam as variáveis dependentes e independentes mencionadas no presente estudo, que atendem aos requisitos mínimos aceitáveis. Além disso, a validade preditiva foi obtida, uma vez que o R^2 ajustado e o R^2 foram maiores que 0,2. De acordo com os resultados da validação, essas variáveis podem ser integradas em um SEM para serem analisadas.

Tabela 5

Validação das variáveis e itens utilizados

Variáveis e seus itens	Alfa de <i>Cronbach</i>	Alfa de <i>Cronbach</i> se o item for removido do QPEA
Iluminação (Luz Ambiente)	0,776	
O nível de iluminação da minha área de estudo permite-me ver claramente o que está à minha volta, bem como concentrar-me nas aulas online.		0,698
Posso controlar o nível de iluminação na minha área de estudo ao fazer aulas online (por exemplo: abrir / fechar persianas, cortinas; ter um abajur; interruptores ao alcance).		0,726
O nível de iluminação (de lâmpadas, tela do computador) na minha área de estudo me permite ter conforto visual ao fazer aulas online.		0,643
Barulho (Ruído)	0,816	
Tenho privacidade na minha área de estudo quando faço aulas online.		0,743
O nível de ruído (proveniente de dispositivos, conversas de pessoas, fontes externas) em minha área de estudo permite que eu me concentre, faça as aulas e ouça claramente o professor e colegas de classe.		0,766
Posso controlar o nível de ruído na minha área de estudo (exemplo: abertura / fechamento portas / janelas).		0,712
Temperatura	0,871	
A temperatura na minha área de estudo me permite estar confortável e me concentrar ao fazer aulas online.		0,787
Posso controlar a temperatura na minha área de estudo (por exemplo: abrir / fechar janelas, ligar / desligar os ventiladores) ao tirar aulas online.		0,843

	0,815
A qualidade do ar na minha área de estudo é adequada para fazer as aulas online.	
Desempenho Acadêmico	0,830
Ao fazer aulas online posso fazer todas as minhas atividades com sucesso.	0,759
Ao fazer aulas online, posso organizar meu tempo para fazer tudo o que os professores me pedem.	0,760
Ao fazer aulas online, minhas notas melhoram.	0,751
Adquiri mais conhecimento fazendo aulas online.	
Eu melhorei minhas habilidades de comunicação fazendo aulas online.	0,751
Eu melhorei minhas habilidades de trabalho em equipe fazendo aulas online.	0,776
	0,756
Aulas online melhoram minha criatividade	0,791
Estou satisfeito com os resultados que obtive ao fazer aulas online.	0,738

Fonte: Estatísticas da Pesquisa (2020).

4.3. Modelagem de equações estruturais

Os β -valores representam os efeitos diretos das relações entre as variáveis mencionadas, enquanto seus correspondentes p -valores indicam a significância das relações. Da mesma forma, o R^2 é a medida da variância explicada pelas variáveis independentes sobre a variável dependente.

Tabela 6

Validação das variáveis

Índices	Iluminação (Luz Ambiente)	Barulho	Temperatura	Desempenho Acadêmico
R^2				0,45
R^2 Ajustado				0,44
Confiabilidade composta	0,870	0,891	0,921	0,872
Alfa de Cronbach	0,776	0,816	0,871	0,830
Variância Média Extraída (VME)	0,691	0,731	0,795	0,766
Fator de Inflação da Variância (VIF)	1,643	1,605	1,589	1,288
Q-quadrado (Q^2)				0,239

Fonte: Estatísticas da Pesquisa (2020).

4.3.1. Validação do Modelo

A Tabela 7 contém os resultados dos índices de validação do modelo. Especificamente, os resultados mostraram que cada índice atende aos requisitos mínimos ou máximos definidos na seção de metodologia. Portanto, foram apresentados problemas de colinearidade entre as variáveis, o que demonstra que o modelo tem validade preditiva e os dados são adequados.

Tabela 7

Validação das variáveis

Índices	Valor	p-Valor	Aceitável se
Coefficiente de Caminho Médio (APC)	0,191	< 0,001	p-valor \leq 0,05
R2 Médio	0,239	< 0,001	p-valor \leq 0,05
Média Ajustada do R2	0,228	< 0,001	p-valor \leq 0,05
Bloco Médio (VIF)	1,561		AVIF \leq 3,3
Colinearidade Total (VIF)	1,531		AFVIF \leq 3,3
Tenenhaus (GoF)	0,401		GoF \geq 0,36

Fonte: Estatísticas da Pesquisa (2020).

4.3.2. Efeitos diretos

A Tabela 8 apresenta os valores (β) representando cada efeito direto e o valor p correspondente para significância. Se o valor de p para o efeito direto fosse inferior a 0,05, era aceito como significativo. De acordo com as hipóteses H_2 e H_3 , o valor de p é menor que 0,05, consequentemente, optou-se por aceitá-los; no entanto, a hipótese H_1 foi rejeitada porque o valor de p era superior a 0,05. Além disso, o maior impacto para a variável dependente é da variável de ruído, que é a variável que mais impacta criticamente no desempenho acadêmico de estudantes universitários que estão fazendo aulas online durante a pandemia provocada pela pandemia da COVID-19 no Brasil.

Tabela 8

Decisão de aceitar ou rejeitar as hipóteses propostas

H_i	Variável Independente	Variável Dependente	β	p-Valor	Decisão
H_1	Iluminação (Luz Ambiente)	Desempenho Acadêmico	0,36	< 0,001	Não-Rejeitar
H_2	Barulho	Desempenho Acadêmico	0,21	< 0,001	Não-Rejeitar
H_3	Temperatura	Desempenho Acadêmico	0,32	< 0,001	Não-Rejeitar

Fonte: Estatísticas da Pesquisa (2020).

A Tabela 8 retrata os resultados de cada hipótese, onde se obteve os seguintes resultados:

H_1 : Houve evidência estatística suficiente para declarar que o nível de iluminação durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico dos estudantes universitários no Brasil, desde quando o desvio padrão do nível de iluminação aumenta em uma unidade, o desvio padrão do desempenho acadêmico dos estudantes universitários aumenta em 0,36 unidades.

H_2 : Houve evidência estatística suficiente para estabelecer que o nível de ruído durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico dos estudantes universitários no Brasil, desde quando o desvio padrão do nível de ruído aumenta em uma unidade, o desvio padrão do desempenho acadêmico dos estudantes universitários aumenta em 0,21 unidades.

H_3 : Houve evidência estatística suficiente para estabelecer que o nível de temperatura durante as aulas online em casa durante a pandemia provocada pela COVID-19 tem um impacto significativo no desempenho acadêmico dos estudantes universitários no Brasil, desde quando o desvio padrão do nível de temperatura aumenta em uma unidade, o desvio padrão do desempenho acadêmico dos estudantes universitários aumenta em 0,32 unidades.

Especificamente, para a variável dependente (desempenho acadêmico) foi obtido um valor de R^2 igual a 0,45, o que declara que as variáveis independentes (iluminação, ruído e temperatura) explicaram esta variável dependente em 45%, onde 26,8% corresponde à variável ruído, 11,3% para a variável de temperatura e 6,9% para a variável de iluminação.

Os resultados obtidos nesta pesquisa deixam claro que o desempenho acadêmico dos universitários pode ser afetado pelas condições ambientais a que estão expostos em casa durante a pandemia COVID-19, o que é corroborado por estudos anteriores. No caso específico da iluminação, esses resultados são semelhantes aos obtidos por outros autores. Por exemplo, Oselumese et al. (2016) destacam que o nível de iluminação afeta diretamente o desempenho acadêmico dos alunos. Na verdade, esses autores mencionaram que os alunos não podem estudar a menos que o nível de iluminação seja adequado. Isso também se aplica a alunos que fazem aulas online.

Da mesma forma, os resultados desta pesquisa vêm apoiar os resultados de Hviid et al. (2020), que também mencionaram que um bom nível de iluminação, aliado a uma ventilação adequada, ajuda a melhorar o desempenho acadêmico dos alunos. Por outro lado, quando as melhorias nos níveis de iluminação dentro de casa são relativamente escassas, é insuficiente para melhorar o desempenho acadêmico dos alunos, conforme apontado por Kudo et al. (2017). Na verdade, Singh et al. (2020) indicou que os níveis de iluminação entre 250 e 500 lux são adequados para um melhor desempenho escolar. Isso deixa claro que o nível de iluminação tem um impacto significativo no desempenho acadêmico, conforme mencionado por Gilavand et al. (2016).

No caso da variável ruído, a discussão é semelhante. Por exemplo, em seu estudo, Braat-Eggen et al. (2017) descobriram que o ruído era uma distração para os alunos quando eles estavam realizando tarefas cognitivas. Isso também se aplica a alunos brasileiros que fazem aulas online, uma vez que estão expostos a um nível mais alto de ruído em casa e, portanto, a um nível mais alto de distração quando fazem aulas online em casa. Isso vem corroborar o resultado obtido nesta investigação. Por outro lado, o estudo realizado por Batho et al. (2020) deixa claro que as variações no nível de ruído afetam a leitura e a escrita dos alunos, o que por sua vez acaba impactando seu desempenho acadêmico. Na verdade, Bulunuz et al. (2017) mencionaram que um clima escolar saudável favorece o desenvolvimento acadêmico dos alunos. Portanto, a poluição sonora impacta negativamente seu aprendizado. Por fim, os resultados desta pesquisa coincidem com os obtidos por Bhang et al. (2018) e por Oselumese et al. (2016), no sentido de que em ambos os estudos os resultados indicaram que o nível de ruído impacta o desempenho acadêmico dos alunos.

Por fim, no que se refere à temperatura, os resultados obtidos nesta pesquisa também coincidem com os obtidos em estudos anteriores no fato de esta variável influenciar o desempenho acadêmico dos alunos. Prova disso é encontrada em estudo recente, onde Baafi (2020) detectou que a temperatura das salas de aula influenciava o desempenho acadêmico. Esses resultados também coincidem com os obtidos por López-Chao et al. (2019). Isso porque esses autores detectaram que níveis baixos de temperatura, assim como ambientes quentes, valorizam negativamente o desempenho acadêmico dos alunos, em comparação com ambientes termicamente neutros. Da mesma forma, como nesta pesquisa, Phan (2020) detectou que existe uma correlação entre a percepção térmica e o desempenho acadêmico. Por sua vez, isso coincide com o que foi obtido por Wargocki e Wyon (2007), e Haverinen-Shaughnessy et al. (2015), que descobriram que o desempenho do aluno melhora se a temperatura cair de 25 para 20°C (77°F para 68°F). Na verdade, Earthman (2002) descobriu que níveis de temperatura entre 20°C a 24°C (68°F a 74°F) são ideais para melhorar o conforto do aluno e o desempenho acadêmico, de modo que níveis de temperatura fora dessa faixa tenham um impacto negativo em seu desempenho.

Todos esses estudos realizados anteriormente suportam teoricamente os resultados obtidos nesta investigação, os quais também foram comprovados estatisticamente. A

diferença é que os estudos anteriores não foram realizados em um período de pandemia com uma amostra de estudantes brasileiros.

No que diz respeito às palavras sustentabilidade e alunos, a literatura traz diversos estudos que as abordam. No entanto, a maioria desses estudos enfoca como as universidades ensinam tópicos de sustentabilidade e o nível de compreensão dos alunos com relação a esse tópico. Por exemplo, e para citar alguns, Iyer-Raniga, Arcari e Wong (2010) realizaram um estudo para investigar se os alunos estão cientes da importância da educação para a sustentabilidade em suas vidas profissionais e se existem diferenças na maneira como os alunos de Melbourne e Cingapura veem a educação para a sustentabilidade. Da mesma forma, Okreǵlicka (2018) realizou um diagnóstico do atual compromisso dos alunos com a sustentabilidade desenvolvido pelo sistema de ensino superior e sua influência na intenção de aplicar os princípios do desenvolvimento sustentável no futuro. Alguns estudos, que estão relacionados à sustentabilidade dos estudantes universitários como recursos humanos, são os desenvolvidos por Maragakis et al. (2016) e por Surjanti et al. (2020). No caso de Maragakis et al. (2016), esses autores propõem três métricas que podem ser utilizadas para avaliar a sustentabilidade econômica de alunos concluintes do ensino superior. Por outro lado, Surjanti et al. (2020) analisaram se a autoeficácia e o autoconceito afetam significativamente a sustentabilidade dos estudantes universitários por meio da aprendizagem ecológica participativa.

Independentemente dos resultados obtidos e embora esses estudos precedentes tratem de estratégias para favorecer a sustentabilidade dos estudantes universitários, nenhum deles é feito de forma ergonômica considerando fatores ambientais. Isso evidencia a novidade desta pesquisa e deixa claro que há um amplo campo de pesquisa sobre os temas de ergonomia e sustentabilidade dos alunos que fazem aulas online.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três hipóteses foram testadas estatisticamente para analisar a relação entre três variáveis ambientais (iluminação, ruído e temperatura) e o desempenho acadêmico de estudantes universitários que fizeram aulas online durante a pandemia provocada pela COVID-19 no Brasil. A análise e os resultados do presente estudo mostram que as três variáveis ambientais têm um papel importante no desempenho acadêmico de estudantes universitários que fazem aulas online no Brasil, o que implica que essas variáveis influenciam o desempenho acadêmico, a concentração e o conforto dos alunos. Consequentemente, suas notas e processo de aprendizagem podem ser afetados. Por sua vez, sua motivação para continuar com os estudos também pode ser afetada. Da mesma forma, a sustentabilidade em sua dimensão socioeconômica implica que as condições de bem-estar humano (como o desenho da área de estudo), devem ser proporcionadas para o uso eficiente dos recursos humanos (Barile et al., 2018), como os estudantes universitários. Portanto, um desenho de área de estudo em que as variáveis ambientais sejam incômodas e não possam ser controladas tende a afetar negativamente a sustentabilidade efetiva dos recursos humanos, neste caso particular, o desempenho acadêmico dos estudantes universitários é o aspecto que é afetado.

Além disso, no presente estudo, reconhece-se que o desempenho acadêmico dos estudantes universitários não depende exclusivamente do tempo que passam aprendendo ou memorizando informações, mas de outras variáveis. Portanto, em condições normais, ou seja, aulas realizadas em instalações de universidades, cada instituição de ensino superior deve estimular a oferta de aulas que proporcionem um ambiente educacional suficientemente confortável para os alunos, ou seja, onde possam estar as variáveis ambientais de iluminação, ruído e temperatura controlados em sala de aula, pois melhoram a sustentabilidade dos

recursos humanos; especificamente, o desempenho acadêmico dos estudantes universitários e, como resultado, a sustentabilidade da instituição será aumentada. Nas condições de aulas online, várias sugestões podem ser consideradas. Por exemplo, sugere-se que os professores não atribuam lição de casa aos seus alunos. Isso ajuda a reduzir o tempo que os alunos passam na frente do computador. Desta forma, a carga de trabalho mental que isso pode causar pode ser reduzida, bem como o tempo de exposição a condições ambientais não ideais. Por outro lado, também é sugerido que classes mais interativas sejam implementadas. Isso pode ser feito por meio de aprendizagem baseada em jogos (Karakoç et al., 2020), uma vez que promove a aprendizagem de forma lúdica e estimula a motivação do aluno para aumentar o engajamento no processo educacional (Troussas, Krouska & Sgouropoulou, 2020). Da mesma forma, é recomendado que cada aluno tenha um lugar privado em casa enquanto participa das aulas online para reduzir a exposição a altos níveis de ruído perturbador.

Todas essas situações podem fazer com que os universitários não alcancem o aprendizado ideal, o que também pode inibir seu desenvolvimento sustentável como recurso humano. De acordo com os resultados do efeito direto obtidos a partir do impacto de três variáveis ambientais na análise do desempenho acadêmico, foram consideradas as seguintes implicações teóricas e gerenciais:

1) O desempenho acadêmico dos alunos universitários não depende apenas do tempo que os alunos gastam aprendendo ou memorizando informações, uma vez que seu desenvolvimento também é afetado por outras variáveis.

2) Um espaço privado pode ajudar a diminuir o nível de ruído percebido pelos alunos e, então, pode ajudar a melhorar seu desempenho acadêmico durante as aulas online em casa.

3) Uma área de estudo ergonomicamente projetada para aulas online, como espaço silencioso, salas com temperatura controlada, para citar alguns, pode ajudar a melhorar a sustentabilidade dos alunos e das instituições de ensino superior.

Observa-se que a pandemia provocada pela COVID-19 impactou o desempenho acadêmico de estudantes universitários que fazem aulas online no Brasil, em especial nos cursos analisados neste trabalho. No entanto, esse desempenho acadêmico pode ser afetado por outras variáveis diferentes dos níveis de iluminação, ruído e temperatura. Essas variáveis podem incluir o design da carteira/ mesa e da cadeira onde os alunos fazem as aulas, ou os dispositivos tecnológicos que estão usando (*tablet*, celular, computador) para estudar e o tempo em que interagem com esses móveis e equipamentos. Se o design desses móveis e equipamentos não for ergonômico, os alunos podem sentir dores em diferentes partes do corpo, como costas, pescoço, braços e pulsos. Além disso, essas variáveis podem aumentar a carga de trabalho mental dos alunos, o que pode causar estresse, ansiedade, dor de cabeça, entre outros efeitos.

No entanto, a pandemia mundial provocada pela COVID-19 afetou não apenas estudantes universitários, mas também funcionários de instituições de ensino superior, cujo desempenho profissional pode, conseqüentemente, afetar sua sustentabilidade. Portanto, para futuras pesquisas, diferentes análises podem ser realizadas sobre as variáveis mencionadas neste estudo e incluir outras variáveis que podem afetar a aprendizagem online, além de combinar as percepções de estudantes universitários, professores e até mesmo os funcionários administrativos das universidades.

REFERÊNCIAS

Adediwura, A.A.; Tayo, B. (2007). Perception of teachers' knowledge, attitude and teaching skills as predictor of academic performance in Nigerian secondary schools, *Educational Research and Reviews*, 2(1), pp. 165–171.

- Adnan, M., & Anwar, K. (2020). Online learning amid the COVID-19 pandemic: Students' perspectives, *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 2, pp. 45–51.
- Aghahi, R.H.; Darabi, R., & Hashemipour, M.A. (2018). Neck, back, and shoulder pains and ergonomic factors among dental students, *Journal of Education and Health Promotion*, 7(1), pp. 1–6.
- Alzahrani, N.A. (2019). Workplace ergonomics and academic staff performance in college of education in Umm Al-Qura university in Makkah. *American Journal of Educational Research*, 7, pp. 604–617.
- Aristovnik, A.; Keržič, D.; Ravšelj, D.; Tomaževič, N., & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 pandemic on life of higher education students: A global perspective. *Sustainability*, 12(2), pp. 80-108.
- Baafi, R.K.A. (2020). School physical environment and student academic performance, *Advances in Physiology Education*, 10(1), pp; 121–137.
- Banbury, S.P., & Berry, D.C. (2005). Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics*, 48(1), pp. 25–37.
- Barile, S., Quattrociochi, B., Calabrese, M., & Iandolo, F. (2018). Sustainability and the viable systems approach: Opportunities and issues for the governance of the territory. *Sustainability*, 10 (2), pp. 790-815.
- Batho, L.P.; Martinussen, R., & Wiener, J. (2020). The effects of different types of environmental noise on academic performance and perceived task difficulty in adolescents with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(2), pp. 1181–1191.
- Bhang, S.Y.; Yoon, J.; Sung, J.; Yoo, C.; Sim, C.; Lee, C.; Lee, J., & Lee, J. (2018). Comparing attention and cognitive function in school children across noise conditions: A quasi experimental study, *Psychiatry Investigation*, 15, pp. 620–627.
- Braat-Eggen, P.E.; Van Heijst, A.; Hornikx, M., & Kohlrausch, A. (2017). Noise disturbance in open-plan study environments: A field study on noise sources, student tasks and room acoustic parameters. *Ergonomics* 60(2), pp. 1297–1314.
- Bulunuz, N.; Bulunuz, M.; Orbak, A.Y.; Mulu, N., & Tav, sanlı, Ö.F. An evaluation of primary school students' views about noise levels in school, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(2), pp. 725–740.
- Califano, R.; Naddeo, A., & Vink, P. (2017). The effect of human-mattress interface's temperature on perceived thermal comfort. *Applied Ergonomics*, 58, pp. 334–341.
- Cardella, G.M.; Hernández-Sánchez, B.R., & Sánchez-García, J.C. (2020). Basic psychological needs as a motivational competence: Examining validity and measurement invariance of Spanish BPNSF scale, *Sustainability*, 12, pp. 22-54.
- Cochran Hameen, E.; Ken-Opurum, B.; Son, Y.J. (2020). Protocol for post occupancy evaluation in schools to improve indoor environmental quality and energy efficiency. *Sustainability*, 12(2), pp. 3712-3785.
- Cook, A.; Bradley-Johnson, S., & Johnson, C.M. (2014). Effects of white noise on off-task behavior and academic responding for children with ADHD, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 47, pp. 160–164.
- Demuyakor, J. (2020). Coronavirus (COVID-19) and online learning in higher institutions of education: A survey of the perceptions of Ghanaian international students in China. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 10(2), pp. 15-36.
- Douglas, M.; Katikireddi, S.V.; Taulbut, M.; McKee, M.; McCartney, G. (2020). Mitigating the wider health effects of covid-19 pandemic response, *British Medical Journal*, 369(1), pp. 1-6.

- Dul, J., & Neumann, W. (2009). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied Ergonomics*, 40(2), pp. 745–752.
- Earthman, G. (2002). School Facility Conditions and Student Academic Achievement; Williams Watch Series: Investigating the Claims of Williams v. State of California; UCLA's Institute for Democracy, Education and Access: Los Angeles, CA, USA.
- El Khatib, A. S. (2020). Aspectos Psicocomportamentais durante a Pandemia da Covid-19: Uma análise dos efeitos provocados em moradores da região central de São Paulo. *Revista ID Psicologia*, 14(53), pp. 718-731.
- El Khatib, A.S., Chizzotti, A. (2020). Aulas por videoconferência: uma solução para o distanciamento social provocado pela Covid-19 ou um grande problema? *Revista de Educação à Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais*, 20(3), pp. 26-45.
- García-Alcaraz, J.L.; Flor-Montalvo, F.J.; Avelar-Sosa, L.; Sánchez-Ramírez, C., & Jiménez-Macías, E. (2019). Human resource abilities and skills in TQM for sustainable enterprises. *Sustainability*, 11(1), pp. 64-88
- Gilavand, A.; Gilavand, M., & Gilavand, S. (2016). Investigating the impact of lighting educational spaces on learning and academic achievement of elementary students, *International Journal of Pediatrics*, 4, pp. 1819–1828.
- Gonzalez, T.; De la Rubia, M.A.; Hincz, K.P.; Comas-Lopez, M.; Subirats, L.; Fort, S., & Sacha, G.M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLoS ONE*, 15 (1), pp. 123-145.
- Guo, Y.; Li, X.; Fang, X.; Lin, X.; Song, Y.; Jiang, S., & Stanton, B. (2011). A comparison of four sampling methods among men having sex with men in China: Implications for HIV/STD surveillance and prevention. *AIDS Care*, 23(2), 1400–1409.
- Haider, A.S., & Al-Salman, S. (2020). Dataset of Jordanian university students' psychological health impacted by using e-learning tools during COVID-19, *Data in Brief Journal*, 32, pp. 101-116.
- Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R.J. (2015). Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. *PLoS ONE*, 10, e0136165.
- Hviid, C.A.; Pedersen, C.; Dabelsteen, K.H. (2020). A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment Journal*, 171 (2), pp. 106-118.
- International Ergonomics Association (IEA) Definition and Domains of Ergonomics. Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>, Acesso em 22 ago. 2020.
- Iyer-Raniga, U.; Arcari, P.; Wong, J. (2010). Education for sustainability in the built environment: What are students telling US? In Proceedings of the 26th Annual ARCOM Conference, Leeds, UK.
- Jayaweera, T. (2015). Impact of work environmental factors on job performance, mediating role of work motivation: A study of hotel sector in England, *International Journal of Business and Management*, 10, pp. 271–278.
- Kim, J.Y.; You, J.W., & Kim, M.S. (2017). South Korean anthropometric data and survey methodology: Size Korea. *Ergonomics*, 60(2), pp. 1586–1595.
- Kimani, G.N.; Kara, A.M.; & Njagi, L.W. (2013). Teacher factors influencing students' academic achievement in secondary schools, *International Journal of Educational*, 1, 1–14.
- Klatte, M.; Bergström, K., & Lachmann, T. (2013). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. *Frontiers in Psychology*, 4(1), 578-595.

- Kock, N. (2020). WarpPLS User Manual: Version 7.0, 7th ed.; ScriptWarp Systems: Laredo, TX, USA,
- Kudo, Y.; Shonchoy, A.S.; Takahashi, K. (2017). (Eds.) Can solar lanterns improve youth academic performance? Experimental evidence from Bangladesh. *In Policy Research Working Papers*; The World Bank Group: Washington, DC, USA.
- Lee, P.J.; Lee, B.K.; Jeon, J.Y.; Zhang, M., & Kang, J. (2016). Impact of noise on self-rated job satisfaction and health in open-plan offices: A structural equation modelling approach. *Ergonomics*, 59, pp. 222–234.
- Legido-Quigley, H.; Regulez Campos, V.; Gea-SÃ, M.; Muntaner, C., & McKee, M. (2020). The resilience of the Spanish health system against the COVID-19 pandemic. *Lancet Public Health* 5(1), pp. 251–252.
- López-Chao, V. (2017). El Impacto del Diseño del Espacio y otras Variables Socio-Físicas en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Tese de Doutorado*, Universidade da Coruña, Coruña, Espanha.
- López-Chao, V.. & Lorenzo, A.A.; (2019). Martin-Gutiérrez, J. Architectural indoor analysis: A holistic approach to understand the relation of higher education classrooms and academic performance. *Sustainability*, 11(1), 6558-6589.
- Maldonado-Macías, A.; Alvarado, A.; García, J.L., & Balderrama, C. (2013). Intuitionistic fuzzy TOPSIS for ergonomic compatibility evaluation of advanced manufacturing technology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70, pp. 2283–2292.
- Maldonado-Macías, A.; Realyvásquez, A.; Hernández, J., & García-Alcaraz, J.L. (2015). Ergonomic assessment for the task of repairing computers in a manufacturing company: A case study. *Work*, 52(2), 393–405.
- Maragakis, A.; Van Den Dobbelsteen, A.; Maragakis, A. (2016). Is Higher education economically unsustainable? An exploration of factors that undermine sustainability assessments of higher education, *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 7(1), pp. 5–16.
- Mills, P.R.; Tomkins, S.C., & Schlangen, L.J.M. (2007). The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance, *Journal of Circadian Rhythms*, 5(2), 1–9.
- Monguno, A.K.; Jimme, M.A.; Monguno, H.A. (2017). The influence of weather on students' academic performance in Kashim Ibrahim college of education, Maiduguri, Nigeria, *Journal of Applied Science and Technology*, 23(1), pp. 1–9.
- Nadadur, G., & Parkinson, M.B. (2013). The role of anthropometry in designing for sustainability. *Ergonomics*, 56(1), 422–439.
- Nava, R.; Castro, J.; Rojas, L., & Gómez, M. (2015). Evaluación ergonómica de los Puestos de Trabajo del Área Administrativa, *Red de Investigación Estudiantil de Luz*, 3, pp. 27–35.
- Nicholls, D.; Sweet, L.; Skuza, P.; Muller, A., & Hyett, J. (2016). Sonographer skill teaching practices survey: Development and initial validation of a survey instrument, *Australasian Society for Ultrasound in Medicine*, 19(1), pp. 109–117.
- Okręglička, M. (2018). Commitment to the Sustainability of Students within a Responsible Management Education, *European Journal of Sustainable Development Research*, 7(1), pp. 243–252.
- Olmedo-Moreno, E.M.; Expósito López, J.; Olmos-Gómez, M.C.; Sánchez Martín, M., & Chacón-Cuberos, R. (2020). Academic self-efficacy in unaccompanied foreign

- minors: Structural equation modelling according to schooling. *Sustainability*, 12(1), pp. 43-63.
- Omidandost, A.; Sohrabi, Y.; Poursadeghiyan, M.; Yarmohammadi, H.; Mosavi, A. (2015). Evaluation of general and local lighting as an environmental ergonomics factor in different parts of a hospital in the city of Kermanshah in 2015, *The Journal of Applied Science, Engineering and Technology*, 5(1), pp. 255–259.
- Oselumese, I.B.; Omoike, D.; Andrew, O. (2016). Environmental influence on students' academic performance in secondary school, *International Journal of Fundamental Psychology and Social Sciences*, 6(2), pp. 10–14.
- Parvez, M.S.; Rahman, A., & Tasnim, N. (2019). Ergonomic mismatch between students anthropometry and university classroom furniture. *The Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20(1), pp. 603–631.
- Phan, T. (2020). The effect of the difference in the perception of temperature between sexes on the academic performance of chapin high school students. S. Carol. Jr. Acad. Sci. Disponível em: online: <https://scholarexchange.furman.edu/scjas/2020/all/123>. Acesso em 25 dez. 2020.
- Pereira, F. (2014). Mental workload, task demand and driving performance: What relation? *The Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162(2), pp. 310–319.
- Realyvásquez, A.; Maldonado-Macías, A.A., & Garcia-Alcaraz, J.L. (2018). Effects of employees' physical and psychological characteristics over manufacturing systems' performance. *Ingeniería e Investigación*, 38(1), pp. 79–89.
- Rodríguez-Ruíz, Y.; Guevara-Velasco, C. (2011). Empleo de los métodos Erin y Rula en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo, *Ingeniería Industrial*, 32(1), pp. 19–27.
- Salleh, S.M., & Othman, N. (2019). Verify the five likert scale for improvement of specialist coaches plus program implementation evaluation instruments based on approach model measurement Rasch, *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(1), pp. 932–943.
- Samuel, O.; Israel, D., & Moses, F. (2016). Anthropometry survey of Nigerian occupational bus drivers to facilitate sustainable design of driver's workplace. *Sustainability in Energy and Buildings: Research Advances*, 5(1), pp. 1-10.
- Shield, B.M., & Dockrell, J.E. (2003). The effects of noise on children at school: *Review of Building Acoustic Materials*, 10, pp. 97–116.
- Shield, B.M.; Dockrell, J.E. (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children, *Journal of the Acoustical Society of America*, 123(3), pp. 133–144.
- Shirzaei, M.; Mirzaei, R.; Khaje-Alizade, A.; Mohammadi, M. Evaluation of ergonomic factors and postures that cause muscle pains in dentistry students' bodies, *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(1), pp. 414–418.
- Siddiqui, T.M.; Wali, A.; Khan, H.; Khan, M., & Zafar, F. (2016). Assessment of knowledge, practice, and work environment related to ergonomics among dental students and dental practitioners. *International Journal of Contemporary Dental & Medical Reviews*, 20(16), pp. 1-5.
- Singh, P.; Arora, R., & Goyal, R. (2020). Impact of lighting on performance of students in Delhi schools. *Indoor Environmental Quality. Lecture Notes in Civil Engineering*.
- Sintema, E.J. (2020). Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 16 (2), pp. 145-181.

- Smith, A.P. (2017). Prior and current perceptions of noise exposure: Effects on university students' wellbeing and attainment. In Proceedings of the 12th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, Zurich, Switzerland. Disponível em : <https://philpapers.org/rec/SMIPAC-8>. Acesso em 20 nov. 2020.
- Surjanti, J.; Soejoto, A., & Seno, D.N. (2020). Mangrove forest ecotourism: Participatory ecological learning and sustainability of students' behavior through self-efficacy and self-concept. *Social Sciences & Humanities Open*, 2(1), pp. 1-5.
- Tirado, A. Ergonomía en el trabajo. *Revista Vinculando* (2016). Disponível em: <https://vinculando.org/empresas/ergonomia-en-el-trabajo.html>, Acesso em 20 set. 2020.
- Troussas, C.; Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education, *Computers & Education Journal*, 144, 103-168.
- Wargoeki, P., & Wyon, D.P. (2007). The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children (RP-1257). *HVAC R Research*, 13(1), pp. 193–220.
- Xie, H.; Kang, J.; & Tompsett, R. (2011). The impacts of environmental noise on the academic achievements of secondary school students in Greater London, *Applied Acoustics*, 72(1), pp; 551–555.
- Zhong, L.; Yuan, J., & Fleck, B. (2019). Indoor environmental quality evaluation of lecture classrooms in an institutional building in a cold climate, *Sustainability*, 11(2), pp. 65-75.