



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA

DANIELLE SOARES DE SENA

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS EDUCATIVOS NO ENSINO DE
ELETROSTÁTICA**

ANGICAL DO PIAUÍ
2025

DANIELLE SOARES DE SENA

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS EDUCATIVOS NO ENSINO DE
ELETROSTÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de
Licenciatura em Física do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, *Campus* Angical.

Orientador: Prof. Dr. Herbert da Silva
Sousa

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS EDUCATIVOS NO ENSINO DE ELETROSTÁTICA

Danielle Soares de Sena¹
Herbert da Silva Sousa²

RESUMO

O ensino de eletrostática enfrenta desafios devido ao caráter abstrato dos conceitos e à utilização de metodologias tradicionais, pouco eficazes em engajar os estudantes. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação do jogo educativo “EletroMente”, projetado para facilitar o aprendizado de conceitos como cargas elétricas, Lei de Coulomb e campo elétrico. A pesquisa foi realizada com 60 alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública, buscando avaliar a eficácia da gamificação como ferramenta pedagógica. Por meio dessa abordagem dinâmica e interativa, promoveu-se maior compreensão e engajamento dos estudantes. O estudo incluiu pesquisa bibliográfica, desenvolvimento do jogo, aplicação prática e avaliação dos resultados, que demonstraram um aumento significativo no desempenho acadêmico e na motivação dos participantes. As limitações identificadas apontam para possíveis melhorias e adaptações futuras, visando a ampliação do alcance da ferramenta. Conclui-se que a gamificação é uma metodologia eficaz para o ensino de conceitos abstratos em Física, oferecendo novas possibilidades pedagógicas.

Palavras-chave: eletrostática; gamificação; ensino de física; jogos educativos.

ABSTRACT

The teaching of electrostatics faces challenges due to the abstract nature of its concepts and the use of traditional methodologies, which are not very effective in engaging students. This study presents the development and implementation of the educational game “EletroMente,” designed to facilitate the learning of concepts such as electric charges, Coulomb’s law, and the electric field. The research was conducted with 60 students from the third year of a public high school, aiming to evaluate the effectiveness of gamification as a pedagogical tool. Through this dynamic and interactive approach, greater student understanding and engagement were promoted. The project included bibliographic research, game development, practical application, and result evaluation, which showed a significant increase in academic performance and student motivation. The identified limitations point to possible improvements and future adaptations to expand the tool’s reach. It is concluded that gamification is an effective methodology for teaching abstract concepts in physics, offering new pedagogical possibilities.

Keywords: electrostatics; gamification; Physics teaching; educational games.

Data de aprovação: 11/03/2025

¹ Graduanda em Licenciatura em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Email: caang.201911fa06@aluno.ifpi.edu.br.

² Doutor em Física da Matéria Condensada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Email: herbert.sousa@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física, especialmente no que se refere a conteúdos abstratos como a Eletrostática, tem enfrentado desafios significativos no contexto escolar. Muitos estudantes demonstram dificuldade em compreender os conceitos envolvidos, o que pode ser atribuído a metodologias de ensino descontextualizadas e focadas em abordagens teóricas e repetitivas. Nesse cenário, a busca por novas metodologias que tornem o aprendizado mais dinâmico e interativo se faz cada vez mais necessária. Entre essas metodologias, a gamificação e o uso de jogos educativos têm se destacado como estratégias promissoras.

A gamificação, entendida como a aplicação de elementos de design de jogos em contextos fora dos games, visa aumentar a motivação e o engajamento dos alunos durante o processo de aprendizagem (Deterding *et al.*, 2011). Ao integrar dinâmicas de jogos ao ensino, é possível proporcionar uma experiência mais envolvente, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais. Estudos recentes mostram que os jogos educativos têm potencial para melhorar a assimilação de conceitos complexos ao transformar o ambiente de aprendizagem em uma experiência lúdica (Cavalcante; Nascimento, 2018; Mattar, 2010).

No campo da Eletrostática, conteúdos como a interação entre cargas, o campo elétrico e a Lei de Coulomb podem ser especialmente difíceis de assimilar devido ao seu caráter abstrato. Nesse sentido, o uso de jogos educativos pode facilitar o entendimento desses temas ao permitir que os alunos experimentem situações práticas e interativas, que ilustram os conceitos físicos em um ambiente controlado e motivador (Silva; Sales, 2017).

A motivação para a realização deste trabalho decorre da necessidade de superar as dificuldades históricas enfrentadas no ensino de eletrostática, bem como da crescente demanda por práticas pedagógicas inovadoras que dialoguem com a geração de nativos digitais. O perfil dos estudantes atuais, cada vez mais imerso em tecnologias digitais e ambientes virtuais, torna a utilização de jogos educativos uma estratégia não apenas inovadora, mas também necessária para tornar o aprendizado mais atrativo e efetivo (Alves, 2015).

Além disso, a justificativa para o desenvolvimento deste projeto está baseada nos benefícios comprovados da gamificação no ensino de Ciências. Ao utilizar elementos lúdicos e interativos, os jogos educativos têm a capacidade de promover um aprendizado mais profundo e significativo, favorecendo a retenção de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades críticas, como a resolução de problemas e a colaboração em grupo (Cavalcante; Nascimento, 2018; Silva; Sales, 2017). Em um contexto educacional onde o desinteresse pelos conteúdos científicos tem se mostrado um desafio, o uso de jogos surge como uma alternativa capaz de aumentar a motivação dos alunos e proporcionar uma compreensão mais sólida dos conceitos de eletrostática.

Com base nessa perspectiva, este trabalho visa desenvolver e implementar um jogo educativo voltado ao ensino de eletrostática para estudantes do ensino médio, buscando proporcionar uma aprendizagem significativa e contextualizada. Para isso, serão pesquisadas e analisadas metodologias ativas de ensino, com foco na gamificação e no uso de jogos educativos, identificando estratégias eficientes para abordar temas como cargas elétricas, Lei de Coulomb, campo elétrico e potencial elétrico. O jogo será desenvolvido com dinâmicas interativas adequadas ao público-alvo e aplicado em turmas do ensino médio, proporcionando aos estudantes a oportunidade de aprender eletrostática de maneira prática e envolvente, dentro de um ambiente gamificado.

Espera-se que, ao integrar elementos lúdicos e interativos ao ensino de eletrostática, o projeto contribua para superar barreiras de aprendizado, engajar os estudantes de forma efetiva e estimular sua curiosidade científica, promovendo um aprendizado mais profundo, significativo e alinhado às demandas contemporâneas da educação.

2 CONTEXTOS HISTÓRICOS

O ensino de ciências, em especial o ensino de Física, tem evoluído ao longo dos séculos. Tradicionalmente, a educação em ciências era voltada para a formação de uma pequena elite intelectual, focada em métodos expositivos e na memorização de conceitos. No entanto, com o advento da Revolução Industrial e as demandas da

sociedade moderna por uma formação mais ampla, o ensino de ciências passou a se democratizar, incorporando novas metodologias para alcançar uma maior parcela da população (Carvalho, 2007). A partir da segunda metade do século XX, as transformações tecnológicas começaram a influenciar significativamente os métodos educacionais, com a introdução de recursos tecnológicos e o surgimento de novas abordagens pedagógicas, como o uso de computadores e jogos no ensino (Mattar, 2010).

Nas últimas décadas, a popularização das tecnologias digitais, especialmente com o surgimento da internet, intensificou ainda mais essas mudanças. Nesse contexto, surgem novas demandas para o ensino, que precisa se adaptar a essas mudanças culturais e tecnológicas, promovendo uma educação mais dinâmica e interativa.

2.1 CONCEITUANDO GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

A gamificação pode ser definida como o uso de elementos de design de jogos em contextos fora do ambiente de jogos tradicionais, com o objetivo de motivar e engajar os indivíduos na realização de tarefas específicas (Deterding *et al.*, 2011). No contexto educacional, a gamificação busca aplicar essas dinâmicas de jogo para incentivar o aprendizado e a participação dos alunos, utilizando recompensas, desafios e feedbacks contínuos para promover uma experiência envolvente e significativa (Alves, 2015).

No ensino de ciências, a gamificação tem sido vista como uma ferramenta promissora para melhorar o envolvimento dos alunos, especialmente em disciplinas consideradas desafiadoras, como Física e Matemática. A motivação extrínseca gerada por recompensas, aliada à motivação intrínseca de vencer desafios e conquistar objetivos, faz da gamificação uma metodologia ativa eficaz na promoção do aprendizado. Estudos mostram que a gamificação não apenas estimula a curiosidade dos alunos, mas também melhora a retenção de conhecimento e a aplicação prática dos conceitos aprendidos (Silva; Sales, 2017).

2.2 GAMIFICAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física tem enfrentado desafios contínuos, especialmente no que diz respeito à sua aplicabilidade e ao interesse dos alunos. Muitos estudantes veem a disciplina como distante e abstrata, o que dificulta a compreensão dos conceitos teóricos. Nesse contexto, a gamificação surge como uma solução inovadora para tornar o ensino de Física mais atrativo e acessível. Ao integrar elementos lúdicos e interativos no processo de ensino, é possível contextualizar os conceitos e aproximar os alunos da realidade científica (Cavalcante; Nascimento, 2018).

A implementação de jogos educativos no ensino de Física tem demonstrado resultados positivos. Nesse sentido Silva e Sales (2017) analisaram o impacto da gamificação no ensino de óptica geométrica e verificaram que os alunos que participaram das atividades gamificadas mostraram maior motivação e melhor desempenho em comparação com aqueles que seguiram a metodologia tradicional. Esses resultados corroboram a ideia de que a gamificação pode ser uma metodologia eficiente para lidar com os desafios do ensino de ciências.

2.3 A CONTRIBUIÇÃO DE JOGOS EDUCATIVOS NO ENSINO DA ELETROSTÁTICA

Os jogos educativos têm ganhado espaço no ensino de eletrostática, um dos tópicos de Física que muitos estudantes consideram abstrato e difícil de visualizar. Ao simular situações práticas que envolvem cargas elétricas, forças eletrostáticas e campos elétricos, os jogos permitem que os alunos experimentem os conceitos em um ambiente controlado e interativo (Mattar, 2010). Isso facilita a compreensão de conceitos complexos e incentiva a experimentação e a resolução de problemas.

Além disso, os jogos educativos oferecem aos estudantes a oportunidade de aprender em seu próprio ritmo. Eles podem repetir etapas e desafios até dominar os conceitos, proporcionando uma aprendizagem mais individualizada e significativa. No ensino da Eletrostática, onde a abstração muitas vezes dificulta o entendimento, os jogos podem tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e visual, ajudando os alunos a construir uma base sólida de conhecimento (Silva; Sales, 2017).

2.4 FUNDAMENTOS DE ELETROSTÁTICA

A Eletrostática estuda as cargas elétricas em repouso, suas interações e os efeitos que produzem no espaço ao seu redor, sendo fundamental para compreender tanto fenômenos cotidianos como aplicações tecnológicas avançadas. A propriedade física associada às partículas elementares, denominada carga elétrica, determina a maneira como essas partículas interagem, manifestando-se em corpos carregados positiva ou negativamente, dependendo do ganho ou perda de elétrons (Halliday; Resnick; Walker, 2007).

Uma das principais leis que descrevem as interações entre cargas é a Lei de Coulomb, estabelecida por Charles-Augustin de Coulomb no século XVIII, a qual afirma que a força eletrostática entre duas cargas pontuais é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa (Nussenzweig, 1997),

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q||Q|}{r^2} \hat{r}.$$

Lei de Coulomb (forma vetorial).

Para compreender de forma mais completa a influência de cargas elétricas no espaço, introduz-se o conceito de campo elétrico, que descreve como uma carga altera o meio ao redor; a intensidade desse campo e sua direção podem ser visualizadas por meio de linhas de campo, importantes para entender fenômenos de atração e repulsão entre cargas (Hewitt, 2002),

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q|}{r^2} \hat{r}.$$

Campo Elétrico Gerado por uma Carga Puntiforme.

No que se refere ao cálculo de campos elétricos em situações de alta simetria, a Lei de Gauss se mostra uma ferramenta poderosa, relacionando o fluxo do campo elétrico que atravessa uma superfície fechada com a carga enclausurada (Serway; Jewett Jr., 2006),

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q_f}{\epsilon_0}.$$

Lei de Gauss para o Campo Elétrico.

Outro conceito-chave em Eletrostática é o potencial elétrico, que mede quanta energia potencial elétrica por unidade de carga existe em um determinado ponto do espaço, o potencial é essencial para a compreensão de dispositivos como capacitores e geradores, pois a diferença de potencial entre dois pontos estabelece a capacidade de realizar trabalho sobre cargas elétricas (Tipler; Mosca, 2009).

Em termos de aplicações práticas, a eletrização pode ocorrer por atrito, quando dois materiais se esfregam e transferem elétrons; por contato, ao aproximar corpos condutores em diferentes estados de carga; ou ainda por indução, através da influência de um corpo carregado sobre outro neutro, sem contato direto (Halliday; Resnick; Walker, 2007). O aterramento, por sua vez, conecta um equipamento ou sistema à Terra, que funciona como um grande reservatório de cargas, garantindo segurança ao neutralizar potenciais elétricos elevados (Hewitt, 2002). Em relação aos materiais, classificam-se como condutores aqueles que permitem mobilidade de cargas em seu interior (caso dos metais), enquanto isolantes apresentam baixa condutividade, retendo as cargas em posições fixas (Nussenzweig, 1997). A blindagem eletrostática, exemplificada pela gaiola de Faraday, demonstra como um condutor oco protege o interior de campos externos, graças à redistribuição de cargas em sua superfície (Serway; Jewett Jr., 2006). Já o chamado poder das pontas concentra o campo elétrico em regiões extremas de um condutor, facilitando a ionização do ar e a troca de cargas com o meio (Tipler; Mosca, 2009).

Desse modo, a compreensão dos fundamentos da Eletrostática, desde a definição de carga e as leis que regem suas interações até as diversas aplicações práticas, é crucial para analisar fenômenos naturais e desenvolver tecnologias que envolvam a manipulação e o controle de cargas elétricas.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro etapas principais: pesquisa bibliográfica, desenvolvimento do jogo educativo, implementação em sala de aula e avaliação dos resultados. A pesquisa foi aplicada em uma escola pública com 60 alunos do 3º ano do ensino médio, divididos em duas turmas, garantindo uma amostra representativa para a análise da eficácia da metodologia. Cada uma dessas etapas

foi planejada e executada visando a criação de um recurso didático eficiente para o ensino de eletrostática no ensino médio.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica sobre as metodologias ativas de ensino, com foco especial na gamificação e no uso de jogos educativos no ensino de Física. Foram consultadas bases de dados acadêmicas, como Google Acadêmico e Scielo, buscando artigos que tratassem do tema da gamificação e sua aplicação no ensino de eletrostática e outros conteúdos de Física (Silva; Sales, 2017). Essa pesquisa foi fundamental para embasar o desenvolvimento do jogo educativo e para a construção de uma base teórica que sustentasse as escolhas pedagógicas adotadas no projeto.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO JOGO EDUCATIVO

Com base nas referências coletadas, foi projetado um jogo educativo voltado para o ensino de eletrostática. O desenvolvimento do jogo seguiu as seguintes etapas:

- Concepção do jogo: Definição dos objetivos pedagógicos e dos conceitos de eletrostática que seriam abordados, como cargas elétricas, Lei de Coulomb, campo elétrico e potencial elétrico.
- Desenvolvimento da mecânica do jogo: Criação das dinâmicas e regras do jogo, que envolviam desafios práticos nos quais os alunos deveriam aplicar os conceitos estudados para avançar no jogo.
- Design do jogo: Elaboração dos elementos visuais e interativos, com o intuito de tornar o jogo atraente e adequado ao público-alvo, os estudantes do ensino médio.

3.3 REGRAS DO JOGO

O jogo EletroMente tem como objetivo avançar pelo tabuleiro respondendo perguntas e realizando desafios sobre eletrostática. O vencedor será o primeiro a

chegar ao final, acumulando o maior número de pontos e consolidando o aprendizado sobre o tema.

1. Preparação do Jogo

- Número de jogadores: de 2 a 6 participantes.
- Um jogador deve ser escolhido como juiz para conduzir o jogo.
- Cada jogador escolhe um peão para marcar sua posição no tabuleiro.
- Todos os jogadores começam na casa inicial (Casa 0).

2. Movimentação

- No início de cada rodada, o jogador lança um dado e avança o número de casas indicado.
- A casa onde o jogador parar determina a ação a ser realizada:
- Casa azul: responder uma pergunta.
- Casa vermelha: realizar um desafio.
- Casa branca: atalho no tabuleiro.
- Casa amarela: armadilha.
- Quando o número sorteado no dado for azul, o juiz deve ler a carta para o jogador.

3. Regras Extras

- Respostas Contestadas: outros jogadores podem contestar uma resposta, apresentando explicações alternativas. Em caso de dúvida, o “árbitro” ou o professor pode ser consultado para verificar a resposta correta.
- Respostas e Desafios Não Respondidos: caso o jogador não saiba a resposta ou não consiga realizar o desafio, ele permanece na casa atual e perde a vez.

3.4 IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

Após o desenvolvimento e ajustes do jogo, ele foi implementado em turmas do ensino médio, em uma escola pública. O processo de implementação seguiu as seguintes etapas:

- Apresentação do jogo: Inicialmente, foi feita uma apresentação do jogo para os alunos, explicando as regras e objetivos, bem como os conceitos de eletrostática que seriam explorados durante o jogo.
- Atividade prática: Os alunos jogaram em grupos, com a orientação do professor, aplicando os conhecimentos de eletrostática para resolver os desafios propostos pelo jogo.
- Interações e feedback: Durante a atividade, os alunos foram encorajados a colaborar entre si e discutir as soluções para os problemas apresentados no jogo. O professor forneceu feedback imediato, auxiliando no esclarecimento de dúvidas e na correção de eventuais erros conceituais.

3.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A última etapa do projeto consistiu na avaliação dos resultados obtidos com a implementação do jogo. Para isso, foram aplicados dois instrumentos principais:

- Questionários: Ao final da atividade, os alunos responderam a um questionário avaliando sua experiência com o jogo, a clareza dos conceitos abordados e sua percepção sobre o impacto da ferramenta no processo de aprendizagem.
- Avaliação de desempenho: Foram aplicadas questões práticas e teóricas sobre eletrostática para avaliar se o uso do jogo contribuiu para a melhoria da compreensão dos conceitos.

Essas avaliações foram comparadas com o desempenho de uma turma controle que recebeu apenas a abordagem tradicional do conteúdo, sem o uso do jogo.

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, a fim de verificar o impacto do jogo na motivação dos alunos e na assimilação dos conceitos de eletrostática. A análise incluiu comparações entre as notas da turma que utilizou o jogo e a turma controle, além de uma análise das percepções dos alunos sobre o uso da gamificação no ensino.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação do jogo EletroMente no ensino médio gerou resultados expressivos, evidenciando o impacto positivo da gamificação no ensino de eletrostática. A análise dos dados foi realizada considerando o desempenho acadêmico, o engajamento dos alunos e as percepções qualitativas dos participantes, baseando-se em instrumentos como questionários e comparações de desempenho entre turmas.

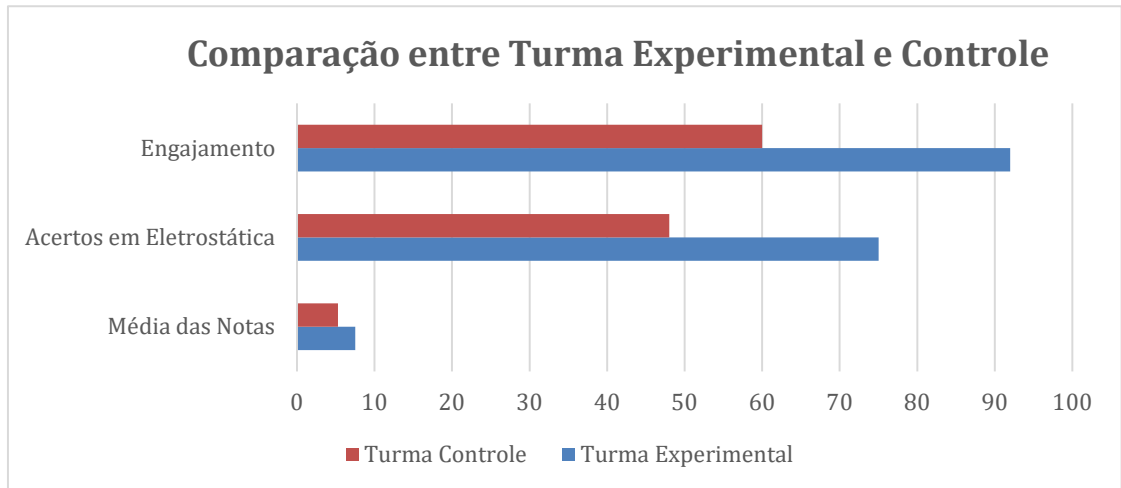
4.1 DESEMPENHO ACADÊMICO

A análise do desempenho acadêmico dos alunos foi realizada por meio de testes aplicados antes e depois da utilização do jogo EletroMente. A pesquisa envolveu duas turmas: um grupo experimental, que utilizou o jogo como ferramenta de ensino, e um grupo controle, que teve aulas tradicionais sobre eletrostática. Os resultados indicam que a turma experimental melhorou em 40% seu desempenho médio em relação ao grupo controle. Além disso, questões relacionadas a conceitos desafiadores, como Lei de Coulomb e campo elétrico, foram respondidas corretamente por 75% dos alunos da turma experimental, enquanto na turma controle esse índice foi de 48%. Esses achados corroboram estudos como os de Alves (2015) e Cavalcante e Nascimento (2018), que destacam a gamificação como um método eficaz para aumentar o engajamento e a retenção de conhecimento. Segundo Alves (2015), a utilização de jogos educativos proporciona um ambiente de aprendizado mais dinâmico, permitindo que os alunos testem seus conhecimentos de forma interativa.

4.2 ENGAJAMENTO E PERCEPÇÕES DOS ALUNOS

A aplicação do questionário revelou que 92% dos alunos da turma experimental consideraram o uso do jogo uma abordagem mais interessante e motivadora em comparação às aulas tradicionais. Os participantes relataram que o jogo os ajudou a visualizar os fenômenos físicos de maneira mais clara, destacando o aprendizado de forma prática e divertida.

Figura 1 – Comparação entre as turmas.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2024).

O gráfico compara o desempenho da turma experimental e da turma controle em três aspectos: engajamento, acertos em eletrostática e média das notas. Os resultados indicam que a turma experimental, que utilizou o jogo educativo EletroMente, teve um desempenho significativamente superior em todas as categorias analisadas. O engajamento foi maior nessa turma, sugerindo que a gamificação contribuiu para a participação ativa dos alunos. Além disso, os acertos nas questões de eletrostática e a média das notas foram mais elevados na turma que utilizou o jogo, evidenciando a eficácia da metodologia.

O engajamento observado confirma as conclusões de Cavalcante e Nascimento (2018), que destacam o potencial dos jogos educativos para aumentar a motivação dos estudantes e criar uma experiência de aprendizado mais dinâmica. Além disso, os alunos mencionaram que a interação em grupo durante o jogo contribuiu para a troca de ideias e o fortalecimento do trabalho em equipe.

4.3 LIMITAÇÕES IDENTIFICADAS

Apesar dos resultados positivos, foram observados desafios, como a adequação do tempo para a conclusão das atividades. Alguns alunos relataram dificuldades em seguir o ritmo proposto, sugerindo que o jogo poderia incluir níveis de complexidade progressiva para atender diferentes perfis de aprendizado. Outro ponto

destacado foi a necessidade de materiais de apoio mais detalhados para garantir que todos os alunos compreendessem as regras e objetivos antes de iniciar o jogo. Esses ajustes podem tornar a ferramenta ainda mais acessível e eficiente, ampliando sua aplicabilidade em diferentes contextos escolares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e a aplicação do jogo EletroMente mostraram que a gamificação é uma metodologia eficaz para o ensino de eletrostática, promovendo o engajamento dos alunos e a compreensão de conceitos abstratos. Os resultados evidenciaram não apenas a melhoria no desempenho acadêmico, mas também o aumento da motivação e da interação entre os estudantes. O sucesso dessa abordagem reforça a importância de metodologias ativas e inovadoras no ensino de Física, especialmente em temas que apresentam maior grau de abstração. O uso do jogo proporcionou um ambiente de aprendizado mais lúdico e colaborativo, alinhado às necessidades dos estudantes contemporâneos, conforme discutido por Alves (2015) e Silva e Sales (2017).

Recomenda-se que estudos futuros explorem a aplicação do EletroMente em outros níveis de ensino e conteúdos da Física, além de investigar a possibilidade de adaptações digitais do jogo. Tais iniciativas podem ampliar o alcance e a eficácia dessa ferramenta, contribuindo para a construção de uma educação mais atrativa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática. 2ª ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Habilidade de professores para promover a enculturação científica. **Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, 2007.

CAVALCANTE, P. S.; NASCIMENTO, R. R. Gamificação para o ensino de física: o que falam as pesquisas. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 168-176, 2018.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: MINDTREK CONFERENCE, 15., 2011, Tampere. **Anais [...]**. Tampere: ACM, 2011. p. 9-15.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física Volume 3: Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

NUSSENZWEIG, H. Moyses. **Curso de Física Básica - Volume 3: Eletromagnetismo**. 1. ed.: Edgard Blücher, 1997.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 5, p. 782-798, 2017.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR, John W. **Princípios de Física Volume 3: Eletromagnetismo**. São Paulo: Thomson, 2006.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES DA DEMONSTRAÇÃO
COM O JOGO DE TABULEIRO ELETROMENTE.**

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PARA COLETA DE DADOS

Trabalho de Conclusão de Curso

Turma: 3º ano

Disciplina: física

Conteúdo: eletrostática.

01. O que é a Lei de Coulomb?

- A Um princípio que descreve a gravidade.
- B Uma fórmula que calcula a força entre duas cargas elétricas.
- C Um conceito relacionado à luz.
- D Um tipo de campo magnético.

02. Qual a unidade de carga elétrica no Sistema Internacional?

- A Newton.
- B Joule.
- C Coulomb.
- D Volt.

03. Quando duas cargas possuem sinais opostos, elas:

- A Se atraem.
- B Se repelem.
- C Ficam neutras.
- D Não interagem.

04. O que representa o campo elétrico?

- A A intensidade do vento em um local.
- B A força de interação entre massas.
- C A influência de uma carga em seu entorno.
- D A velocidade de movimento de cargas.

05. Qual é a unidade de medida da carga elétrica no Sistema Internacional?

- A Ampère (A) B Coulomb (C) C Volt (V) D Ohm (Ω)

06. Qual é o efeito do aumento da distância entre duas cargas, segundo a Lei de Coulomb?

- A A força entre elas aumenta.
B A força entre elas diminui.
C A força permanece a mesma.
D Não há efeito.

07. O potencial elétrico mede:

- A A distância entre duas cargas.
B O trabalho necessário para mover uma carga em um campo elétrico.
C A quantidade de elétrons em um átomo.
D A energia cinética de uma partícula.

08. Qual das alternativas é a Lei de Coulomb?

- A $F = m a$
B $F = k Q.q / r^2$
C $F = q E$
D $F = I R$

09. Qual é o princípio do eletroscópio?

- A Ele mede a corrente elétrica em um circuito.
B Ele detecta a presença de cargas elétricas e sua intensidade.
C Ele mede o campo magnético ao redor de um fio condutor.
D Ele calcula o potencial elétrico de um ponto específico.

10. O que é Eletrostática?

- A O estudo das cargas elétricas em movimento.

- B O estudo dos efeitos e comportamentos das cargas elétricas em repouso.
- C O estudo da corrente elétrica em um circuito.
- D O estudo dos campos magnéticos.

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO DEPOIS DA
DEMONSTRAÇÃO COM O JOGO DE TABULEIRO ELETROMENTE.**

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PARA COLETA DE DADOS

Trabalho de Conclusão de Curso

Turma: 3º ano

Disciplina: física

Conteúdo: eletrostática.

1. As cargas elétricas podem ser:
 - A Apenas positivas
 - B Apenas negativas
 - C Positivas e negativas
 - D Neutras

2. A Lei de Coulomb estabelece que:
 - A As cargas elétricas não interagem entre si
 - B A força entre duas cargas depende apenas de sua massa
 - C A força entre duas cargas é proporcional ao produto das cargas e
 - D inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas
 - E A força entre cargas é sempre atrativa

3. O que é campo elétrico?
 - A Uma região onde atua a força magnética
 - B Uma região ao redor de uma carga onde forças elétricas podem ser sentidas
 - C Uma propriedade exclusiva de materiais metálicos
 - D Um espaço vazio sem interação

4. Qual é a unidade de medida do campo elétrico?
 - A Coulomb
 - B Newton
 - C Newton por Coulomb (N/C)
 - D Volt

5. Se duas cargas iguais são colocadas próximas uma da outra, a força entre elas será:

- A Atrativa. B Nula C Repulsiva D Proporcional à gravidade

6. O potencial elétrico é definido como:

- A A força que uma carga exerce sobre outra
- B O trabalho necessário para mover uma carga em um campo elétrico
- C A capacidade de um material de conduzir eletricidade
- D A energia cinética de uma partícula carregada

7. A carga elementar (e) tem o valor aproximado de:

- A $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- B $1,6 \times 10^{19} \text{ C}$
- C $9,8 \text{ m/s}^2$
- D $0,5 \text{ J}$

8. A força elétrica entre duas cargas aumenta quando:

- A A distância entre as cargas aumenta
- B A distância entre as cargas diminui
- C O produto das massas aumenta
- D As cargas são iguais

9. Em um material condutor:

- A As cargas estão presas
- B As cargas podem se mover livremente
- C Não há cargas presentes
- D A corrente elétrica é nula

10. Qual fenômeno natural é causado por descarga eletrostática?

- A Chuva

- B Trovão
- C Relâmpago
- D Aurora boreal

ANEXO A – FOTOS DAS APLICACÕES DO TRABALHO.



Fonte: própria (2024) – Jogo de tabuleiro Eletromente.

Turma Experimental



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).

Turma Controle



Fonte: própria (2024).



Fonte: própria (2024).