XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Ciência Cidadã no Ensino de Conforto Ambiental: Uma Abordagem Experimental para Sensibilização dos Estudantes

Ciencia Ciudadana en la Enseñanza del Confort Ambiental: Un Enfoque Experimental para Sensibilizar a los Estudiantes

Citizen Science in Environmental Comfort Education: An Experimental Approach to Raising Student Awareness

Práticas Didáticas em Conforto Ambiental e Ergonômico e Qualidade Ambiental

PEIXOTO, Nara Gabriela de Mesquita

Msc., Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, nara.peixoto@usp.br

LIGUORI, Iara Nogueira

Msc., Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, iara.liguori@usp.br

TORRES, Lara

Bsc., Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, lara.torres6@gmail.com

MONTEIRO, Leonardo Marques

Phd., Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, leo4mm@usp.br

Resumo

O ensino de conforto ambiental nos cursos de arquitetura aborda aspectos como térmico, iluminação e acústica, mas enfrenta desafios que geram uma lacuna entre teoria e prática. Este trabalho apresenta um relato experimental de ensino, ao aplicar um método que auxilia os alunos na construção do conhecimento sobre as relações e especificidades das grandezas físicas e sua relação com a percepção ambiental. A atividade foi realizada no campus da FAU-USP, no âmbito da disciplina de Termoacústica, e envolveu medições ambientais em quatro pontos distintos. Nesse sentido, foram registrados dados de temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa e velocidade do ar por meio de uma estação meteorológica e sensores HOBOS, voltados à aferição térmica. Simultaneamente, foram feitas medições de pressão sonora, utilizando sonômetros e aplicativos de celular voltados à análise acústica. Os alunos também responderam a questionários sobre conforto térmico e acústico. A atividade promoveu uma contribuição à ciência cidadã ao envolver os estudantes no processo de produção e aplicação do conhecimento científico.

Palavras-chave: Ciência cidadã. Aplicativos móveis. Aula experimental. Avaliação de ensino.

Resumen

La enseñanza del confort ambiental en los cursos de arquitectura abarca aspectos como el confort térmico, lumínico y acústico, pero enfrenta desafíos que generan una brecha entre la teoría y la práctica. Este trabajo presenta un enfoque experimental de enseñanza mediante la aplicación de un método que ayuda a los estudiantes a construir conocimiento sobre las relaciones y especificidades de las variables físicas y su conexión con la percepción ambiental. La actividad se llevó a cabo en el campus de la FAU-USP, en el marco de la asignatura de Termoacústica, e incluyó mediciones ambientales en cuatro puntos distintos. Se registraron datos de temperatura del aire, temperatura de globo, humedad relativa y velocidad del aire utilizando una estación meteorológica y sensores HOBOS para la evaluación térmica. Simultáneamente, se realizaron mediciones de presión sonora con sonómetros y aplicaciones móviles destinadas al análisis acústico. Los estudiantes también respondieron cuestionarios sobre confort térmico y acústico. La actividad contribuyó a la ciencia ciudadana al involucrar a los estudiantes en el proceso de producción y aplicación del conocimiento científico.

Palabras clave: Ciencia ciudadana. Aplicaciones móviles. Clase experimental. Evaluación educativa.

Abstract

The teaching of environmental comfort in architecture programs covers aspects such as thermal, lighting, and acoustic comfort, but it faces challenges that create a gap between theory and practice. This paper presents an experimental teaching approach by applying a method that helps students build knowledge about the relationships and specific characteristics of physical variables and their connection to environmental perception. The activity was carried out on the FAU-USP campus as part of the Thermoacoustics course and involved environmental measurements at four distinct points. Air temperature, globe temperature, relative humidity, and air velocity were collected using a weather station and HOBOS sensors for thermal assessment. Simultaneously, sound pressure measurements were taken using sound level meters and mobile applications designed for acoustic analysis. Students also completed questionnaires on thermal and acoustic comfort. The activity contributed to citizen science by engaging students in producing and applying scientific knowledge.

Keywords: Citizen science. Mobile applications. Experimental class. Teaching evaluation.

Introdução

O ensino de conforto ambiental é fundamental nos cursos de arquitetura e urbanismo, abordando áreas como conforto térmico, iluminação, ergonomia e acústica. No entanto, a compreensão desses fenômenos apresenta dificuldades, o que cria uma lacuna entre o conhecimento científico e a prática projetual (BEZERRA AMORIM, 2023). As atividades de campo são momentos em que os alunos entram em contato direto com seu objeto de estudo, proporcionando uma nova visão sobre o tema e a alfabetização científica (MOREIRA; MARQUES, 2021).

Os estudantes da FAU-USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo, têm um contato com conceitos fundamentais do conforto ambiental em Conforto 1, ministrada no primeiro período da graduação. Em seguida, abordam temas mais específicos em Conforto Ambiental 2 (quarto período), focada em iluminação, e em Conforto Ambiental 3 (sexto período), voltada para termoacústica. Essa escala de conhecimento culmina em Conforto 4 (sétimo período), momento em que os alunos realizam medições e um projeto que integra os conhecimentos adquiridos.

Nos últimos 10 anos, diversos trabalhos foram publicados no Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e do Passive Low Energy Architecture (PLEA). A fim de oferecer uma visão geral das propostas de ensino sobre conforto que têm sido produzidas, especialmente no Brasil, a seguir são apresentadas as publicações mais relevantes. Os estudos apontam que a sensibilização e o ensino de conforto ambiental por metodologias ativas são eficazes e satisfatórios para alunos e docentes. Atividades como experimentos de campo e workshops (BEZERRA AMORIM et al., 2023; COUTINHO et al., 2024), viagens pedagógicas (CAVALCANTI et al., 2023; LIMA et al., 2024) e análises computacionais (GUEDES; RIBEIRO, 2023) oferecem aos alunos tanto a base teórica quanto a empírica.

O objetivo deste trabalho é apresentar um relato experimental de ensino, ao aplicar o método que auxilie os alunos na construção do conhecimento sobre as relações e especificidades das grandezas físicas e sua relação com a percepção ambiental. A atividade caracteriza-se como uma abordagem integrada de ensino e pesquisa. Nesse sentido, há uma contribuição à ciência cidadã ao envolver os estudantes no processo de produção e aplicação do conhecimento científico.

Método

A atividade prática descrita neste artigo é referente a disciplina de Conforto Ambiental 3 - Termoacústico, para alunos do sexto semestre da graduação, ocorrida no segundo semestre

de 2024. O objetivo dessa proposta é sensibilizar os alunos para a melhoria da percepção espacial e desenvolver um olhar crítico sobre as teorias de conforto.

Foram escolhidos 4 pontos dentro do campus da FAU-USP, buscando uma ambientação familiar para todos os alunos, onde as características ambientais se modificam em um curto percurso. A Figura 1 aponta quais foram os pontos escolhidos: um espaço aberto, externo à edificação (Ponto 1); na entrada do prédio, um local de transição (Ponto 2); no Salão Caramelo, um ambiente interno de maiores dimensões (Ponto 3); e em uma sala de aula em um andar superior do edifício (Ponto 4).

Figura 1: Localização dos 4 pontos de medição na aula experimental.



Fonte: Autores (2025, p. 11).

As atividades ocorreram nos dias 14 de outubro e 23 de setembro de 2024. Para cada ponto de medição havia um(a) monitor(a) ou professor(a) e uma estação de monitoramento equipada com anemômetro, termômetro e luxímetro, previamente explicados em sala de aula. As estações registraram a temperatura do ar, temperatura de globo, velocidade do ar e umidade relativa a cada 15 minutos. Para medições acústicas, os estudantes utilizaram aplicativos de celular para registros de 1 minuto, simultaneamente ao sonômetro classe 1 Larson Davis. Foram usados os aplicativos Noise Capture (Android) e OpeNoise (iOS), desenvolvidos, respectivamente, pela Université Gustave Eiffel (França) e pela ARPA-Piemonte (Itália), que permitem medir indicadores acústicos como o LAeq e o componente de frequência.

A pesquisa contou com a participação de 134 alunos, cujos dados foram anonimizados, o que contribui significativamente para a confiança dos usuários quanto à finalidade de uso dessas informações. Essa questão torna-se ainda mais sensível quando a pesquisa envolve menores de idade, pois aspectos como a privacidade podem gerar preocupações por parte dos pais ou responsáveis. Os aplicativos de medição acústica utilizados permitem o compartilhamento de dados apenas mediante autorização explícita do usuário. No caso do Noise Capture, há também a possibilidade de registrar imagens, mas essas não são tornadas públicas e

permanecem restritas ao uso pessoal. Esses cuidados são fundamentais em estudos colaborativos, pois reforçam a segurança e a transparência no manejo das informações, favorecendo uma maior adesão e confiança dos participantes. Além disso, os alunos responderam a um questionário para avaliar a percepção de conforto acústico, térmico, sensação térmica e intensidade sonora.

Tabela 1: Questionário de conforto ambiental.

Perguntas de percepção ambiental	Fonte
Quão alto é aqui?	nem um pouco, um pouco, moderadamente, muito, extremamente
Quão desagradável é aqui?	
Quão adequado é o som ao ambiente?	
No geral, como você descreveria o atual ambiente sonoro circundante?	muito bom, bom, nem bom nem ruim, ruim, muito ruim
Nesse exato momento, minha sensação térmica é?	muito frio, frio, neutro, quente, muito quente
Com relação à minha sensação térmica, eu estou?	Desconfortável, confortável
Com relação a essa intensidade sonora, eu estou	Desconfortável, confortável

Fonte: Autores.

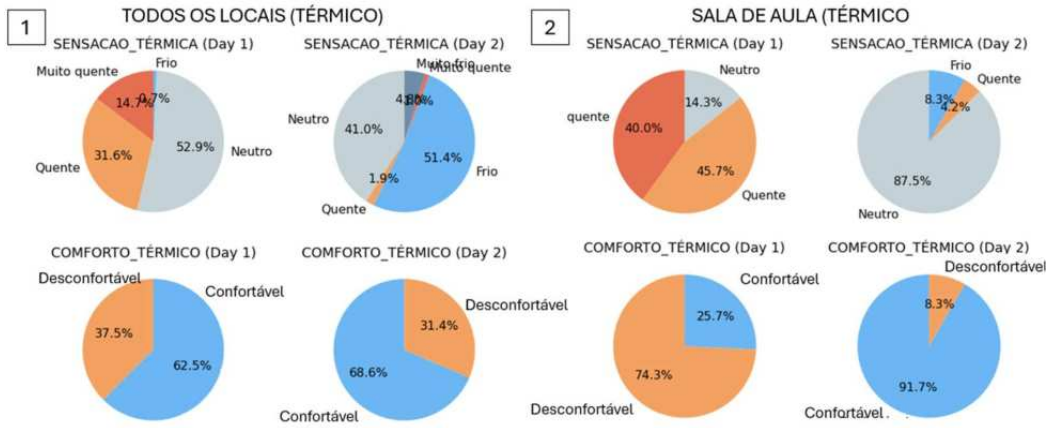
Discussão

A análise dos quatro pontos de medição revelou uma variação mais expressiva na percepção térmica em comparação à acústica. A Figura 2 apresenta os resultados relacionados à sensação e ao conforto térmico, indicando que, no primeiro dia de medições, predominava uma condição de calor. Considerando todos os pontos avaliados, 52% dos participantes relataram sentir-se em neutralidade térmica, enquanto 31% indicaram sensação de calor e 14% de muito calor. Esses dados resultaram em 62,5% dos indivíduos em condição de conforto térmico e 37,5% em situação de desconforto. Na sala de aula, um ambiente interno com ventilação inadequada, o desconforto térmico foi ainda mais acentuado e apenas 14,3% dos participantes relataram neutralidade térmica, enquanto 74,3% indicaram desconforto associado ao calor. Esse fator pode interferir negativamente na assimilação do conteúdo e contribuir para o aumento da fadiga mental.

No segundo dia de medições, as condições climáticas eram mais amenas. Considerando todos os pontos avaliados, 53% dos participantes relataram sensação de frio e 40% indicaram neutralidade térmica. Em relação ao conforto térmico geral, 68% dos alunos declararam-se em situação de conforto, enquanto 32% relataram desconforto. Na sala de aula, observou-se uma percepção predominantemente neutra: 87,5% dos participantes relataram neutralidade térmica, com os demais votos distribuídos entre frio e muito frio. Isso resultou em 91,7% dos alunos em condição de conforto térmico nesse ambiente.

Como resultado dos ensaios, espera-se que os alunos consigam relacionar a experiência prática aos diferentes níveis de intensidade térmica e acústica observados. No que se refere à percepção térmica, a vivência de condições contrastantes entre dias quentes e frios busca sensibilizá-los para a importância de soluções integradas de conforto ambiental, que ultrapassam o simples controle da temperatura. Em relação à acústica, o uso de equipamentos alternativos, como aplicativos móveis, tem o potencial de estimular o interesse e a compreensão dos conceitos fundamentais, favorecendo uma leitura mais crítica da qualidade do ambiente sonoro. De modo geral, as atividades práticas contribuem significativamente para a conscientização dos alunos sobre a relevância de estratégias adequadas de conforto ambiental no espaço construído.

Figura 2: Sensação e conforto térmico considerando todos os pontos (1) e apenas o ponto na sala de aula (2).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Referências

AMORIM, M. B.; MICHALSKI, R. L. X. N.; PRATA-SHIMOMURA, A.; ROSSI, M. M.; MÜLFARTH, R. C. K.; KLEIN, M. E. Oficina de sensibilização de fenômenos acústicos como ferramenta de metodologia ativa de ensino: Explorando a percepção de estudantes de arquitetura e urbanismo. In: **XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído / XIII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, São Paulo/SP, 2023.

CAVALCANTI, C. K. C.; LIMA, E. G.; COUTINHO, L. G.; UZUM, M. S. D. Sensibilização aos conceitos de conforto ambiental: Experiência didático-pedagógica em Escola Itinerante. In: **XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído / XIII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, São Paulo/SP, 2023.

COUTINHO, L.; LIMA, E. G.; PRATA-SHIMOMURA, A. Natural ventilation awareness through wind-tunnel tests: A didactic experience. In: **PLEA 2024**: (Re)thinking resilience. Book of proceedings. Wrocław: Wrocław University of Science and Technology Publishing House, 2024.

LIMA, E. G.; COUTINHO, L. G.; UZUM, M. S. D.; CAVALCANTI, C. K. C. Environmental comfort teaching - from design to built environment: The Escola da Cidade case and the Itinerant School. In: **PLEA**

2024: (Re)thinking resilience. Book of proceedings. Wrocław: Wrocław University of Science and Technology Publishing House, 2024. p. 1519-1524.
MOREIRA, G. S.; MARQUES, R. N. A importância das aulas de campo como estratégia de ensino-aprendizagem/The importance of field classes as a teaching-learning strategy. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 45137-45145, 2021.