



PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA A PARTIR DE UM JOGO DE TABULEIRO DO TIPO IMPRIMA E JOGUE

A PROPOSAL FOR TEACHING THERMODYNAMICS USING A PRINT-AND-PLAY BOARD GAME

Ruthinéia Jéssica Alves do Nascimento¹,
Rayanne Carla Alves do Nascimento², Vinicius Vescovi³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v45p108-126.2026

RESUMO: A utilização de metodologias ativas de ensino em ambientes de aprendizagem vem se mostrando uma estratégia eficaz para o engajamento e a motivação dos estudantes, proporcionando maior grau de fixação do conteúdo e conseqüente melhoria no processo de ensino-aprendizagem, quando comparadas aos métodos tradicionais. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo desenvolver, implementar e avaliar uma proposta pedagógica direcionada ao ensino da termodinâmica no curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa). O método de ensino foi desenvolvido a partir da base teórica da Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), tendo em vista que os jogos são bastante populares na área de entretenimento e vários de seus elementos auxiliam na captura de atenção e na motivação dos usuários, fatores importantes para fomentar o aprendizado de um tema. O método de ensino apresentado neste estudo foi bem aceito pelos estudantes, e a análise estatística demonstrou quantitativamente que a aplicação da ABJ proporcionou benefícios aos estudantes do grupo experimental, indicando que a proposta pedagógica implementada produziu um efeito significativo sobre o rendimento acadêmico dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: termodinâmica; jogo; ensino; aprendizagem; metodologias ativas.

ABSTRACT: The use of active teaching methodologies in learning environments has proven to be an effective strategy for enhancing student engagement and motivation, providing a greater degree of content retention and, consequently, improving the teaching-learning process when compared to traditional methods. In this context, the present study aims to develop, implement, and evaluate a pedagogical proposal based on Game-Based Learning (GBL), directed toward the teaching of thermodynamics in the undergraduate Chemical Engineering program at the Federal University of the South and Southeast of Pará (Unifesspa). The teaching method was developed from the theoretical foundations of GBL, considering that games are highly popular in the entertainment field and that several of their elements contribute to enhancing users' attention and motivation, factors that are essential to fostering the learning of a given topic. The teaching method presented in this study was well received by the students, and the statistical analysis quantitatively demonstrated that the application of GBL provided benefits to the students in the experimental group, indicating that the implemented pedagogical proposal produced a large effect on students' academic performance.

KEYWORDS: thermodynamics; game; teaching; learning; active learning methodologies.

¹ Professora do Magistério Superior, Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), ruthineia.nascimento@unifesspa.edu.br

² Mestre em Engenharia Mecânica, Doutoranda em Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), rayannecarla@gmail.com

³ Professor do Magistério Superior, Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), v.vescovi@unifesspa.edu.br



INTRODUÇÃO

A Engenharia, desde o seu surgimento formal durante a Revolução Industrial, constitui uma área intrinsecamente vinculada à inovação e ao desenvolvimento de novos produtos, materiais, maquinários, técnicas de controle e otimização de processos (Carvalho, Porto e Belhot, 2001). Com o avanço das transformações tecnológicas da sociedade contemporânea, a área passou também a enfrentar desafios relacionados às questões ambientais, à eficiência produtiva e ao cenário econômico global. Nesse contexto, torna-se evidente que a formação dos novos engenheiros exige não apenas o domínio das competências técnicas tradicionais, mas também o desenvolvimento de competências comportamentais essenciais ao exercício profissional, como preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia (Resolução MEC nº 2/2019), que reforçam essa demanda ao destacar habilidades como liderança, comunicação eficaz, trabalho em equipe, empatia, adaptabilidade, proatividade e equilíbrio emocional como fundamentais à formação integral dos engenheiros (Brasil, 2019).

O desenvolvimento de competências comportamentais está diretamente relacionado às metodologias de ensino e aprendizagem adotadas pelas Instituições de Ensino Superior (IES). Estratégias pedagógicas centradas no protagonismo discente favorecem o engajamento, a autonomia e a tomada de decisão (Seabra *et al.*, 2023), elementos essenciais à prática profissional contemporânea. Assim, metodologias ativas de ensino-aprendizagem se apresentam como alternativa ao método tradicional de ensino, pois promovem ambientes de aprendizagem mais participativos, colaborativos e alinhados às demandas formativas previstas nas DCNs.

Por outro lado, o método tradicional de ensino, centrado na figura do professor e na transmissão expositiva dos conteúdos, confere ao aluno um papel predominantemente passivo no processo de ensino-aprendizagem. Esse modelo, apesar de consolidado historicamente, contrasta com o perfil atual dos discentes, que frequentemente demonstram desinteresse por aulas pouco interativas e apresentam dificuldades no desenvolvimento das competências comportamentais necessárias à boa formação em Engenharia. Tal cenário evidencia a necessidade de intervenções nas práticas acadêmicas já estabelecidas, de modo a torná-las mais aderentes às expectativas das DCNs e às demandas formativas contemporâneas.

Nesse sentido, as metodologias ativas de ensino têm ganhado espaço como alternativas capazes de promover maior engajamento e autonomia discente. Entre



elas, pode-se citar a Sala de aula invertida, a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Aprendizagem por Experimentação, a Gamificação, a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) entre outras (Seabra *et al.*, 2023; Reis, Ferreira e Oliveira, 2025; Valente, 2014; Vahldick, Silva e Marquez, 2025; Vescovi *et al.*, 2025). Das metodologias ativas citadas, a utilização de jogos na educação se destaca como uma intervenção pedagógica capaz de aumentar a motivação e o engajamento dos estudantes (Yu, Gao e Wang, 2020).

Nesse cenário, a ABJ está diretamente conectada à utilização de jogos educativos ou jogos sérios, com a intenção de promover a aprendizagem de conceitos teóricos e/ou práticos de uma certa área do conhecimento (Carvalho, 2015). Os jogos, de uma maneira geral, são produtos bastante interativos e motivadores, pois permitem ao usuário ter uma experiência imersiva, experimentar emoções, prazeres e desafios únicos que o motivam a seguir no jogo até a sua finalização (Carvalho, 2015). Sendo assim, os jogos sérios podem ser utilizados como uma tecnologia educacional inovadora e eficiente na construção de saberes, sejam eles no nível do Ensino Médio ou do Ensino Superior.

Na conjuntura atual, os jogos digitais vêm ganhando destaque, tendo em vista que a geração atual está mais conectada à internet e em constante interação com as mídias digitais existentes (Silva e Pinto, 2009). Embora a tendência da utilização de jogos digitais seja crescente, com cerca de 74,5% da população brasileira utilizando jogos eletrônicos como forma de entretenimento (Exame, 2025), os jogos físicos ou analógicos continuam sendo uma alternativa interessante e viável em diversas situações. Além disso, os jogos de tabuleiro mantêm seu valor educacional ao promoverem aprendizagem lúdica, reduzirem o tempo de exposição às telas e não dependerem de infraestrutura tecnológica complexa. Em particular, os jogos do tipo “imprima e jogue” (*print and play*) se destacam por seu baixo custo, fácil implementação em ambientes educacionais e independência de dispositivos eletrônicos.

Diante desse panorama, os jogos de tabuleiro do tipo “imprima e jogue” se destacam como alternativas pedagógicas viáveis e pertinentes para a implementação da ABJ nos mais diferentes níveis de ensino. Sendo assim, este estudo tem como objetivo desenvolver, implementar e avaliar uma proposta pedagógica baseada na ABJ, direcionada ao ensino da termodinâmica no curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa).



REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino por competências e a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ)

As metodologias ativas de ensino têm desempenhado papel central no ensino por competências, pois estimulam a autonomia, o pensamento crítico e a resolução de problemas (Berbel, 2011), permitindo que o estudante participe ativamente do processo de construção do conhecimento e promovendo ambientes de aprendizagem centrados no protagonismo discente. Esse movimento pedagógico está em consonância com as DCNs dos cursos de Engenharia, que estabelecem o desenvolvimento integrado de competências técnicas e socioemocionais, como a comunicação, o trabalho em equipe, a liderança e a tomada de decisão (Brasil, 2019).

Nesse contexto, o uso de jogos como ferramentas pedagógicas tem se consolidado devido à sua capacidade de engajar, motivar e promover experiências de aprendizagem ativas e significativas (Yu, Gao e Wang, 2020). Além disso, os jogos favorecem a aprendizagem ao proporcionar desafios, *feedback* imediato e exploração de cenários complexos (Yang, 2012). Em relação ao uso de jogos na educação de crianças, jovens e adultos, os jogos sérios, a gamificação e a ABJ representam três abordagens distintas. Os "jogos sérios" são jogos concebidos com propósito educacional estrito, cujo objetivo principal ultrapassa o entretenimento e visa ao desenvolvimento de habilidades específicas (Bai, Hew e Huang, 2020; Krath, Schürmann e Korflesch 2021). A gamificação, por sua vez, consiste na aplicação de elementos de jogos, tais como narrativas, recompensas, níveis e sistemas de pontuação, em contextos não lúdicos, com o objetivo principal de aumentar o engajamento e a motivação (Deterding *et al.*, 2011). Já a ABJ se refere ao uso pedagógico de jogos completos, sérios ou de entretenimento, digitais ou analógicos, como estratégia estruturada de ensino, integrando conteúdos curriculares às dinâmicas lúdicas, o que torna o aprendizado mais dinâmico e interativo (Bai, Hew e Huang, 2020; Krath, Schürmann e Korflesch 2021).

A ABJ apresenta vantagens significativas para o desenvolvimento das competências previstas nas DCNs dos cursos de Engenharia, pois integra aspectos cognitivos, sociais e emocionais da formação profissional (Ramos *et al.*, 2017). Ambientes lúdicos favorecem a resolução de problemas complexos, o raciocínio lógico e a aplicação de conceitos, ao mesmo tempo em que estimulam a colaboração, a comunicação e o pensamento crítico (Hamari *et al.*, 2016). Além disso, jogos educativos proporcionam situações de tomada de decisão,



negociação e cooperação, elementos essenciais para o desenvolvimento de competências como liderança, trabalho em equipe e adaptabilidade, habilidades destacadas como fundamentais nas diretrizes curriculares (Brasil, 2019). Assim, a ABJ amplia o potencial formativo do Ensino de Engenharia ao proporcionar experiências práticas, motivadoras e alinhadas às demandas contemporâneas da profissão.

METODOLOGIA

Caracterização da pesquisa

A pesquisa se caracteriza como uma pesquisa aplicada do tipo intervenção pedagógica (Figura 1), com delineamento quase-experimental. Classifica-se como exploratória quanto ao seu objetivo, pois busca a compreensão de como a ABJ influencia o processo de ensino-aprendizagem da termodinâmica em um curso de graduação em Engenharia Química da Unifesspa. Quanto à abordagem, adotou-se uma abordagem mista (qualitativa e quantitativa) para a coleta e análise dos dados.

A análise qualitativa teve como objetivo explorar as percepções, opiniões, sentimentos e experiências dos discentes em relação à intervenção pedagógica implementada. Por outro lado, a abordagem quantitativa, baseada em amostras e dados numéricos tratados estatisticamente, foi empregada para mensurar de forma quantitativa os resultados da intervenção.

Figura 1 – Metodologia de pesquisa



Fonte: elaborada pelos autores.



Apresentação do produto educacional utilizado na proposta pedagógica

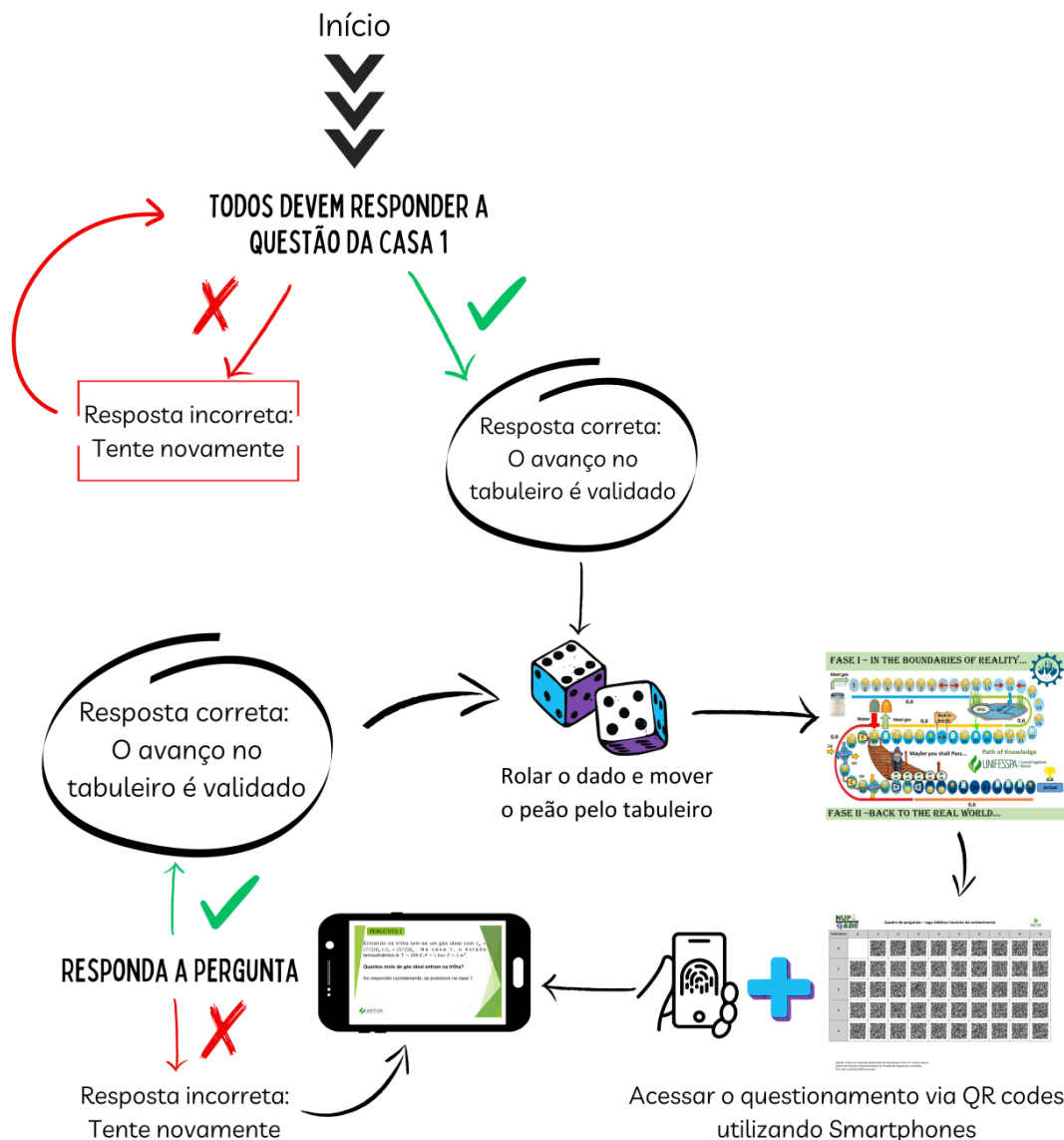
O produto educacional utilizado na confecção da proposta pedagógica foi desenvolvido anteriormente pelos autores, e o processo completo de desenvolvimento do protótipo final do jogo intitulado "Caminho do conhecimento" perpassou cinco etapas: empatia, definição, ideação, prototipação e testes. As etapas de empatia e definição estão incluídas na fase de definição do problema, cujos resultados foram apresentados pelos autores em estudos anteriores (Nascimento *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2023) e indicam os principais problemas e soluções observados em relação ao processo de ensino-aprendizagem da termodinâmica. As etapas subsequentes de ideação, prototipação, testes e obtenção do produto final foram descritas em Nascimento *et al.* (2025).

"Caminho do conhecimento" consiste em um produto educacional suplementar ao ensino tradicional, que tem por objetivo auxiliar o aprendizado dos conteúdos associados à primeira lei da termodinâmica por meio da utilização de uma abordagem lúdica. Apresenta-se como um jogo do tipo percurso, cujo objetivo geral é chegar ao final do caminho respondendo corretamente a todas as perguntas ao longo do percurso do jogo, de modo que o participante relembre e fixe o conteúdo programático proposto.

O jogo consiste em um kit de materiais: 01 tabuleiro (Figura 2A e 2B), 01 quadro de QR codes (Figura 2D e 2E) contendo links que direcionam para os questionamentos, 01 material auxiliar para leitura dos QR codes (Figura 2F), 01 material didático auxiliar (Figura 2G), pinos (Figura 2B e 2C) para recorte e colagem, 01 material contendo regras e 01 dado de seis lados. Excetuando-se o dado, todos os materiais do jogo "Caminho do conhecimento" são apresentados no formato *print and play*. O kit de materiais que compõem o jogo pode ser visualizado na Figura 2.

O jogo “Caminho do conhecimento” segue a *gameplay* descrita na Figura 3. A dinâmica (Figura 3) utilizada se mostrou importante para a proposição da proposta pedagógica, pois traz elementos de jogos de entretenimento para o contexto educacional com o objetivo de fomentar a motivação dos discentes em continuar na atividade pedagógica em contexto de sala de aula.

Figura 3 – Fluxograma de *gameplay* do jogo “Caminho do conhecimento”



Fonte: adaptada de Nascimento *et al.* (2025).

O produto educacional utilizado aborda questionamentos acerca da aplicação da primeira lei da termodinâmica em sistemas fechados e abertos. Com relação aos sistemas abertos, nos questionamentos, estes são exemplificados por



meio de equipamentos comuns na rotina diária da engenharia: trocadores de calor, bocais, difusores, turbinas e compressores.

Apesar do enfoque do produto educacional ser na primeira lei da termodinâmica, este não se limita a essa aplicação em específico, pois o material didático está disponível em formato aberto com licença *Creative Commons* (CC BY-NC 3.0 BR), o que permite a adaptação do material original para fins educacionais diversos. Dessa forma, o produto educacional utilizado na proposta pedagógica pode ser modificado e adaptado para abordar outros conteúdos programáticos inerentes à termodinâmica ou de outras disciplinas. O documento de *design* do jogo (*Game Design Document - GDD*), contendo o kit do jogo e as instruções sobre como modificar e adaptar o material, pode ser obtido na plataforma Educapes (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/973042>).

Avaliação da proposta pedagógica

Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa da proposta pedagógica foi realizada por meio de um questionário de satisfação aplicado aos estudantes, bem como pela análise dos acertos e erros dos discentes na atividade avaliativa subsequente. O questionário foi composto por um total de 12 perguntas, com o objetivo de analisar a opinião dos discentes em relação ao nível de dificuldade da etapa de ABJ, à satisfação e à autopercepção sobre o aprendizado. O instrumento foi estruturado com base em uma escala qualitativa de cinco níveis: [1] Discordo fortemente, [2] Discordo, [3] Indiferente, [4] Concordo e [5] Concordo fortemente.

Importante destacar que, antes do início da etapa de aplicação da ABJ, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa, bem como de que esta não apresentava riscos ou desconfortos e não envolvia penalidades. Ainda, foi garantido que os resultados não exporiam os desempenhos individuais dos participantes. Em seguida, foi perguntado aos participantes se consentiam em participar da pesquisa. Todos os participantes autorizaram verbalmente seu consentimento.

Avaliação quantitativa

Com o objetivo de avaliar a eficácia da proposta pedagógica sobre o rendimento acadêmico dos estudantes, foram comparados os resultados



acadêmicos de uma turma que não passou pela intervenção pedagógica (grupo controle) com aqueles da turma em que houve a implementação da proposta pedagógica (grupo experimental). Os grupos controle e experimental são compostos por 11 e 18 discentes, respectivamente. A disciplina Termodinâmica I é dividida em três unidades, sendo importante ressaltar que a proposta pedagógica analisada foi aplicada exclusivamente na segunda unidade da disciplina. Assim, a presente análise considerou apenas os resultados das avaliações correspondentes a essa unidade.

O procedimento analítico foi conduzido em duas etapas complementares. Na primeira etapa foram analisadas as principais características dos conjuntos de dados, por meio de estatística descritiva. Na segunda etapa, foram realizados dois testes de hipótese, o teste W de Shapiro-Wilk e o teste U de Mann-Whitney.

Inicialmente, verificou-se a normalidade dos conjuntos amostrais, a partir da utilização do teste W de Shapiro-Wilk. Neste estudo, a normalidade dos dados não foi confirmada. Dessa forma, empregou-se o teste U de Mann-Whitney para avaliar se as amostras pertenciam a distribuições equivalentes ou não. Os testes W de Shapiro-Wilk e U de Mann-Whitney foram conduzidos a um nível de significância de 95%.

Por fim, foi calculada a correlação bisserial de postos (r), com o propósito de estimar a magnitude do efeito da intervenção pedagógica sobre o desempenho acadêmico dos estudantes. Esses indicadores complementam a análise inferencial, permitindo uma interpretação mais robusta do impacto da proposta pedagógica no resultado acadêmico dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta pedagógica descrita neste trabalho foi pensada e desenvolvida para discentes matriculados na disciplina Termodinâmica I, inserida no sexto bloco do percurso acadêmico do curso de graduação em Engenharia Química da Unifesspa. A disciplina é de caráter obrigatório nesse percurso acadêmico. A estratégia de ensino-aprendizagem proposta foi aplicada a uma turma de 18 discentes, e o compartilhamento de materiais didáticos, pertinentes à aplicação da proposta pedagógica, foi realizado em ambiente de aprendizagem virtual disponibilizado pela Unifesspa, o Sigaa Unifesspa, onde é possível compartilhar materiais didáticos em diversos formatos.



Proposta pedagógica

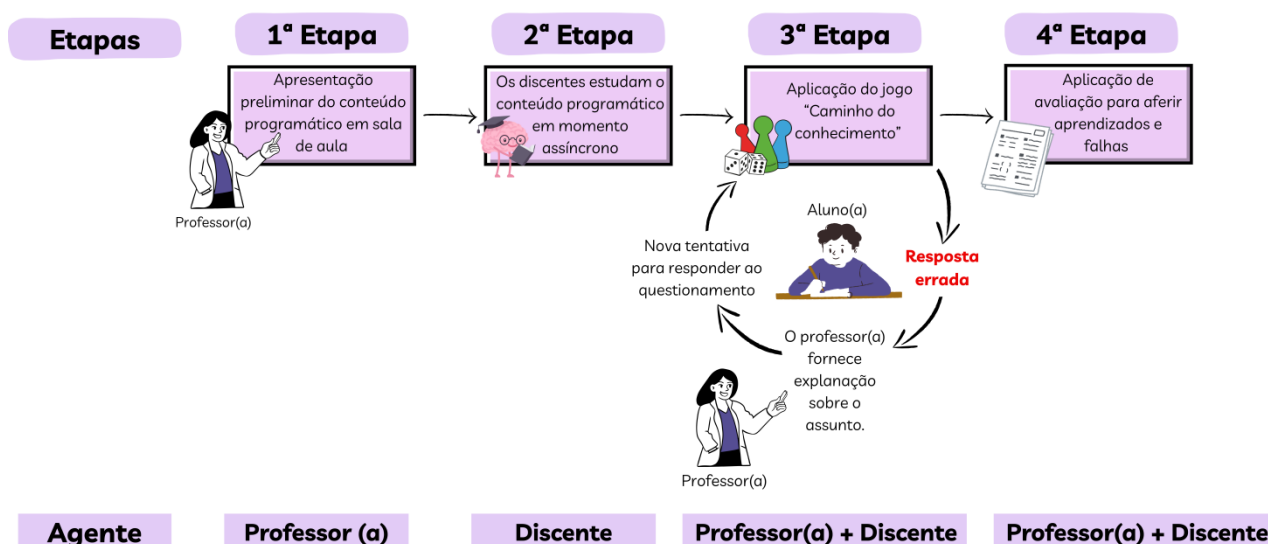
A proposta pedagógica para o ensino de termodinâmica foi desenvolvida com a organização do processo em quatro momentos de ensino-aprendizagem: i) apresentação, em sala de aula, do conteúdo programático pelo professor; ii) um momento assíncrono, no qual os estudantes devem estudar o conteúdo programático apresentado; iii) aplicação da ABJ em sala de aula; e, por fim, iv) aplicação de uma atividade avaliativa para mensurar aprendizados e conhecimentos deficitários acerca do conteúdo programático proposto. A descrição das etapas da proposta pedagógica pode ser visualizada na Figura 4.

Na primeira etapa, a apresentação do conteúdo programático foi realizada pela docente da disciplina, por meio de slides, explanação oral do conteúdo apresentado e resolução de exercícios, com o intuito de conectar os conceitos teóricos a situações reais. Porém, a apresentação do conteúdo programático pode ser realizada a partir de outras metodologias ativas de ensino-aprendizagem, tais como sala de aula invertida (Maioli *et al.*, 2025), ensino híbrido, seminários e discussões entre outros.

A segunda etapa consiste em um momento destinado à revisão, pelos discentes, dos conceitos teóricos e práticos apresentados em sala de aula, o que é importante para que a terceira etapa se desenrole de maneira mais fluida. A terceira etapa consiste na implementação da ABJ, com a finalidade de fomentar a motivação dos estudantes enquanto promove a consolidação do conhecimento, tendo em vista que a ABJ facilita a apresentação e a fixação do conteúdo programático da disciplina, bem como auxilia na promoção de maior envolvimento e comprometimento do aluno com o seu processo de aprendizagem.

Na terceira etapa, os discentes têm acesso aos materiais didáticos disponibilizados pelo docente da disciplina para que possam consultar equacionamentos e definições que subsidiem a resolução dos questionamentos acessados durante o desenrolar da *gameplay* do jogo de tabuleiro. Dessa forma, os discentes entram em contato e relembram o conteúdo programático da disciplina de maneira autônoma e fora de um contexto de ensino tradicional.

Figura 4 – Fluxograma de apresentação da proposta pedagógica



Fonte: elaborada pelos autores.

Neste trabalho, os estudantes fizeram uso dos *smartphones* apenas para acesso ao material didático disponibilizado pela docente, bem como para acessar os questionamentos a partir dos QR codes. No presente estágio de consolidação do conhecimento, optou-se por que os discentes não tivessem acesso a ferramentas de inteligência artificial (IA) para a resolução dos questionamentos, uma vez que os impactos da IA no processo de ensino-aprendizagem carecem de estudos científicos e ainda não estão totalmente elucidados pela literatura científica. A restrição visa assegurar que os discentes exercitem diretamente habilidades essenciais, tais como raciocínio lógico na resolução de problemas, o trabalho em equipe e a liderança, além de permitir que consolidem o próprio conhecimento sobre o conteúdo programático proposto. A quarta etapa da proposta pedagógica consiste em um momento de avaliação de aprendizados (momento assíncrono), em que é possível averiguar as lacunas de conhecimento dos estudantes.

Avaliação qualitativa da proposta pedagógica

A proposta pedagógica foi aplicada entre outubro e novembro de 2023 na disciplina Termodinâmica I do curso de graduação em Engenharia Química da Unifesspa. Toda a interação foi acompanhada por membros da equipe de pesquisa, que foram responsáveis por conduzir e auxiliar os discentes ao longo do jogo. A Figura 5 mostra um compilado de imagens dessa experiência.

Após a aplicação da terceira etapa da proposta pedagógica, os participantes foram convidados a responder a um questionário de avaliação contendo 12 questões sobre as suas impressões a respeito do jogo “Caminho do conhecimento” e sobre a proposta pedagógica como um todo. A Tabela 1 sumariza os resultados obtidos.

Figura 5 – Implementação da 3ª etapa da proposta pedagógica



Fonte: acervo dos autores.

De maneira geral, os participantes apresentaram uma avaliação bastante positiva do produto educacional disponibilizado. Dentre os quatorze entrevistados que responderam voluntariamente a pesquisa, pode-se destacar que 78,6% concordaram fortemente que o jogo contribuiu para o aprendizado do tema e que 71,4% concordaram fortemente sobre o jogo trazer satisfação ao ser concluído, fator importante para fomentar a motivação dos estudantes em continuar executando a atividade pedagógica proposta e, dessa forma, aprendendo sobre a temática termodinâmica clássica.

O *feedback* dos discentes confirmou que a aplicação da ABJ contribuiu para a fixação do conteúdo, além de garantir um maior sentimento de autoconfiança dos discentes para a realização da atividade avaliativa subsequente; por outro lado, também trouxe à tona aspectos que necessitam de melhoria. Um destes consistiu na clareza das regras, que podem ser melhor discutidas pelo docente antes do início do jogo. Outro ponto destacado foi o menor envolvimento de um dos discentes durante a atividade, o que impactou a interação entre os pares. Essa dinâmica de pouco envolvimento pode ter sido intensificada pela própria distribuição dos discentes adotada na aplicação da ABJ, já que os participantes foram separados em grupos contendo de quatro a cinco integrantes cada. Essa dinâmica revelou uma desvantagem: o grande número de membros por grupo



levou a uma divisão desequilibrada de tarefas, marginalizando a participação dos estudantes com mais dificuldades e lacunas de conhecimento. Diante disso, recomenda-se que, em futuras aplicações, os grupos sejam menores, a fim de assegurar a participação ativa e colaborativa de todos.

Na quarta etapa da proposta pedagógica foi aplicada uma atividade avaliativa em sala de aula com todos os discentes da turma. A atividade avaliativa foi composta por três questões que requerem respostas discursivas e versaram sobre a aplicação da primeira lei da termodinâmica em sistemas abertos e fechados. Os questionamentos apresentados na atividade avaliativa foram autorais e diferentes daqueles apresentados na terceira etapa. A partir desses resultados, observou-se que, no geral, os discentes ainda apresentaram dificuldades no aprendizado dos seguintes tópicos: conceito e definição de estado termodinâmico, efeitos térmicos e balanço de energia em sistemas abertos. Dessa forma, tais resultados funcionam como *feedback* para o docente, permitindo identificar as dificuldades individuais dos estudantes. Essas informações possibilitam a contínua melhoria do método de ensino e a aplicação de novas estratégias de ensino na segunda etapa, com o intuito de fomentar a aprendizagem do tema.

Tabela 1 – Compilação das respostas dos entrevistados

Pergunta	Discordo fortemente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo fortemente
O jogo contribuiu para a sua aprendizagem?	0%	0%	0%	21,4%	78,6%
O jogo foi desafiador?	0%	0%	0%	50%	50%
Ao longo do jogo são encontrados novos desafios?	0%	0%	0%	57,1%	42,9%
Você sentiu satisfação ao concluir o jogo?	0%	0%	0%	28,6%	71,4%
Após o jogo, você se sentiu mais preparado para a avaliação da disciplina?	0%	0%	0%	64,3%	35,7%
O jogo auxiliou na fixação do conteúdo abordado em sala de aula?	0%	0%	0%	50%	50%
Você interagiu plenamente, com os colegas de equipe, durante o jogo?	0%	7,1%	0%	50%	42,9%



O jogo promove momentos de interação ou competição com os alunos?	0%	0%	7,1%	28,6%	64,3%
O jogo foi divertido?	0%	0%	0%	35,7%	64,3%
Você se envolveu plenamente com o jogo?	0%	0%	0%	35,7%	64,3%
As regras do jogo foram claras?	0%	0%	7,1%	35,7%	57,1%
É clara, a relação do conteúdo do jogo com o abordado em sala de aula?	0%	0%	0%	7,1%	92,9%

Fonte: elaborada pelos autores.

Avaliação quantitativa da proposta pedagógica

As estatísticas descritivas para os grupos controle e experimental foram calculadas e os resultados se encontram compilados na Tabela 2. O grupo controle apresentou média igual a 4,40 ($\pm 1,53$), mediana de 3,75 e amplitude interquartil (AIQ) igual a 2,20. Já as notas variaram de 2,25 (mínimo) a 7,00 (máximo), o que indica uma distribuição de notas relativamente concentrada, mas com algumas notas mais baixas. O grupo experimental apresentou média igual a 6,49 ($\pm 1,44$), o que sugere uma variação um pouco menor do que a do grupo controle, mas ainda significativa. Já a mediana foi de 5,95, um valor acima do observado no grupo controle, com AIQ igual a 1,96, um pouco mais estreito que o do grupo controle, o que indica uma menor dispersão nas notas centrais. Em relação às notas do grupo experimental, o mínimo foi 4,53 e o máximo 9,34, o que mostra que as notas desse grupo também variaram significativamente, mas com valores mais altos em comparação com o grupo controle. Essas estatísticas sugerem que o grupo experimental obteve um desempenho superior ao grupo controle em termos de média, mediana e valores máximos, embora ambos os grupos tenham apresentado uma acentuada variabilidade nos valores das notas.

Tabela 2 – Compilação dos resultados da estatística descritiva dos grupos controle e experimental

Estatística descritiva	Grupo controle	Grupo experimental
Tamanho da amostra	11	18
Média	4,40 \pm 1,53	6,49 \pm 1,44
Mediana	3,75	5,95



Amplitude interquartil (AIQ)	2,20	1,96
Mínimo	2,25	4,53
Máximo	7,00	9,34

Fonte: elaborada pelos autores.

Tendo em vista a acentuada variabilidade das notas e com a finalidade de avaliar a efetividade da intervenção pedagógica no rendimento acadêmico dos estudantes, os resultados obtidos pelo grupo controle foram comparados com os resultados obtidos pelo grupo experimental por meio de teste de hipótese. Inicialmente, o pressuposto de normalidade foi avaliado por meio do teste W de Shapiro–Wilk aplicado aos resíduos do modelo. Observou-se que os conjuntos amostrais não seguem uma distribuição normal, $W(n = 29) = 0,913$, $p = 0,021$. Nesse contexto, procedeu-se com o teste de hipótese a partir de uma estatística não paramétrica.

A comparação entre os grupos controle e experimental foi realizada por meio do teste U de Mann–Whitney, e os resultados indicaram uma diferença significativa entre eles, $U = 35$, $p = 0,004$. Além disso, o tamanho do efeito, calculado pelo coeficiente bisserial de postos, foi de 0,646, indicando que a proposta pedagógica implementada produziu um efeito grande (López-Martín e Ardura, 2023) sobre o rendimento acadêmico dos estudantes e sugerindo que as notas dos estudantes do grupo experimental tendem a ser substancialmente maiores do que as notas dos estudantes do grupo controle.

CONCLUSÕES

O jogo de tabuleiro “Caminho do conhecimento” se mostrou uma ferramenta eficaz em promover o aprendizado de conteúdos associados à primeira lei da termodinâmica. A sua utilização pode ser realizada tanto no âmbito do Ensino Médio e Tecnológico quanto no âmbito de disciplinas do ciclo básico de cursos de Ensino Superior nas áreas de Ciências Exatas e Engenharias.

A partir da aplicação do jogo, pode-se observar que o objetivo principal da proposta pedagógica foi alcançada, ou seja, os discentes adquiriram novos conhecimentos e a ABJ conseguiu despertar o interesse dos participantes em saber mais sobre os assuntos relacionados à termodinâmica. Além disso, percebe-se que a partir da utilização de jogos sérios em sala de aula, o ato de aprender se torna mais lúdico, interativo e divertido, destacando o desenvolvimento e o exercício de



habilidades comportamentais, imprescindíveis para o desenvolvimento dos estudantes como cidadãos plenos e mais preparados para a vida em sociedade e também para o mercado de trabalho. Importante ressaltar que o material didático proposto apresenta baixo custo e pode ser facilmente implementado em sala de aula a partir do sistema "imprima e jogue".

Contudo, com base no *feedback* discente, algumas falhas passíveis de ajuste foram identificadas. Embora apenas um dos participantes tenha relatado dificuldades para entender as regras e participar do jogo, tais refinamentos são essenciais para assegurar uma experiência integral a todos. Por outro lado, a análise estatística mostrou quantitativamente que a aplicação da ABJ proporcionou benefícios aos estudantes do grupo experimental, indicando que a proposta pedagógica implementada produziu um efeito grande sobre o rendimento acadêmico.

Por fim, os autores destacam uma limitação não observada durante a execução da atividade com os discentes: o uso de *smartphones*. Embora no presente estudo os celulares tenham sido utilizados como ferramentas auxiliares para visualizar os problemas e questões, é crucial contextualizar que a atividade foi realizada em 2023. Naquele momento, o uso de ferramentas de IA não estava tão difundido na sociedade quanto atualmente. Diante da alta capacidade das IAs para a resolução rápida de problemas, os autores apontam que a utilização de *smartphones* durante a aplicação da terceira etapa da proposta pedagógica deve ser restrita ao acesso aos questionamentos, uma vez que o impacto do uso de IAs no ciclo de aprendizagem ainda não está totalmente elucidado pela literatura científica. Para contornar esse novo desafio, os problemas podem ser projetados para a turma com o uso de projetores ou apresentados de maneira impressa.

REFERÊNCIAS

- BAI, S.; HEW, K. F.; HUANG, B. Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. **Educational Research Review**, v. 30, p. 100322, 2020.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2019. Disponível em:



https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&Itemid=30192. Acesso em: 01 dez. 2025.

- CARVALHO, C. V. Aprendizagem Baseada em Jogos. **Proceedings... WORLD CONGRES ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY**, 2., 2015. Vigo: WCSEIT, 2015.
- CARVALHO, A. C. B. D.; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. **Production**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 81-90, 2001.
- DETERDING, S. *et al.* From game design elements to gamefulness: defining "gamification". **Proceedings... 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, September, 2011, p. 9-15. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230854710_From_Game_Design_Elements_to_Gamefulness_Defining_Gamification. Acesso em: 02 dez. 2025.
- EXAME. **74,5% do brasileiros jogam videogames com frequência – e classe C está mais incluída no consumo**. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/745-do-brasileiros-jogam-videogames-com-frequencia-classe-c-esta-mais-incluida-no-consumo/>. Acessado em: 10 de set. de 2025.
- HAMARI, J. *et al.* Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. **Computers in Human Behavior**, v. 54, p. 170-179, 2016.
- KRATH, J.; SCHÜRMANN, L.; KORFLESCH, H. F. O. VON. Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. **Computers in Human Behavior**, v. 125, p. 106963, dez. 2021.
- LÓPEZ-MARTÍN, E.; ARDURA, D. El tamaño del efecto en la publicación científica. **Educación XX1**, v. 26, n. 1, 2023.
- MAIOLI, C. G. *et al.* Proposta de aplicação da metodologia sala de aula invertida para a disciplina mecânica dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, [s. l.], v. 44, p. 1-14, 2025.
- NASCIMENTO, R. J. A. *et al.* Termodinâmica, fácil ou difícil? Um estudo de caso na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. **Anais... Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 50., 2022, Evento Online. **Proceedings ... Brazilian Congress of Engineering Education**. Evento Online: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2022. p. 10. Disponível em: http://abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=22&c=3815. Acessado em: 10 de set. de 2025.
- NASCIMENTO, R. J. A. *et al.* Design Thinking, dimensão do problema. **Projetica**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 30, 2023.
- NASCIMENTO, R. J. A. *et al.* Path of knowledge: promoting the learning of the first law of thermodynamics and its applications through a serious game. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 47, n. e20240364, p. 1-12, 2025.
- RAMOS, D. K. *et al.* O uso de jogos cognitivos no contexto escolar: contribuições às funções executivas. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21, n. 2, p. 265-275, 2017.
- REIS, L. D. F. J.; FERREIRA, J. DE A. R.; OLIVEIRA, L. K. DE C. Mapeamento das abordagens de jogos e atividades lúdicas no ensino de engenharia de produção: uma análise dos trabalhos do enegep (1996-2023). **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 44, p. 51-62, 2025.
- SEABRA, A. D. *et al.* Metodologias ativas como instrumento de formação acadêmica e científica no ensino em ciências do movimento. **Educação e Pesquisa**, v. 49, 2023.



- SILVA, J. F.; PINTO, A. C. GERAÇÃO C: Conectados em novos modelos de aprendizagem. **Proceedings...** Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, 8, 2009, Rio de Janeiro. SBGames, Rio de Janeiro, 2009.
- VAHLDICK, A.; SILVA, L. F. DA; MARQUEZ, V. A. G. Um jogo digital para explorar o aprendizado de buracos negros e da radiação Hawking. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 47, 2025.
- VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. spe4, p. 79-97, 2014.
- VESCOVI, V. *et al.* Termópolis - Deserto de Sadhi: development of a Role-Playing Game (RPG) focused on teaching thermodynamics. **Design e Tecnologia**, v. 15, n. 30, p. 55-67, 2025.
- YANG, Y.-T. C. Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 365-377, 2012.
- YU, Z.; GAO, M.; WANG, L. The Effect of Educational Games on Learning Outcomes, Student Motivation, Engagement and Satisfaction. **Journal of Educational Computing Research**, v. 59, n. 3, p. 522-546, 2020.