

Submetido: 3/12/2024; Avaliado: 11/4/2025; Revisado: 20/7/2025; Aceito: 21/7/2025; Publicado: 23/7/2025

EXTENSÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA: INOVAÇÃO PEDAGÓGICA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

CHEMICAL ENGINEERING EXTENSION: PEDAGOGICAL INNOVATION THROUGH GAME-BASED LEARNING

EXTENSIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA: INNOVACIÓN PEDAGÓGICA CON APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS

ODS¹ a que a temática está vinculada: *Educação de Qualidade*.

Admilson Lopes Vieira <https://orcid.org/0000000329794185>  ²

Gabriel dos Santos Pereira <https://orcid.org/0009000330910742>  ³

Lisandra Ferreira de Lima <https://orcid.org/00000000287391942>  ⁴

Resumo: Este artigo apresenta um projeto de extensão implementado na disciplina regular do curso de Engenharia Química, utilizando um jogo de tabuleiro desenvolvido colaborativamente pelos alunos, focado na indústria sucroenergética, como tema central da proposta. O projeto teve como objetivos principais: aprimorar o ensino e a aprendizagem de conceitos essenciais do curso; fomentar habilidades colaborativas por meio do design e da execução do jogo e integrar o conhecimento universitário com a comunidade, divulgando de maneira gamificada informações sobre a profissão de Engenharia Química e a experiência acadêmica. Os resultados demonstram o potencial da aprendizagem baseada em jogos para melhorar a qualidade da educação, além de promover o interesse dos estudantes do ensino médio pelo ensino superior e por temas transversais, como a sustentabilidade. Embora diversos desafios tenham sido enfrentados durante toda a implementação do projeto na disciplina, os resultados foram amplamente positivos, evidenciando a eficácia do projeto em atingir os objetivos propostos. **Palavras-chave:** Extensão. Educação em Engenharia Química. Aprendizagem baseada em jogos. Indústria Sucroenergética

Abstract: This article presents an extension project implemented in a regular course of Chemical Engineering, utilizing a board game collaboratively developed by students, focusing on the sugar-energy

¹ Este trabalho vincula-se a 01 ou mais ODS - [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável](#)

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Londrina, Doutorado em Engenharia Química, Ensino em Engenharia Química.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Londrina, Graduação em Engenharia Química, Ensino em Engenharia Química.

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Londrina, Doutorado em Engenharia Química, Ensino em Engenharia Química



industry as the central theme of the proposal. The project had three main objectives: to enhance the teaching and learning of essential concepts of the course; to foster collaborative skills through the design and execution of the game; and to integrate university knowledge with the community by gamifying information about the profession of Chemical Engineering and the academic experience. The results demonstrate the potential of game-based learning to improve the quality of education and to promote high school students' interest in higher education and transversal themes such as sustainability. Although various challenges were faced throughout the implementation of the project in the course, the outcomes were overwhelmingly positive, highlighting the project's effectiveness in achieving its proposed objectives. **Keywords:** Extension. Education in Chemical Engineering. Game-based learning. Sugar-energy industry

Resumen: Este artículo presenta un proyecto de extensión implementado en una asignatura regular del curso de Ingeniería Química, utilizando un juego de mesa desarrollado colaborativamente por los estudiantes, con un enfoque en la industria sucroenergética como tema central de la propuesta. El proyecto tuvo como objetivos principales: mejorar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos esenciales del curso; fomentar habilidades colaborativas a través del diseño y la ejecución del juego; e integrar el conocimiento universitario con la comunidad, divulgando de manera gamificada información sobre la profesión de Ingeniería Química y la experiencia académica. Los resultados demuestran el potencial del aprendizaje basado en juegos para mejorar la calidad de la educación, además de promover el interés de los estudiantes de secundaria en la educación superior y en temas transversales como la sostenibilidad. A pesar de los diversos desafíos enfrentados durante la implementación del proyecto en la asignatura, los resultados fueron ampliamente positivos, evidenciando la efectividad del proyecto en alcanzar los objetivos propuestos. **Palabras clave:** Extensión. Educación en Ingeniería Química. Aprendizaje basado en juegos. Industria sucroenergética.

INTRODUÇÃO

A extensão universitária, como processo educativo, cultural e científico que articula ensino e pesquisa de forma indissociável, tem um papel crucial na transformação social (Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, 1987). Este relato de experiência detalha o desenvolvimento e a aplicação de um jogo de tabuleiro como estratégia inovadora de ensino-aprendizagem para a disciplina de Processos Industriais, realizada no 2º período do curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Londrina. A escolha por um jogo de tabuleiro foi estratégica, visando a integração de diferentes métodos de aprendizado que ultrapassam a simples transmissão de conhecimento, valorizando a prática, a interação social e o desenvolvimento de habilidades essenciais para o futuro profissional e uma forma lúdica de interação com a sociedade sobre uma temática complexa.

O contexto da indústria sucroenergética, que é a temática do jogo, tem grande relevância técnica para a formação do engenheiro químico e, socioeconômica, no contexto nacional. Esta escolha permitiu a exploração de conceitos científicos e tecnológicos relacionados à produção de açúcar, etanol e energia, além de questões de



sustentabilidade, gestão de recursos e resolução de problemas. A metodologia aplicada considerou princípios da aprendizagem significativa, buscando proporcionar uma experiência imersiva e memorável para os estudantes, tanto os de graduação, durante a construção do jogo e também para os de ensino médio, participando de um jogo inovador, onde a cada casa que percorrem descobrem especificidades da indústria, da produção de açúcar, etanol e energia, além de educação ambiental nas perguntas de sustentabilidade.

A escolha do público alvo por estudantes do ensino médio se relaciona com as metas do Plano Nacional de Educação (PNE) 2014, especificamente a meta 12, que visa aumentar o percentual de estudantes na educação superior, sendo assim, contextualiza o projeto em um objetivo amplo de promoção da educação e do desenvolvimento nacional.

Entende-se que o desenvolvimento de estratégias de ensino como a proposta, mobiliza importantes habilidades cognitivas e criativas para a formação dos alunos ao empregarem os conhecimentos de base tecnológica, além da necessidade de comunicação qualificada e trabalho em equipe. Neste sentido, é que se estrutura a interação dialógica proposta, com troca de vivências entre alunos do ensino médio e do ensino superior, que por meio de atividades lúdicas, discutem sobre ciência e desta forma, além do impacto na formação do estudante descrita, espera-se impactar na formação do estudante do ensino médio, que desconhecem muitas vezes sobre a profissão de Engenharia Química.

Os jogos de tabuleiro são reconhecidos por fomentar habilidades cognitivas essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisão estratégica. Howard-Jones et al., 2011, demonstram que o envolvimento em jogos de tabuleiro estimula a memória de trabalho, a atenção sustentada e a capacidade de planejamento. Além disso, esses jogos exigem interação face a face, promovendo habilidades sociais e emocionais, como a cooperação, a comunicação efetiva e a empatia (Granic, Lobel & Engels, 2014).

Enquanto os jogos digitais oferecem certas vantagens, os jogos de tabuleiro destacam-se por sua capacidade de facilitar interações diretas e significativas, essenciais para o desenvolvimento integral e a aprendizagem ativa.



A ausência de distrações digitais e a necessidade de interação física e social tornam os jogos de tabuleiro especialmente eficazes para o desenvolvimento de habilidades interpessoais e colaborativas (Subrahmanyam et al., 2000). Além disso, a tangibilidade dos componentes dos jogos de tabuleiro pode reforçar a percepção espacial e a manipulação de objetos concretos, habilidades que são menos exercitadas em ambientes digitais (Higgins et al., 2005).

Pesquisas bibliográficas não encontraram jogo de tabuleiro voltado a processos industriais, o que mostra o ineditismo do produto proposto.

Todos estes fatores nortearam a escolha por um jogo de tabuleiro como instrumento de interação dialógica, visando a promoção do desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos estudantes.

Desta forma, o projeto se relaciona com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, que se refere à educação de qualidade, fomentando a entrada de alunos do ensino médio no ensino superior.

METODOLOGIA UTILIZADA

A criação do jogo desenvolveu-se durante o período de realização da disciplina. Como o foco era em processos industriais, a indústria sucroenergética foi a temática escolhida que norteou toda construção do conhecimento.

Os estudantes foram divididos em 03 equipes principais: Criativa (responsável pelo design do jogo, das cartas e das peças); CAD (responsável pelo desenvolvimento de protótipos); e, a de edição (para fazer a padronização das cartas) e construção do manual de regras.

A construção do jogo seguiu planejamento em 05 etapas:

- 1- Seleção de conteúdos: realizada por todas as equipes colaborativamente. O objetivo foi a identificação e seleção das principais operações unitárias envolvidas no processo industrial de uma indústria sucroenergética, relacionando o conceito de “para que serve?”, “quais equipamentos se relacionam?” e “como se dá o funcionamento?”. Nesta etapa foi se estabelecendo o sequenciamento do processo industrial e uma visualização

prévia de como seria o tabuleiro. Foi também nesta etapa que experimentos laboratoriais foram sendo realizados.

- 2- Desenvolvimento do jogo: também realizado trabalho coletivo com todas as equipes. Nestas reuniões, que ocorriam em sala de aula, realizava-se o projeto da mecânica do jogo, definindo regras, objetivos, desafios e recompensas. Esta etapa teve duração durante a realização da disciplina e foi sendo adaptada conforme os saberes envolvidos fossem melhor compreendidos.
- 3- Desenvolvimento de cartas: as equipes foram divididas por etapas do jogo. Uma equipe para questões sobre preparo e tratamento do caldo, outra para produção de açúcares, outra para produção de etanol, outra para produção de energia e a última, para sustentabilidade. Para que estes saberes fossem sendo adquiridos os estudantes tiveram acesso a materiais selecionados sobre o tema, conversa com profissional da área e práticas laboratoriais de algumas operações unitárias, como peneiramento e análise granulométrica do açúcar, fermentação do mosto, análise de grau brix do caldo e concentração de açúcares do mosto e do vinho e destilação de etanol. As questões, após finalizadas eram avaliadas por pares, uma a uma, até que todas as 10 questões de cada setor fossem aprovadas.
- 4- Desenvolvimento do jogo: A equipe CAD desenvolveu os protótipos dos equipamentos, a equipe Criativa desenvolveu o design das cartas, do tabuleiro e das peças e a equipe da Edição construiu o manual de regras, a folha de resposta e a organização das cartas.
- 5- Jogo em sala de aula: a realização do jogo permitiu percepção dos erros e melhorias contínuas até a versão final.

O JOGO DE TABULEIRO

O jogo de tabuleiro aborda como temática central, a indústria sucroenergética, com a produção de açúcar, etanol e energia. Concebido para simular o funcionamento da indústria, apresenta três objetivos principais interligados: melhorar o ensino-aprendizagem sobre a indústria sucroenergética; promover o trabalho colaborativo na sua construção; e, fomentar a integração entre estudantes e a sociedade, aproximando a universidade da comunidade.

O primeiro objetivo, melhorar o ensino-aprendizagem sobre a temática da indústria sucroenergética, foi alcançado por meio de um design que integrava conceitos teóricos e práticos por meio da confecção das cartas de perguntas, que exigia a aplicação de conceitos de Engenharia Química, análise crítica de situações e tomada de decisões estratégicas. As respostas não se limitavam a informações objetivas; muitas vezes, exigiam a interpretação de dados, o que aprimorou a capacidade analítica dos participantes.

O segundo objetivo, promover o trabalho colaborativo na construção do jogo, foi atingido por meio da organização em grupos de trabalho. Os estudantes, divididos em equipes, participaram de todas as etapas do processo de desenvolvimento do jogo, desde a concepção e o design até a produção e os testes. Essa divisão de tarefas e responsabilidades estimulou o aprendizado colaborativo, a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades de comunicação e trabalho em equipe. A experiência proporcionou aos alunos o desenvolvimento da capacidade de organização e gerência de projetos, crucial em contextos profissionais.

A divisão de tarefas entre os membros da equipe exigiu a negociação e a conciliação de diferentes visões e abordagens, promovendo a cooperação e a gestão de conflitos. Esse processo colaborativo foi fundamental para o sucesso do projeto, pois permitiu a integração de diferentes habilidades e perspectivas, resultando em um produto final de maior qualidade e com um apelo mais abrangente. Este trabalho colaborativo se mostrou um importante processo de aprendizado para o desenvolvimento de *soft skills*.

O terceiro objetivo, fomentar a integração entre estudantes e a sociedade, aproximando a universidade da comunidade, foi atingido por meio da divulgação e

aplicação do jogo em escolas de ensino médio. A escolha da temática da indústria sucroenergética possibilitou a discussão de questões relevantes para a sociedade, como sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento econômico regional. O jogo serviu como um ponto de partida para diálogos sobre esses temas, promovendo o debate e a conscientização. O projeto estimulou a relação universidade-comunidade.

Componentes do jogo:

1 Tabuleiro: o tabuleiro é dividido em cinco setores: Extração e Tratamento de Caldo, Produção de Açúcar, Produção de Etanol, Produção de Energia e Sustentabilidade;

6 Peões: cada participante inicia com um peão na casa INÍCIO;

1 Dado: o dado possui números de 1 a 6, indicando quantas casas o jogador pode avançar;

Cartas de Pergunta: existem cartas de perguntas divididas em setores, com questões de múltipla escolha relacionadas a cada etapa do processo de produção;

Cartas de Equipamentos: se o jogador cair nas casas conectadas aos equipamentos e responder corretamente, ele ganha a carta correspondente ao equipamento;

Cartas de sustentabilidade: referentes a temática em todo processo industrial, desde a matéria-prima até o produto final.

Cartas de Ação: cartas que evitam voltar ao início ou pular a vez de um concorrente;

Cartas de sorte ou revés: cartas que trazem um aspecto de azar a brincadeira;

Equipamentos: para serem colocados nos espaços do tabuleiro, pelo gerente, assim que o último jogador passar pela fase.

Modo de jogar:

Quantidade de jogadores: 1 gerente e no mínimo 3 jogadores.

Gerente da Empresa: o gerente detém as respostas para as perguntas, insere os equipamentos no tabuleiro e controla as pontuações dos jogadores.

Os jogadores decidem quem começa jogando, geralmente por sorteio. O gerente entrega três cartas de ação a cada jogador, e estas podem ser usadas a qualquer momento.

Cada jogador lança o dado e avança seu peão conforme o número obtido.

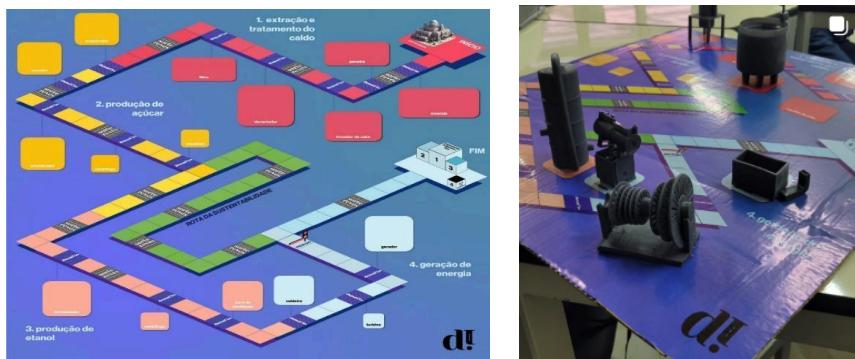
Ao atingir uma casa com instruções específicas, o jogador deve seguir as indicações. Cada resposta correta move o jogador uma casa para frente, enquanto respostas erradas resultam no retorno de uma casa como penalidade.

Como estratégia, sugere-se: use as cartas de ação para maximizar seu progresso, e garantir vantagens cruciais. Concentre-se em responder corretamente às perguntas de sustentabilidade para se destacar como Engenheiro Químico Sustentável.

Boa sorte! Que os melhores candidatos conquistem a vaga de emprego como engenheiro químico na usina sucroenergética e contribuam para um futuro mais sustentável!

A Figura 1 mostra o tabuleiro do jogo e as sequências de etapas, além de mostrar o tabuleiro com alguns equipamentos.

Figura 1 - Tabuleiro do jogo



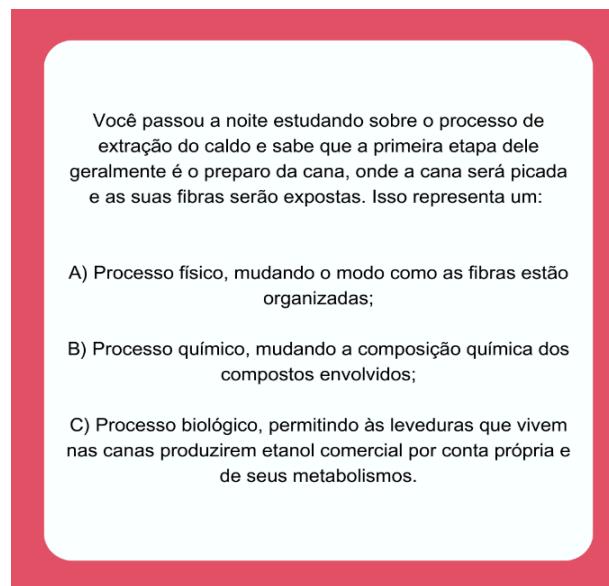
Fonte: autores (2024)

Os 5 setores do tabuleiro se apresentam em cores distintas, em vermelho, a extração e tratamento de caldo; em amarelo, a produção de açúcar; em rosa, a produção de etanol; em azul-claro, a produção de energia; e, em verde, de forma transversal, o percurso de sustentabilidade pelo processo produtivo.

A teoria da aprendizagem centrada em narrativa foi utilizada amplamente em todos os aspectos do jogo. Os enunciados das perguntas referem-se ao jogador como um funcionário da indústria, usando descrições detalhadas dos eventos que ocorrem durante a partida que garantem a imersão do jogador. Uma carta de pergunta do setor de extração e tratamento de caldo é visualizada na Figura 2.



Figura 2 – Exemplo de uma carta de pergunta do setor de extração e tratamento de caldo



Fonte: autores (2024)

O desenvolvimento das cartas de perguntas foi marcado fortemente pela teoria de resolução de problemas, pois o jogador é confrontado durante toda a partida com situações-problema que exigem a habilidade de aliar conhecimentos teóricos à capacidade de encontrar soluções efetivas. Desta maneira, foi replicada no jogo a necessidade de efetuar a escolha correta frente ao equipamento ou processo descrito, evento recorrente no dia-a-dia de trabalho como engenheiro químico, cuja resolução exige um repertório amplo de ferramentas de conhecimento. (Adipat, 2021), mas também proporciona uma experiência diferenciada para jogador leigo, de saberes diferenciados e pertinentes à indústria de produção de açúcar e etanol, produtos comuns no dia-a-dia.

Com relação à formulação dos enunciados das perguntas, foi um processo realizado de maneira cuidadosa para que os jogadores entrassem em contato com alguns dos temas mais relevantes dentro do contexto da Engenharia Química. Um deles é o funcionamento das operações unitárias, cerne da indústria, baseado em utilizar-se das leis físico-químicas e termodinâmicas para atingir um objetivo de transformação de matéria-prima em produto de maior interesse. O jogador entende, ao final do jogo, os motivos da realização das principais operações unitárias do ponto de vista do processo, bem como as escolhas feitas para a melhor execução de cada uma delas. Inclusive, o



porquê do uso de uma técnica ao invés de outra. Esta capacidade crítica, instigada de maneira lúdica ao longo das perguntas, está em uma das habilidades mais esperadas de um engenheiro químico, seja durante sua graduação nas unidades curriculares específicas ou em sua carreira na indústria. (Terron, 2012).

No próprio tabuleiro, o ambiente industrial é retratado por meio de réplicas em escalas reduzidas dos equipamentos reais (Figura 3).

Figura 3 – Fermentador do setor de produção de etanol



Fonte: autores (2024)

Estas réplicas de equipamentos, obtidas via impressão 3D, facilitam a imagem do processo industrial real. Com casas estabelecidas no tabuleiro e cartas específicas sobre o seu funcionamento, os jogadores que acertarem maior quantidade de perguntas nestas casas obtêm pontuação extra.

A temática sustentabilidade é evidenciada em grande destaque neste jogo, em especial a respeito do tratamento, do aproveitamento ou da redução da produção de resíduos em cada operação unitária. O jogador que mais tiver acertos nas casas de “Desafio Industrial” tem acesso à Rota da Sustentabilidade, que é um caminho de perguntas, exclusivamente sobre o tema, e que garante uma passagem mais rápida para o final da partida. Desse modo, o jogador atinge um nível de consciência ambiental que o prepara para entender que cada processo é passível de otimizações que garantam um melhor aproveitamento dos resíduos. Esta visão é essencial para todos os cidadãos, mas em especial para aqueles que têm o poder de influenciar a maneira como os processos industriais estão construídos, assim, como também, atuar na pesquisa e



desenvolvimento de novas vias de reaproveitamento de subprodutos - são essas, entre outras, as atribuições de um engenheiro químico. (Reis, 2016)

Neste sentido, a alocação eficiente de recursos é um dos focos principais, onde os jogadores precisam compreender estratégias para distribuir as matérias-primas de forma otimizada, promovendo a máxima produtividade com o mínimo de desperdício. Além disso, a otimização de processos é um tema destacado, especialmente por meio de perguntas que incentivam a melhoria contínua e a inovação. Dessa forma, os jogadores desenvolvem uma visão integrada dos processos, essencial para identificar oportunidades de melhoria e implementar soluções mais eficazes.

Até os peões do jogo foram pensados e representam um operador na indústria, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Peões do jogo



Fonte: autores (2024)

Eles são estagiários com fluxograma de processo na mão e uma caneta para tomar notas. As cores diversificadas representam a proposta de inclusão de qualquer etnia.

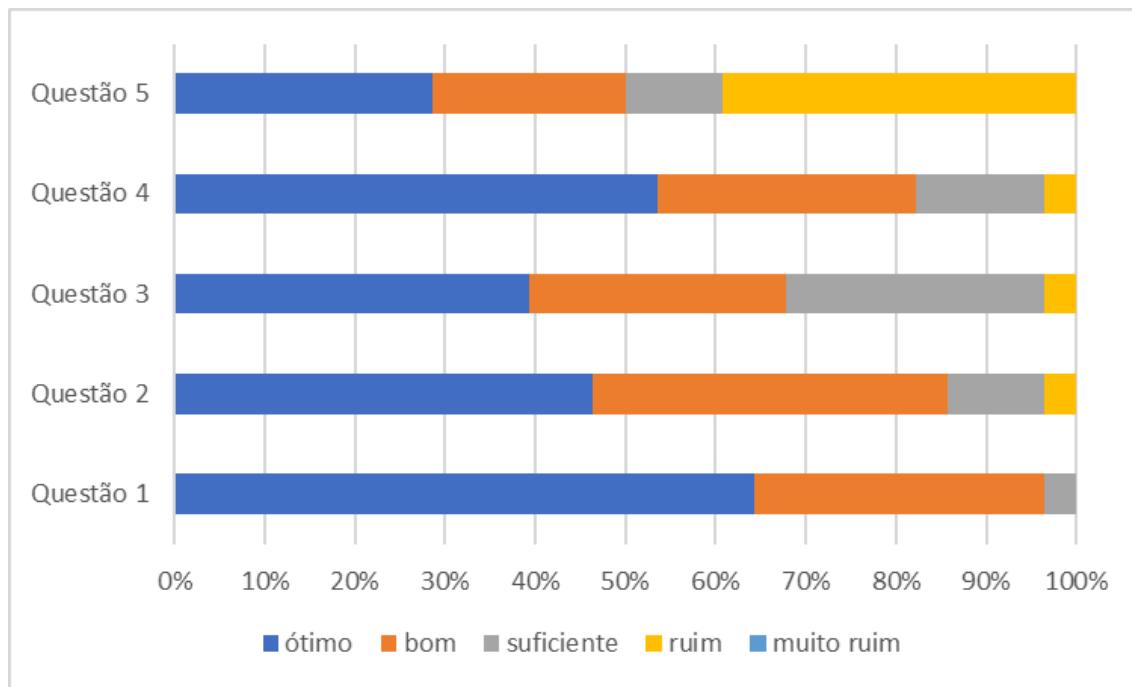
Durante o jogo, os participantes têm que sequenciar corretamente os equipamentos, provocando a discussão entre as interações desde a matéria-prima até o produto final, sem deixar de conter a temática dos subprodutos e rejeitos, fomentando ainda a discussão sobre sustentabilidade e economia circular.



RESULTADOS OBTIDOS

Ao término da construção do jogo foi realizado um questionário para avaliar a eficácia do jogo como ferramenta educacional de extensão. O questionário foi realizado com os 28 alunos matriculados, no último dia de aula. Os questionamentos e respostas estão disponíveis na Figura 5.

Figura 5 – Respostas aos questionamentos dos alunos pertencentes a disciplina extensionista.



Fonte: autores (2024)

De baixo para cima as perguntas foram:

1- A proposta da disciplina apresenta algum diferencial, quando comparado com as metodologias a que você está habituado? 64% da turma considerou ótimo, 31% bom e 4%, suficiente. De modo geral, o feedback foi positivo quanto a metodologia, no entanto, foi discutido e o ponto que acharam mais negativo é a sobrecarga de trabalho durante todo período letivo, o que é refletido na questão 2.

2- As atividades de confecção do jogo e os experimentos em laboratório cumpriram o objetivo de promover aprendizagem sobre o tema abordado de forma mais dinâmica e motivadora? 46% julgaram ótimo, 39% bom, 11% suficiente e 4% ruim.



Apesar de terem cumprido o objetivo para a grande maioria dos alunos, julgaram como exaustivo as atividades da disciplina.

3- Com relação à produção das cartas, como classifica a sua importância no processo de aprendizagem? 39% julgaram ótimo, 29% bom, 29% suficiente e 4% ruim.

Este resultado foi bem interessante, pois esta etapa foi a que mais demorou para ser concluída, cerca de 4 semanas, com muitos *feedbacks* e re-trabalho. E, apesar desta rotina ter provocado maior aprendizagem, os alunos declararam como enfadonha e repetitiva.

4- Como classifica a atividade extensionista de levar jogo até a escola? 54% julgaram ótimo, 29% bom, 14% suficiente e 4% ruim.

Esta parte da atividade era muito aguardada e foi muito prazerosa, mas ocorreu uma única vez, pois era necessária a conclusão do jogo e a parte burocrática desta relação universidade-escola também atrapalhou bastante.

5- Como classifica a sua aprendizagem em relação aos aspectos ambientais e de sustentabilidade, abordados no projeto? 29% julgaram ótimo, 21% bom, 11% suficiente e 39% ruim.

Este foi o ponto mais negativo avaliado pelos estudantes. Apesar de termos passado 2 aulas conversando sobre a temática, provavelmente por serem alunos de início de curso, desconheciam sobre o tema e não se sentiram confortáveis com proposições de ações de sustentabilidade no processo.

Em relação aos estudantes do ensino médio não foi realizado questionário, mas foi percebido que o jogo foi motivador, mas foi longo e muitos não estavam acostumados a jogos de tabuleiro. Também foi notado que muitas questões estavam muito difíceis e que isto precisaria ser readequado. Um ponto relevante desta interação foi que muitos alunos no ensino médio se sentiram motivados em saber das vivências dos estudantes do ensino superior e empolgados pelo fato de se produzir um jogo na universidade, mesmo que este jogo tenha sido difícil de jogar.

De forma geral, podemos afirmar que os jogadores conseguiram uma visão mais clara sobre a profissão de engenharia, a produção do açúcar e do etanol e, acesso à universidade. Quanto aos alunos da disciplina, foi possível constatar um aprendizado sobre a importância de uma gestão eficaz de recursos, o que é fundamental para o sucesso de qualquer projeto ou operação, pois permite uma atuação mais estratégica e

eficiente na condução de projetos, liderança de equipes e implementação de melhorias contínuas. (Reis, 2016)

Os desafios para implantação de uma disciplina extensionista foram inúmeros, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Desafios enfrentados na implantação da disciplina extensionista



Fonte: autores (2024)

Aspectos quanto ao prazo para construção e permissão pelo colegiado do curso. As necessidades de convênio com a secretaria da educação do Paraná que foi um processo moroso e burocrático. A proposição de um produto a ser realizado em único semestre, com estudantes de início de curso, exigiu uma organização de cronograma e uma sequência realmente exaustiva de atividades.

A falta de recursos financeiros também influenciou negativamente na execução do projeto.

Apesar destes pontos, considero muito positivo, pois vencidas as adversidades, o produto final conseguiu cumprir seus três objetivos iniciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção para aplicação do jogo de tabuleiro resultou em uma compreensão aprimorada dos conceitos de processos industriais, trabalho colaborativo e gestão de tempo. Os participantes desenvolveram habilidades analíticas e estratégicas,



aplicáveis em situações reais no ambiente industrial. Além disso, o jogo promoveu uma abordagem dinâmica e engajadora, permitindo a assimilação de conteúdos complexos de forma mais acessível e estimulante. Espera-se que estudantes apresentem um desempenho superior nas disciplinas relacionadas e estejam mais preparados para enfrentar desafios acadêmicos e profissionais.

Quanto ao público alvo também foram obtidos resultados positivos em termos de divulgação de conhecimento e trocas de experiências entre estudantes.

Essa interação contribuiu para a desmistificação da Engenharia Química, despertando o interesse de jovens para a área e demonstrando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos na universidade. A experiência ampliou o horizonte de atuação da universidade e o impacto na comunidade.

Há também a possibilidade de adaptar o jogo para criar diferentes níveis de dificuldade e aprofundamento, atendendo a uma ampla gama de públicos. Essa flexibilidade permitirá que o jogo seja ajustado desde um nível introdutório, adequado para alunos do ensino médio, até um nível mais avançado, direcionado a estudantes de graduação e pós-graduação em Engenharia Química. Dessa forma, o jogo pode evoluir juntamente com o conhecimento e a experiência dos jogadores, oferecendo desafios e aprendizados contínuos e progressivos.

Essa capacidade de escalonamento do jogo promete expandir seu impacto educacional, tornando-o uma ferramenta valiosa não apenas para a formação inicial, mas também para o desenvolvimento contínuo de competências ao longo de toda a trajetória acadêmica e profissional dos futuros engenheiros químicos.

REFERÊNCIAS

- Adipat, S., Laksana, K., Busayanan, K., Asawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging Students in the Learning Process with Game-Based Learning: The Fundamental Concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542-552.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66-78.

- Higgins, S., et al. (2005). Embedding ICT in the literacy and numeracy strategies: Final report. University of Newcastle, Department of Education and Skills.
- Howard-Jones, P., et al. (2011). The impact of digital technologies on human wellbeing: Evidence from the sciences of mind and brain. *Neuroethics*, 4(2), 115-121.
- Reis, Lineu Belico dos., et al. (2016). Energia e sustentabilidade. Editora Manole. 669-697
- Subrahmanyam, K., et al. (2000). The impact of home computer use on children's activities and development. *Future of Children*, 10(2), 123-144.
- Terron, L. R. (2012). Operações Unitárias para Químicos, Farmacêuticos e Engenheiros. Rio de Janeiro: Grupo GEN. 4-5.
- CHRISTO, Maria Marilei S.; DE RESENDE, Luis Maurício M.; KUHN, Talícia do Carmo G. Por que os alunos de Engenharia desistem de seus cursos – Um estudo de caso. *Nuances: estudos sobre Educação*, Presidente Prudente-SP, v. 29, n. 1, p.154-168, Jan./Abr., 2018. ISSN: 2236-0441. DOI: 10.32930/nuances. v29i1.4391.
- SANTOS, Géssica. Por que escolher a profissão pode ser um desafio? Educa+Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/enem/por-que-escolher-a-profissao-pode-ser-um-desafio>). Acesso em 11/11/18.
- MODERNA, Educação superior, metas PNE, 2023. Disponível em <https://www.moderna.com.br/anuario-educacao-basica/2020/educacao-superior.html>, acessado em 02 de maio de 2023.

