

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E GAMIFICAÇÃO PARA MITIGAÇÃO DO RUÍDO EM AMBIENTES ESCOLARES: UMA ABORDAGEM PELA ROBÓTICA EDUCACIONAL

TECHNOLOGICAL STRATEGIES AND GAMIFICATION FOR NOISE MITIGATION IN SCHOOL ENVIRONMENTS: AN EDUCATIONAL ROBOTICS APPROACH

ADRIANO FERREIRA DOS SANTOS,
ADRISANTOS52@HOTMAIL.COM

LUCAS GONÇALVES MASTRIA,
LUMASTRIA@HOTMAIL.COM

LUCIENE MARIA ALMEIDA RIBEIRO,
LUCIENEMAR31@YAHOO.COM.BR

Resumo: O presente artigo aborda a problemática do ruído excessivo em salas de aula sob a ótica da robótica educacional e da gamificação. A poluição sonora escolar é um desafio constante que compromete a inteligibilidade da fala, o bem-estar e a saúde dos educadores, além de impactar negativamente o aprendizado e a concentração dos alunos. Utilizando o microcontrolador ESP32 integrado a um sensor de som como instrumentos de coleta de dados, o projeto foca no desenvolvimento de dispositivos de feedback visual em tempo real e na estruturação de sistemas gamificados. Propõe-se a utilização de ferramentas tecnológicas para monitoramento acústico e, primordialmente, para a aplicação de estratégias pedagógicas baseadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) visando a redução da poluição sonora. O estudo, além de descrever a implementação prática do sistema de hardware para coleta de dados, foca no desenvolvimento de projetos de intervenção que transformam a percepção auditiva dos estudantes em uma experiência lúdica, colaborativa e engajadora. Conclui-se que a tecnologia, quando aliada à gamificação, atua como uma mediadora eficiente na autorregulação dos alunos e na construção de um ambiente de aprendizagem mais harmonioso, saudável e produtivo para toda a comunidade escolar.

Palavras-chave: Microcontrolador. IoT. Sensor de Som. BNCC. Instrumentação Eletrônica.

Abstract: This article addresses the problem of excessive noise in classrooms from the perspective of educational robotics and gamification. School noise pollution is a constant challenge that compromises speech intelligibility, as well as the well-being and health of educators, in addition to negatively impacting students' learning and concentration. Using the ESP32 microcontroller integrated with a sound sensor as data collection instruments, the project focuses on developing real-time visual feedback devices and structuring gamified systems. It proposes the use of technological tools for acoustic monitoring and, primarily, for the application of pedagogical strategies based on the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC) aimed at reducing noise pollution. In addition to describing the practical implementation of the hardware system for data collection, the study focuses on the development of intervention projects that transform students' auditory perception into a playful, collaborative, and engaging experience. It is concluded that technology, when combined with gamification, acts as an efficient mediator in students' self-regulation and in the construction of a more harmonious, healthy, and productive learning environment for the entire school community.

Keywords: Microcontroller. IoT. Sound sensor. BNCC. Electronic instrumentation.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente escolar é, por natureza, um espaço de interação e troca de conhecimentos. Todavia, a elevação dos níveis de ruído tem se tornado um desafio crítico para a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Para além dos impactos físicos e cognitivos para os professores e alunos, a gestão do som em sala de aula exige uma abordagem que extrapole a mera fiscalização. Esse impacto na saúde docente e na concentração dos estudantes é amplamente documentado em literaturas (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2005; LIBARDI et al., 2006; MACHADO et al., 2024). De acordo com a ABNT NBR 10152 (2017),

os níveis de ruído ideal para salas de aula devem situar-se entre 35 e 45 dB. No entanto, medições reais avaliações de performance acústica em escolas frequentemente revelam que os ambientes não atendem às recomendações técnicas (ZANNIN; ZWIRTES, 2009), atingindo picos de até 102 dB, o que torna o ambiente insalubre e prejudica a inteligibilidade da fala.

O problema do ruído não deve ser visto apenas como um entrave biológico, mas como uma oportunidade de intervenção tecnológica e pedagógica.

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta para alunos e profissionais da educação, focando na criação de ferramentas e projetos inovadores para a redução do ruído. A base metodológica utiliza a coleta de dados via microcontroladores como ponto de partida para intervenções gamificadas, alinhadas às competências gerais da BNCC, como o pensamento científico, crítico e criativo.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Pesquisa

O estudo foi elaborado durante a disciplina “Sensores, Microcontroladores e IoT” do curso de especialização em “Robótica Educacional Criativa”, da Faculdade SESI de Educação (FASESP). A pesquisa se caracteriza como qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório.

Ela é quantitativa na coleta, monitoramento e análise de dados empíricos em tempo real

referentes aos ruídos no ambiente escolar, especificamente a sala de aula, utilizando instrumentação eletrônica e microcontroladores.

É qualitativa na observação dos dados para propor intervenções pedagógicas baseadas na gamificação, além de outras estratégias que envolvem, inclusive, a coordenação.

Trata-se, portanto, de uma investigação que une a engenharia à educação, onde os dados coletados possibilitam a criação de soluções práticas e interativas diretamente aplicáveis à realidade da sala de aula, visando a melhoria do bem-estar, a autorregulação dos alunos e a otimização do processo de ensino-aprendizagem.

2.2 Área de Estudo e Público alvo

As medições foram realizadas em uma escola pública na Zona Sul da Cidade de São Paulo. Uma das turmas era do 7º ano do Ensino Fundamental, enquanto a outra era do 8º ano. A versão final do protótipo foi posicionada dentro da sala de aula, em local estratégico para captação uniforme do som produzido pela sala, buscando o mínimo de interferência de locais externos para maior fidelidade dos dados coletados.

2.3 Instrumentação

Para a análise do ambiente, foram desenvolvidos três sistemas de monitoramento distintos, utilizados exclusivamente para a aquisição de dados em tempo real nas salas ocupadas. A diversidade de hardware permite comparar a sensibilidade e a aplicabilidade de cada plataforma

no contexto da robótica criativa:

- Circuito 1 (micro:bit): Utiliza o sensor de som integrado da versão V2, focado na facilidade de implementação em projetos de anos iniciais.
- Circuito 2 (Arduino + KY-037): Emprega um sensor de som de alta sensibilidade com saída digital e analógica, permitindo calibrar o limiar de detecção sonora de forma manual via potenciômetro.
- Circuito 3 (ESP32 + INMP441): Utiliza o microcontrolador ESP32 e um sensor MEMS com comunicação digital via I2S modelo INMP441, ideal para captar variações sutis de som e transmitir dados via Wi-Fi para planilhas e, estas, para plataformas de Dashboard (Internet das Coisas, ou IoT).

A escolha do microcontrolador ESP32 para compor o circuito principal justifica-se pela sua arquitetura robusta, que integra conectividade Wi-Fi e Bluetooth nativas, recursos essenciais para projetos de IoT. Diferente de microcontroladores mais básicos, o ESP32 possui processamento dual-core, permitindo que a leitura dos dados sonoros e o envio dessas informações para a nuvem ocorram simultaneamente, sem gargalos. Em paralelo, a adoção do microfone INMP441 foi estratégica. Por ser um sensor do tipo MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*) com interface I2S

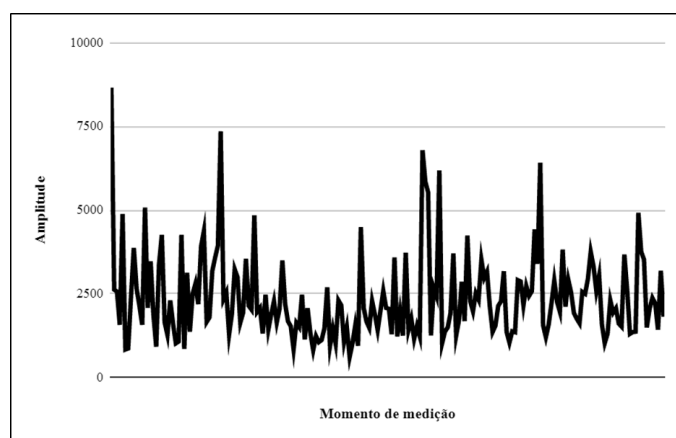
digital, ele entrega um sinal de áudio de alta precisão diretamente ao processador, eliminando ruídos analógicos comuns em sensores mais simples (como o KY-037) e garantindo que as leituras em decibéis sejam altamente seguros para o monitoramento escolar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Apresentação dos Dados

O gráfico a seguir apresenta as amostras coletadas durante a realização da atividade em grupo.

Figura 1 - Registro das leituras de ruído obtidos pelo ESP32



Fonte: elaborada pelos autores

Das amostras coletadas em sala de aula foi feita uma síntese dos resultados conforme tabela 1.

Tabela 1 - Síntese dos resultados obtidos pelo ESP32

	AMPLITUDE COLETADA	AMPLITUDE (dB)
MÍNIMO	622	62,1 dB
MODA	2083	72,63 dB
MÉDIA	2357,56	72,7 dB
MÁXIMO	8651	85,0 dB

Fonte: elaborada pelos autores

Uma análise dos dados revelados na Tabela 1 demonstra a gravidade do cenário acústico. A moda registrada foi de 72,63 dB, indicando que, durante a maior parte do tempo da atividade, o volume permaneceu drasticamente acima do limite ideal estipulado pela ABNT NBR 10152 (2017). Mais alarmante é o pico máximo registrado de 85,0 dB. Em termos de saúde ocupacional e acústica, a exposição contínua a níveis próximos ou superiores a 85 dB não apenas inviabiliza a comunicação clara entre o professor e o aluno, exigindo que o docente eleve severamente o tom de voz, como também gera fadiga auditiva e dispersão cognitiva imediata nos estudantes. Esses dados comprovam que a sala de aula, sem intervenção, atua como um ambiente hostil ao desenvolvimento de atividades que exigem foco.

Ainda serão realizados novos testes, em diferentes contextos, como aplicações de prova e quadra de educação física, além de aplicar em outras escolas para refinamento do projeto do sensor. A partir das novas leituras e dos possíveis ajustes serão propostas medidas de intervenção para supressão do ruído dentro desses ambientes. Essas medidas podem ser sugeridas pelos próprios alunos ou por parte do professor e/ou coordenação.

3.2 Discussão Pedagógica

A redução do ruído não deve ser vista como uma imposição de silêncio, mas como o desenvolvimento da consciência fonológica e do respeito mútuo. A Base Nacional Comum

Curricular (BRASIL, 2018) oferece o suporte necessário para essa transição através de competências específicas:

- **Cultura Digital:** Utilização dos circuitos eletrônicos para compreender a natureza do som e sua representação digital.
- **Pensamento Crítico:** Análise dos dados coletados para identificar os momentos de pico e discutir causas e soluções.
- **Autoconhecimento e Autocuidado:** Percepção de como o barulho afeta o próprio bem-estar e o dos colegas

Ao transformar o monitoramento de ruído em um projeto de robótica, o professor deixa de ser apenas o "controlador do silêncio" para se tornar um mediador científico, utilizando a robótica educacional como uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem (REIS et al., 2015). Tal abordagem está intrinsecamente ligada à Cultura Maker e às Metodologias Ativas de aprendizagem. É possível motivar os alunos a participar da montagem dos sensores, da leitura dos gráficos ou da elaboração de estratégias para baixar o volume da sala. Assim, eles deixam a posição de agentes passivos de regras e assumem o papel de protagonistas na resolução de um problema real da comunidade escolar. A robótica educacional, nesse contexto, transcende a simples montagem de componentes eletrônicos: ela se materializa como uma ponte para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como o trabalho em equipe, a empatia e a negociação de conflitos, habilidades estas que são pilares fundamentais da educação

contemporânea.

3.3 Propostas de Intervenção

Diferente de abordagens tradicionais de controle, a gamificação propõe a transformação da redução do ruído em uma dinâmica de engajamento. Segundo Kapp (2012), a utilização de métodos baseados em jogos para o ensino é uma estratégia eficaz para motivar os alunos, transformando dados frios em dinâmicas de engajamento. Abaixo, apresentam-se ideias de projetos para professores e coordenadores:

3.3.1 Propostas de Gamificação

- O "Termômetro do Silêncio" Colaborativo (Feedback Visual): Integrando o ESP32 a um dashboard de visualização, sinaliza o nível de ruído em cores: verde para níveis ideais (35-45 dB), amarelo para alerta e vermelho para níveis críticos (>65 dB). A gamificação ocorre quando a turma ganha "pontos de experiência" (XP) por manter o termômetro no verde por períodos determinados. Esses pontos podem ser trocados por benefícios coletivos como: *badges*, cinco minutos extras de intervalo ou escolha de uma atividade recreativa.

- Missão "Guardiões do Som": Utilizando a lógica do microcontrolador, os alunos são divididos em "guildas". Cada guilda é responsável por monitorar uma área da escola. O objetivo é criar o protótipo de um dispositivo vestível que vibre suavemente quando o usuário exceder um limite de decibéis pré-configurado,

promovendo a autorregulação.

3.3.2 Estratégia para a Coordenação

- Desafio de Engenharia Sustentável: Propõe-se que os alunos utilizem os dados de coleta para projetar barreiras acústicas feitas de materiais recicláveis (sustentabilidade). O sucesso do projeto é medido pela diferença de ruído registrada pelo sensor de som antes e depois da instalação das barreiras em "maquetes de salas de aula". Esta abordagem integra Artes e Tecnologia, reduzindo a reverberação física enquanto educa sobre propriedades dos materiais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A convergência entre circuitos eletrônicos e a gamificação oferece um caminho promissor para a gestão do ruído escolar. O circuito apresentado deixa de ser mero coletor de dados para se tornar o núcleo de uma transformação cultural. Ao alinhar essas práticas com a BNCC, formamos não apenas estudantes mais conscientes, mas cidadãos capazes de utilizar a tecnologia para o bem-estar coletivo. Ao invés de punições, a tecnologia permite um feedback objetivo e transparente, transformando o silêncio em um objetivo comum de jogo. Para o coordenador pedagógico, tais ferramentas oferecem dados concretos para planejar intervenções na infraestrutura e na organização do trabalho docente, visando a saúde de todos os envolvidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade SESI de Educação pelo apoio institucional, pelo fomento à pesquisa e pela infraestrutura cedida para desenvolvimento de projetos tão pertinentes à área da educação. Deixamos nosso especial agradecimento ao professor e coordenador Vinicius Ferracini Bissoli, que também orientou na elaboração de outros artigos acadêmicos. Por fim, agradecemos ao professor João Francisco Trencher Martins pela parceria, por motivar a desenvolver trabalhos para publicações, compartilhando aquilo que produzimos com toda a comunidade de professores, e pelo constante incentivo à integração entre tecnologia e educação ao longo do desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. O Ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura. Pro-Fono Revista de Atualização Científica, Barueri (SP), v. 17, n. 2, 2005.

LIBARDI, A. et al. O ruído em sala de aula e a percepção dos professores de uma escola de ensino fundamental de Piracicaba. Distúrbios da Comunicação, São Paulo, 18(2), 2006.

MACHADO, K. et al. Ruídos no ambiente escolar e as implicações na saúde do professor. XXII Jornada Científica dos Campos Gerais, Ponta Grossa, 2024.

KAPP, K. M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

REIS, A. L. G. et al. Robótica Educacional: Uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 23, n. 01, 2015.

ZANNIN, P. H. T.; ZWIRTES, D. P. Z. Evaluation of the acoustic performance of classrooms in public schools. Applied Acoustics, v. 70, n. 4, 2009.