

# GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA QUALIDADE DO AR PARA CRIANÇAS

## GAMIFICATION IN TEACHING AIR QUALITY TO CHILDREN

Guilherme Gonçalves Ferreira <sup>i</sup>

Ricardo Hovacker Baldaconi <sup>ii</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta um dispositivo interativo gamificado para conscientizar crianças sobre a qualidade do ar. A proposta alia sensores ambientais e dinâmicas de jogo para tornar visíveis os poluentes invisíveis, estimulando a aprendizagem de forma lúdica. Considerando que 93% das crianças no mundo respiram ar acima dos limites recomendados pela OMS, a iniciativa busca promover educação ambiental e engajamento crítico desde a infância.

**Palavras-chave:** Gamificação; Educação Ambiental; Qualidade do Ar; Conscientização Infantil; Dispositivo Interativo.

### ABSTRACT

This work presents a gamified interactive device to raise children's awareness about air quality. The proposal combines environmental sensors and game dynamics to make invisible pollutants visible, stimulating learning in a playful manner. Considering that 93% of the world's children breathe air above the limits recommended by the WHO, this initiative seeks to promote environmental education and critical engagement from childhood.

**Keywords:** Gamification; Environmental Education; Air Quality; Children's Awareness; Interactive Device.

## 1 INTRODUÇÃO

Mais de 92% das crianças em todo o mundo respiram com níveis de poluentes no ar superiores aos recomendados pela Organização Mundial da Saúde, o que contribui para mais de 600 mil mortes anuais de menores de 15 anos (Trasande & Thurston, 2005). Nesse contexto, estratégias educativas tornam-se fundamentais para sensibilizar o público infantil sobre os impactos da poluição. A gamificação, tem demonstrado potencial para aumentar o engajamento e a aprendizagem em temas ambientais (Castro-da-Silva et al., 2025). Experimentos recentes mostram, inclusive, que jogos educativos em realidade aumentada integrados a sensores de ar melhoraram significativamente o conhecimento de crianças de 7 a 11 anos sobre qualidade do ar em ambientes internos (Fernandes et al., 2023), evidenciando a eficácia da ludicidade como estratégia para conscientização ambiental. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo interativo gamificado que torne tangível e mais evidente o problema invisível da poluição atmosférica, transformando-o em uma experiência lúdica de conscientização.

## 1.1 Problema de pesquisa

A poluição do ar é um problema invisível e, justamente por isso, de difícil percepção pelas crianças, que são uma das populações mais vulneráveis aos seus efeitos. Apesar dos dados alarmantes da OMS, o tema ainda é pouco explorado em práticas educativas voltadas ao público infantil. A ausência de recursos didáticos acessíveis e interativos dificulta a compreensão da gravidade da poluição atmosférica e de seus impactos à saúde, resultando em baixo engajamento das crianças em discussões ambientais.

## 1.2 Objetivo(s)

A meta central deste projeto é conscientizar crianças sobre a importância da qualidade do ar por meio de um dispositivo gamificado, promovendo aprendizagem significativa e incentivando atitudes de cuidado ambiental desde a infância. Para alcançar esse propósito, busca-se desenvolver um recurso lúdico capaz de traduzir dados da poluição atmosférica em experiências interativas, estimulando a curiosidade, a compreensão dos impactos da poluição na saúde e a reflexão sobre práticas sustentáveis no cotidiano. Além disso, pretende-se validar a gamificação como uma ferramenta pedagógica eficaz na educação ambiental, reforçando sua relevância para a formação de cidadãos mais críticos e engajados com os desafios socioambientais contemporâneos.

## 1.3 Justificativa

O desenvolvimento de um dispositivo interativo gamificado justifica-se pela necessidade de traduzir dados científicos complexos em experiências lúdicas capazes de sensibilizar crianças sobre a qualidade do ar. A literatura aponta que a gamificação aumenta o engajamento e favorece a aprendizagem significativa em contextos educacionais (Castro-da-Silva et al., 2025). Além disso, estudos mostram que jogos digitais integrados a sensores ambientais possibilitam que crianças compreendam de forma prática e divertida a relação entre poluição e saúde, promovendo mudanças positivas em suas percepções e comportamentos (Fernandes et al., 2023). Assim, a proposta busca preencher uma lacuna pedagógica, oferecendo uma ferramenta inovadora que une educação ambiental, tecnologia e ludicidade para contribuir com a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A gamificação, definida como a aplicação de elementos e dinâmicas de jogos em contextos não-lúdicos, tem demonstrado potencial significativo para aumentar a motivação e o engajamento em processos de aprendizagem. Uma revisão sistemática de Daemei et al. (2025) identificou que estratégias baseadas em pontos, missões e feedback imediato, quando associadas a dados reais, são eficazes para promover ganhos de conhecimento e mudanças de comportamento em temas relacionados à qualidade do ar. Nessa perspectiva, Fernandes et al. (2023) desenvolveram um jogo educativo com realidade aumentada e sensores físicos, no qual crianças puderam visualizar poluentes invisíveis em tempo real, resultando em maior envolvimento e compreensão do tema. Esses achados reforçam que a gamificação, quando aplicada em contextos educativos, vai além da motivação superficial, podendo gerar impacto direto na assimilação de conteúdos complexos.

### 3 METODOLOGIA

O estudo contou com a participação de 12 crianças, com idades entre 7 e 11 anos. Todos os participantes realizaram a atividade individualmente, sendo identificados apenas por um número atribuído no início do experimento, garantindo a personalização da experiência e preservando a confidencialidade. O dispositivo gamificado utilizado foi desenvolvido com programação em Python, rodando em uma Raspberry Pi 3, e programação em C++ em uma ESP32. A Raspberry Pi 3 foi responsável pelo controle da interação com as crianças, incluindo a exibição de vídeos, aplicação do questionário e processamento das respostas. Além disso, recebeu os dados coletados pela ESP32 via conexão Bluetooth.

A ESP32, por sua vez, era responsável pela medição de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por meio de um sensor MQ135. Esse segundo dispositivo portátil podia ser levado pelas crianças aos locais de coleta, que incluíam escapamentos de carro, um parque e uma cozinha, representando, respectivamente, qualidade do ar ruim, boa e média. Ao pressionar o botão do dispositivo, a medição era registrada e exibida na tela do aparelho, permitindo que a criança verificasse se havia coletado corretamente os dados. Posteriormente, ao se aproximar da Raspberry Pi, as informações eram transmitidas via Bluetooth, liberando o acesso a um quiz relacionado ao local medido. O quiz consistia em três perguntas de resposta binária (sim/não):

1. A qualidade do ar do escapamento de um carro é boa?
2. O ar da sua cozinha é melhor que o do parque?
3. A qualidade do ar do parque é boa?

As respostas corretas eram pontuadas, permitindo avaliar o desempenho de cada criança, cada uma delas iniciou a atividade digitando seu número em um teclado de membrana, personalizando a experiência com seu próprio identificador. Em seguida, a criança realizava a coleta de dados nos locais específicos usando o dispositivo portátil ESP32, observando as medições exibidas na tela e repetindo o procedimento caso os resultados não correspondessem às expectativas.

Após a coleta correta dos dados, cada participante respondia ao quiz no dispositivo principal, cujas respostas eram registradas para análise posterior. Todo o processo visava não apenas avaliar o desempenho das crianças, mas também incentivar o engajamento com o conteúdo de forma lúdica e interativa.

Os dados coletados incluíram o desempenho no quiz (pontuação obtida) e a precisão na coleta de medições de qualidade do ar. A análise considerou a correlação entre a execução correta das tarefas de medição e o desempenho no quiz, permitindo avaliar tanto a compreensão do conteúdo quanto o engajamento das crianças com a atividade gamificada.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo foi realizado com 12 crianças, de 7 a 11 anos, com o objetivo de avaliar a eficácia de uma abordagem gamificada no aprendizado. A amostra foi dividida em dois grupos, cada um com seis participantes:

- Grupo 1 (Sem gamificação): realizou o quiz sem o uso de qualquer recurso gamificado.
- Grupo 2 (Com gamificação): utilizou um dispositivo gamificado que integrava elementos de jogo, incluindo coleta de dados sobre qualidade do ar e quiz interativo.

O quiz consistia em três perguntas de resposta binária (sim/não), relacionadas à qualidade do ar nos locais medidos:

1. A qualidade do ar do escapamento de um carro é boa?
2. O ar da sua cozinha é melhor que o do parque?
3. A qualidade do ar do parque é boa?

Grupo	Participante	Acertos (0-3)
1	1	1
1	2	2
1	3	1
1	4	2
1	5	1
1	6	2
<b>Média Grupo 1</b>	-	1,5
2	7	3
2	8	2
2	9	3
2	10	2
2	11	3
2	12	2
<b>Média Grupo 2</b>	-	2,5

Figura 1 - Dados coletados (elaboração própria, 2025)

O Grupo 1 (Sem gamificação) apresentou uma taxa de sucesso de aproximadamente 50%, enquanto o Grupo 2 (Com gamificação) alcançou 83%, mostrando um aumento de aproximadamente 33 pontos percentuais.

Observou-se também que as crianças do grupo gamificado repetiam medições quando os resultados não correspondiam às expectativas além de que o desempenho no quiz correlacionou-se positivamente com a precisão nas medições de qualidade do ar.

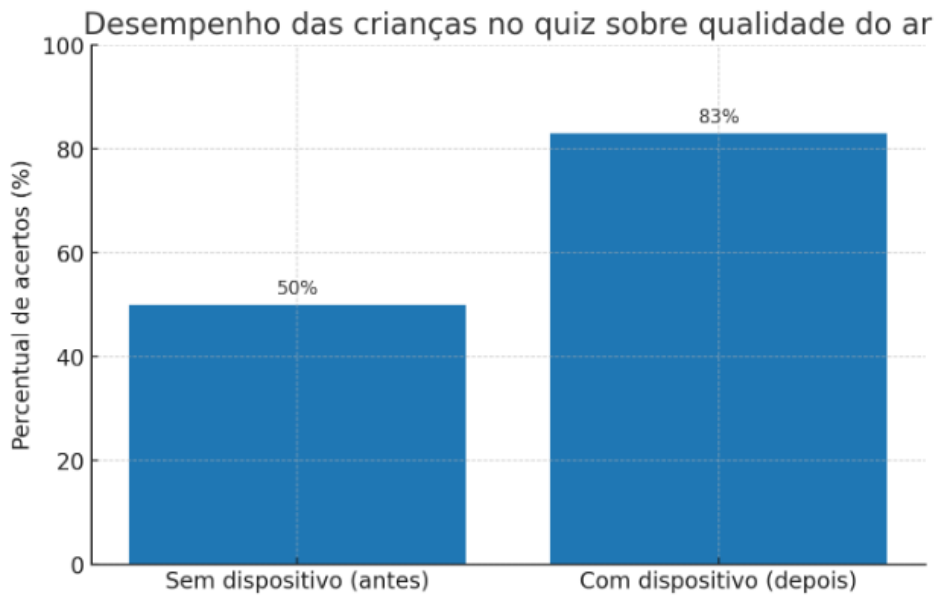


Figura 2 - Análise de desempenho (elaboração própria, 2025)

## 5 CONCLUSÃO

Os dados observados indicam que o uso do dispositivo gamificado não apenas melhorou o desempenho das crianças, mas também aumentou seu engajamento com o conteúdo. Ao incorporar elementos como desafios, recompensas e um ambiente interativo, a gamificação pode ter incentivado as crianças a se dedicarem mais ao quiz, transformando uma atividade que poderia ser apenas avaliativa em uma experiência atrativa e lúdica. Esse maior engajamento provavelmente favoreceu a retenção do conteúdo, permitindo que as crianças compreendessem e memorizassem melhor as informações, respondendo às perguntas com mais precisão. Esses resultados evidenciam o potencial da gamificação como ferramenta pedagógica, capaz de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, eficaz e envolvente, especialmente para o público infantil.

## REFERÊNCIAS

DAEMEI, A. B.; Gamification for air quality education: a systematic literature review. *Building and Environment*, v. 270, p. 112526, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132325000083>? Acesso em: 22 ago. 2025.

FERNANDES, J.; BRANDÃO, T.; ALMEIDA, S. M.; SANTANA, P. An educational game to teach children about air quality using augmented reality and tangible interaction with sensors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 5, p. 3814, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/5/3814>. Acesso em: 22 ago. 2025.

TRASANDE, L.; THURSTON, G. D. The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, v. 115, n. 4, p. 689–699, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674905001991>. Acesso em: 22 ago. 2025.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao SENAI por me proporcionar a oportunidade de desenvolver este trabalho, abrindo portas para o aprendizado e crescimento acadêmico e profissional. Agradeço também ao Congresso UniSENAI pelo espaço de compartilhamento e divulgação deste estudo, permitindo que os resultados desta pesquisa sejam apresentados e discutidos com outros profissionais e estudantes da área.

## SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

---

### i GUILHERME GONÇALVES FERREIRA



Formado como técnico em Mecatrônica pela instituição SENAI Roberto Simonsen (2022) cursando atualmente a Graduação em Tecnólogo em Manutenção Industrial pela Faculdade SENAI Campus Roberto Simonsen (2023 – 2026). Tem experiência na área da Engenharia Mecânica e Mecatrônica, foco na área da Tecnologia e Programação.

### ii RICARDO HOVACKER BALDACONI



Mestre em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da USP; Especialista em Automação e Controle pela Faculdade de Tecnologia SENAI “Mariano Ferraz”. Licenciado pela FATEC-SP; Tecnólogo em Mecatrônica Industrial pela Universidade Nove de Julho. Atua a mais de 15 anos como docente, nas áreas de Programação, Microcontroladores, Eletrônica e Robótica. Atualmente é professor do Centro Universitário Senai – SP, campus “Roberto Simonsen”.