

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Erick Neves Jordan



ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO EM SEGURANÇA DE PROCESSOS - SP GAME

RIO DE JANEIRO

2024

Erick Neves Jordan

ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO EM SEGURANÇA DE PROCESSOS - SP
GAME

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Orientador(es): Prof.^a. Kese Pontes Freitas Alberton
Prof. Luiz Antônio de Oliveira Chaves

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

N62e Neves Jordan, Erick
ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO EM SEGURANÇA
DE PROCESSOS - SP GAME / Erick Neves Jordan. -- Rio
de Janeiro, 2024.
65 f.

Orientadora: Kese Pontes Freitas Alberton.
Coorientador: Luiz Antônio de Oliveira Chaves.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Química, Bacharel em Engenharia Química, 2024.

1. Segurança de Processos. 2. Gamificação. 3.
Gamificação na Sala de Aula. I. Pontes Freitas
Alberton, Kese, orient. II. Antônio de Oliveira
Chaves, Luiz, coorient. III. Título.

Erick Neves Jordan

ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO EM SEGURANÇA DE PROCESSOS - SP
GAME

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheiro
Químico.

Aprovado em 22 de julho de 2024.

Kese Pontes Freitas Alberton, DSc., UFRJ

Luiz Antônio de Oliveira Chaves, MSc., UFF

Andréa Medeiros Salgado, DSc., UFRJ

João Victor Marques de Queiroz, MSc., UFRJ

Rio de Janeiro
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu uma família que me apoie e saúde para alcançar os meus objetivos. Agradeço a Rosana, minha mãe, por continuar a buscar ser uma pessoa melhor enquanto criava seus filhos em situações tão adversas. Agradeço a Adorinda, minha avó, por fornecer conforto e ajuda contínua mesmo após tantos anos. Agradeço a Júlio, meu padrasto, que sempre fez o seu melhor para crescer junto comigo e me guiar pelos melhores caminhos. Agradeço a Rodrigo, meu irmão, por sua incondicional amizade ao longo de toda a minha vida. Agradeço a Chrystal, minha irmã, por ser minha amiga, rival e companheira até hoje. Agradeço ao Henrique, meu pai, por demonstrar afeto e carinho ao seu filho em anos passados, mesmo que hoje percorremos caminhos separados. Agradeço também aos meus cachorros, que sempre foram a melhor companhia que um humano poderia pedir.

Agradeço à minha orientadora, Kese Alberton, por todos os seus conselhos, por sua paciência e sua ajuda no meu tempo de estudo na UFRJ. Agradeço também ao meu coorientador, Luiz Chaves, pois, mesmo que nosso tempo juntos tenha sido curto, sua ajuda e apoio a esse trabalho foram essenciais.

Agradeço aos meus amigos, que trilharam comigo desde meu tempo de estudo no Recreio, nas artes marciais, nas festas, nos rpgs, nos boardgames, nos jogos online e nas nossas aventuras, pois estão sempre presentes em meus altos e baixos, levantando um sorriso de meu rosto não importa a situação.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso, Limoeiro, Daniel, Jean e Otávio, por deixarem a minha vida universitária muito mais divertida e colorida do que poderia ser. Agradeço ao meu amigo, Sérgio, por contribuir com ideias, referências e gameplay desse projeto.

Por fim, agradeço a instituição de ensino UFRJ - Escola de química, por permitir meu processo de formação profissional, pela dedicação ao meu crescimento, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

RESUMO

Jordan, Erick Neves. **ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO NA SALA DE AULA EM SEGURANÇA DE PROCESSOS - SP GAME**. Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

A Segurança de Processos é uma área em constante evolução e cada vez mais relevante no cenário industrial e químico. Como um estudo de grande extensão, complexidade e necessidade prática, o ensino tradicional da disciplina em instituições de ensino superior é desafiador. Neste contexto, torna-se necessário o uso de novas metodologias de ensino que se utilizem de práticas memoráveis e tecnologias inovadoras. Assim, a aplicação da Gamificação surge como uma abordagem promissora para a aprendizagem da Segurança de Processos em sala de aula. Esse trabalho teve como objetivo estudar a criação de jogos de tabuleiro e criar um exemplo de Gamificação virtual que desafie e estimule o aprendizado da Segurança de Processos dentro da sala de aula. Através de análises sobre os elementos fundamentais na criação de jogos e uso da plataforma virtual de jogos *Tabletopia*, foi possível criar e aplicar dentro da unidade curricular um jogo de tabuleiro que integra a filosofia da Segurança de Processos. Por fim, o trabalho conclui que o uso de atividades lúdicas dentro da sala de aula é uma abordagem promissora e divertida.

Palavras-chave: Segurança de Processos; Gamificação; Gamificação na Sala de Aula

ABSTRACT

Jordan, Erick Neves. **ESTUDO E APLICAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO NA SALA DE AULA EM SEGURANÇA DE PROCESSOS - SP GAME**. Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Process Safety is an area in constant evolution and increasingly relevant in the industrial and chemical landscape. As a field of significant scope, complexity, and practical necessity, the traditional teaching of this discipline in higher education institutions is challenging. In this context, the use of new teaching methodologies that employ memorable practices and innovative technologies becomes necessary. Thus, the application of Gamification emerges as a promising approach for learning Process Safety in the classroom. This work aimed to study the creation of board games and create an example of virtual Gamification that challenges and stimulates the learning of Process Safety within the classroom. Through analyses of the fundamental elements in game creation and the use of the virtual gaming platform Tabletopia, it was possible to create and implement within the curriculum a board game that integrates the philosophy of Process Safety. Finally, the work concludes that the use of playful activities within the classroom is a promising and enjoyable approach.

Keywords: Process Safety; Gamification; Gamification in the Classroom

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação de 2011 até 2023.

Figura 2 - Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação em engenharias, de 2011 até 2023.

Figura 3 - Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação em engenharia química, de 2011 até 2023.

Figura 4 - Quantitativo de documentos publicados por autores e citações extraídas do *VOSviewer*.

Figura 5 - Quantitativo de artigos publicados por periódico.

Figura 6 - Jogo de tabuleiro *Monopoly*.

Figura 7 - Etapas para a construção e aplicação do *SP Game*.

Figura 8 - Logo do site *Tabletopia*.

Figura 9 - Captura de tela do tabuleiro do jogo *SP Game* dentro da plataforma *Tabletopia*.

Figura 10 - Captura de tela das cartas e peças do jogo *SP Game* dentro da plataforma *Tabletopia*.

Figura 11 - Perguntas temáticas das cartas do jogo *SP Game*.

Figura 12 - Capa de trás das cartas temáticas do jogo *SP Game*.

Figura 13 - Requisitos funcionais para utilizar a plataforma *Tabletopia*.

Figura 14 - *SP Game* sendo aplicado dentro da sala de aula de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (SPPP).

Figura 15 - Menu radial ao interagir com um *deck* de cartas na plataforma *Tabletopia*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Publicações de maior relevância.

Tabela 2 - Cores temáticas do *SP Game* e seus temas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SSO – Segurança e Saúde Ocupacional

SP – Segurança de Processos

SPPP – Segurança de Processos e Prevenção de Perdas

SACHE – *Safety and Chemical Engineering Education*

AIChE – *American Institute of Chemical Engineers*

ICHEME – *Institution of Chemical Engineers*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos geral e específicos	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 A unidade curricular de Segurança de Processos	14
2.2 SP na Escola de Química/UFRJ	15
2.3 O conceito de Gamificação	15
2.4 A história de jogos de tabuleiro e o ato de “jogar”	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 Elementos de um jogo	24
3.2 Plataforma virtual para o jogo	26
4 RESULTADOS	28
4.1 SP Game: o jogo de tabuleiro	28
4.2 Aplicação em sala de aula	33
5 CONCLUSÕES	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXO 1 - Cartas do SP Game	42
ANEXO 2 - Tabuleiro do SP Game	51
ANEXO 3 - Comandos da plataforma virtual	51
ANEXO 4 - Publicações relacionadas ao Tema	55

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 1984, numa fábrica de pesticidas em Bhopal, na Índia, ocorreu um vazamento de gás metila de proporções descomunais. O resultado foi o maior acidente de indústria química visto até então (ECKERMAN, 2004). Mais de 500 mil pessoas foram afetadas, e, só nas primeiras semanas, devido ao contato com o gás, cerca de 8 mil vidas foram ceifadas, e 100 mil sofreram sequelas de efeito permanente.

Essa tragédia tornou-se um marco para uma série de mudanças que viriam a ser implementadas, visando a questões de segurança, bem como passou a simbolizar tudo que as empresas do setor químico mais desejavam evitar (UMESH, et al. 2021). No entanto, esse não foi o primeiro nem terá sido o último acidente em instalações desse tipo. O motivo para isso se dá tanto pela falta de experiência quanto pela negligência dos gestores e dos trabalhadores envolvidos, entre eles os demais responsáveis pela implementação dos protocolos de segurança. É imperativo que tais protocolos sejam respeitados a fim de evitar acidentes desse tipo, de maior ou de menor proporção, nos diversos ambientes da indústria química, petroquímica e das áreas afins.

Para evitar que o passado se repita, a indústria tem procurado evoluir seus mecanismos de segurança, de maneira a prevenir perdas de vidas e materiais, valendo-se da avaliação técnica, da identificação do perigo e de avanços tecnológicos específicos (CROWL; LOUVAR, 2002). A prevenção dos acidentes constitui uma responsabilidade e um compromisso ético aos quais os engenheiros químicos deveriam se subordinar. É o que acontece na AIChE (do termo em inglês *American Institute of Chemical Engineers*), cujo código de ética considera tarefa essencial de seus engenheiros filiados zelar pela “segurança, a saúde e o bem-estar do público”, bem como “proteger o meio ambiente no desempenho de suas funções” (AIChE: Code of Ethics, 2024).

Nota-se a importância da Segurança de Processos Industriais e a amplitude do que deve ser estudado pelos engenheiros, sobretudo os estudantes de engenharia química, que ainda não possuem experiência nem vícios relacionados ao trabalho e às normas de segurança próprias. Por outro lado, buscar informação sobre o assunto pode ser um problema para engenheiros já empregados, sem orientação de como avançar em seus estudos sobre o assunto. Mais grave ainda, cumpre salientar que, fora algumas exceções, a maioria dos cursos de engenharia química não possuem em sua grade curricular disciplinas relacionadas à Segurança de Processos (UMESH, et al. 2021).

Para sanar essa deficiência, nota-se um esforço recente por parte das instituições de ensino superior em promover para os alunos alguma forma de contato com as normas de segurança, geralmente na forma de unidades curriculares eletivas disponíveis (LOUVAR; HENDERSHOT, 2003). No Brasil a Escola de Química/UFRJ é instituição pioneira na implementação do conteúdo de Segurança de Processos como unidade curricular obrigatória na graduação de engenharia química, de código EQE592 e intitulada Segurança de Processos e Prevenção de Perdas.

Considerando a relevância do tema Segurança de Processos, este trabalho tem como objetivo explorar a Gamificação no ensino de Segurança de Processos, fundamentando-se na unidade curricular “Segurança de Processos e Prevenção de Perdas”, da Escola de Química - UFRJ. A Gamificação oferece uma abordagem divertida e interativa para conteúdos complexos, configurando-se como uma metodologia ativa de aprendizado que não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também promove competências comportamentais valorizadas no mercado de trabalho, como cooperatividade e resiliência. Com isso, propõe-se a criação de um jogo de tabuleiro, denominado *SP Game*, destinado a ludificar o ensino e a aprendizagem sobre fatores causais e técnicas para a prevenção e mitigação de acidentes na indústria, visando capacitar estudantes e profissionais do setor químico.

1.1 Objetivos geral e específicos

O principal objetivo deste trabalho foi estudar e aplicar a Gamificação no ensino de Segurança de Processos, por meio da criação de um jogo de tabuleiro *on-line* e gratuito.

Dentre os objetivos específicos têm-se:

- Estudo do panorama do desenvolvimento e aplicação da Gamificação no ensino de engenharia, engenharia química e de Segurança de Processos.
- Proposição do jogo de tabuleiro a ser empregado e suas regras, com base em jogos pré-existentes e populares entre jovens e adultos.
- Elaboração de questões sobre Segurança de Processos a serem empregadas no jogo.
- Seleção de plataforma virtual para acesso *on-line* e gratuito.
- Implementação do jogo de tabuleiro na plataforma selecionada.
- Aplicação em sala de aula e obtenção de *feedback*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A unidade curricular de Segurança de Processos

Primeiramente, é importante denotar a diferença entre as áreas de Segurança de Processos (SP) e Saúde Ocupacional (SSO), sendo o foco deste trabalho a área de Segurança de Processos. Em sua definição, a SSO é um agrupamento de regras, normas, medidas e atividades preventivas, que tem como objetivo prover um ambiente de trabalho seguro para a saúde do trabalhador, por isso também conhecida como Segurança do Trabalho, cujo foco está na prevenção de doenças ocupacionais e na mitigação de acidentes de trabalho. Assim, esta área fundamentalmente difere da área de SP, que tem como foco a prevenção e mitigação de incidentes de processos industriais resultantes da perda de contenção em plantas químicas como incêndios e explosões (CARLOS, 2023; CCPS, 2016).

A área de SP tem sua evolução contínua, marcada sobretudo por experiências desastrosas ao longo da história da indústria química. A demanda por instalações seguras e que previna perdas é um foco tão importante quanto o projeto do próprio processo de produção industrial, e as soluções vêm sendo criadas e aperfeiçoadas ao longo de anos através principalmente de falhas. Grandes acidentes como a explosão de *Flixborough*, *Chernobyl* e o de *Bhopal* trouxeram à tona a importância de criação de normas focadas na segurança e medidas a serem tomadas para evitar e mitigar eventos indesejados em processos industriais (SHALLCROSS, 2013).

Atualmente, existem organizações como a AIChE e a IChemE (do termo em inglês *Institution of Chemical Engineers*), que diante dos números crescentes de acidentes de processos buscaram disponibilizar informação e formação em SP para estudantes e profissionais graduados (AMAYA-GÓMEZ et al., 2019). A fim de aprimorar a educação na área de SP, as instituições buscam promover cursos e materiais independentes, reconhecendo a necessidade de fortalecer o seu ensino nas universidades (AIChE, 2024; MOTALIFU et al., 2022, FOGLER e HISRSFIELD, 2021).

Uma das opções para promover a educação continuada em SP é o programa *Safety and Chemical Engineering Education* (SACHE), integrante da iniciativa "*Doing a World of Good*" da AIChE, em parceria com o CCPS (do termo em inglês *Center for Chemical Process Safety*). O programa de formação fornecido pela SACHE de nível básico e intermediário engloba diferentes temas. Seu conteúdo engloba a introdução à Segurança de Processos, seus principais conceitos e definições, os perigos da manipulação de produtos químicos e seus

riscos associados, reatividade química, vazamentos de substâncias químicas, incêndios e explosões, salvaguardas e sistemas de alívio de pressão, modelos de fontes de dispersão de substâncias, dispersão atmosférica e técnicas de identificação de perigo e análise de risco (AIChE, 2024).

2.2 SP na Escola de Química/UFRJ

A criação de unidades curriculares em instituições de ensino superior com foco em SP, como a de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (SPPP), de código EQE592 na Escola de Química da UFRJ, tem como objetivo reforçar a educação de engenheiros químicos na prevenção e mitigação de acidentes antes da sua entrada no mercado de trabalho.

Seguindo a programação de formação da SACHE, a unidade curricular da Escola de Química é naturalmente tomada pela multidisciplinaridade que está presente no ensino da SP, o que torna complexo a aprendizagem do conteúdo por tratar de diversos conhecimentos e essencialmente práticos que dependem de pré-requisitos (PASMAN E FABIANO, 2021).

Assim, esta unidade curricular apresenta uma ementa vasta, que compreende além dos conceitos básicos, a análise de consequências e as técnicas de SP. De um modo geral, o conteúdo abordado compreende: (i) conceitos básicos, (ii) toxicidade; (ii) modelos de fontes, (iii) dispersão atmosférica, (iv) incêndios e explosões; (v) identificação de perigos e, (vi) avaliação e gerenciamento de riscos. Trata-se de uma unidade curricular posicionada no último período do curso de graduação da engenharia química, que reúne e aplica conhecimentos de conteúdos em que tipicamente os alunos apresentam médio a elevado grau de dificuldade de compreensão, tais como termodinâmica, transferência de massa e calor, modelagem e controle de processos.

Assim, sendo uma unidade curricular de ementa extensa, de grande densidade conceitual e de visão prática e operacional, que para seu adequado acompanhamento exige como pré-requisitos unidades curriculares de considerável complexidade, acredita-se que a utilização de novas abordagens no ensino possam ser úteis para aprendizagem do aluno sobre o conteúdo programático.

2.3 O conceito de Gamificação

Segundo Silva (2001), os professores da atualidade mais do que nunca são desafiados a criar formas de interação entre docentes e discentes, seja dentro ou fora da sala de aula. É essencial criar meios de favorecer um ambiente de cocriação com o aluno, e não uma

transmissão passiva de recepção de informações. Não se trata de criar ambientes que use as últimas tecnologias, mas sim de incitar e aperfeiçoar as fundações intelectuais do discente (VILARES; SILVA, 2005).

Assim, renova-se a importância de buscar novas metodologias de ensino frente às mudanças tecnológicas e seus impactos na sociedade, sobretudo na projeção da realidade que mescla o mundo virtual com o mundo físico. Dentre as inovações na abordagem de ensino, a Gamificação se mostra atraente com número crescente de aplicações em salas de aula e no mercado de trabalho (DETERDING, S., et al. 2011).

Difundido pelo programador e pesquisador britânico Nick Pelling (NAVARRO, 2013), o termo Gamificação é visto como uma aplicação prática dos fundamentos da aprendizagem cognitiva e da neurociência educacional (SANDRONE & CARLSON, 2021), e ao longo dos anos vem sendo definida em diversas formas de acordo com os certos autores como:

- O uso de elementos de design de jogos para motivar o usuário em ambientes não relacionados com jogos normalmente (DETERDING, 2011);
- O processo de fazer com que atividades se tornem mais parecidas com jogos (WERBACH, 2014);
- O processo de aperfeiçoar um serviço para uma experiência lúdica e divertida, de forma a apoiar o valor criativo dos usuários (HUOTARI, HAMARI, 2016);
- A aplicação de recursos de jogos em contextos cotidianos a fim de moldar o comportamento de indivíduos e grupos (SHANNON, 2022).

Verifica-se que existem inúmeras definições para o conceito de Gamificação, mas que todas convergem para a ideia principal de criar um jogo a partir de recursos pré-definidos.

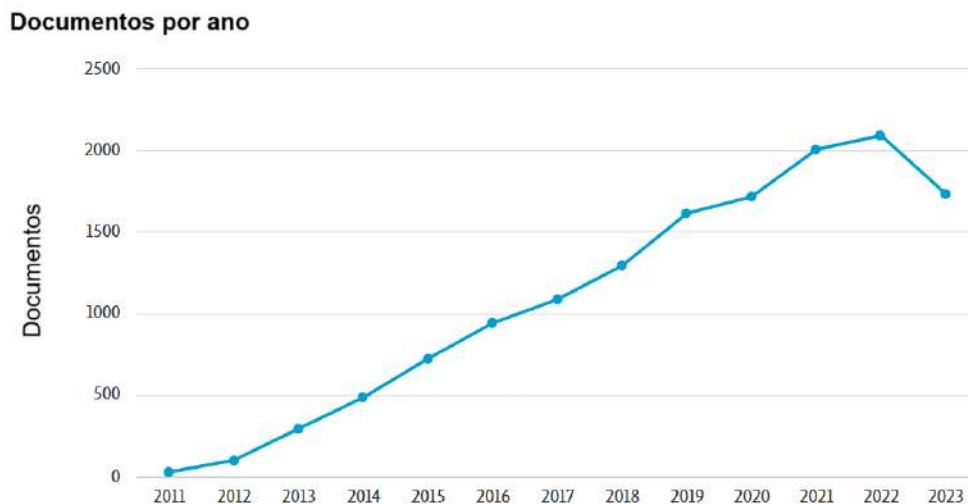
O termo Gamificação vem exponencialmente crescendo no mercado de trabalho, com empresas internacionais como a *Microsoft*, *Starbucks* e *Nike* utilizando essa abordagem como ferramenta para o treinamento corporativo, engajamento e como tática para maior publicidade. Empresas como a Gerdau também entraram na insurgência do método e aplicam games para treinamento de funcionários utilizando-se de facilitadores como os recentemente famosos óculos de realidade virtual ou aplicativos especializados (EDITORA, 2022).

Para explorar o tema da Gamificação e engenharia no processo educacional, foi realizada uma pesquisa acerca das publicações envolvendo o tema, na base de dados *Scopus*, utilizando a palavra-chave "Gamificação". São mais de 14 mil documentos pertinentes ao assunto de Gamificação, sendo que esse número é resultado de uma curva crescente, observável na Figura 1, de número de publicações lançadas ao longo dos anos. Os resultados mostram uma tendência crescente, a partir de 2011 até 2023, de um aumento significativo de

trabalhos relacionados a essa temática, refletindo no crescimento do assunto ao longo do período observado, que será explicado melhor posteriormente.

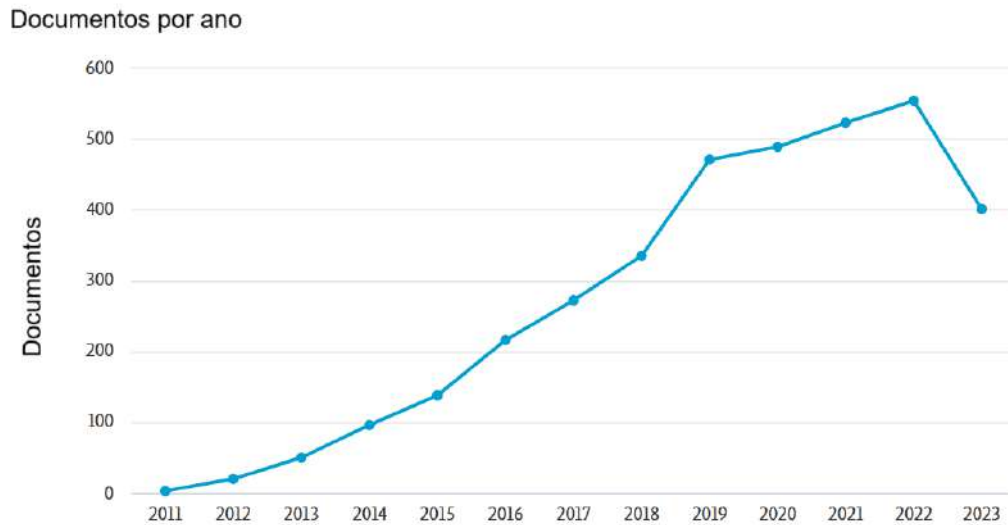
De forma a aprofundar os avanços da Gamificação na engenharia química, foi realizada uma nova busca literária no *Scopus* com a palavra-chave "Gamificação" inicialmente filtrada para áreas de engenharias gerais e, subsequentemente, para engenharia química especificamente. Os resultados desta busca estão descritos pelas Figuras 2 e 3, nos quais nota-se que a “Gamificação” vem ganhando relevância em documentos científicos na área de engenharia química.

Figura 1: Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação de 2011 até 2023.



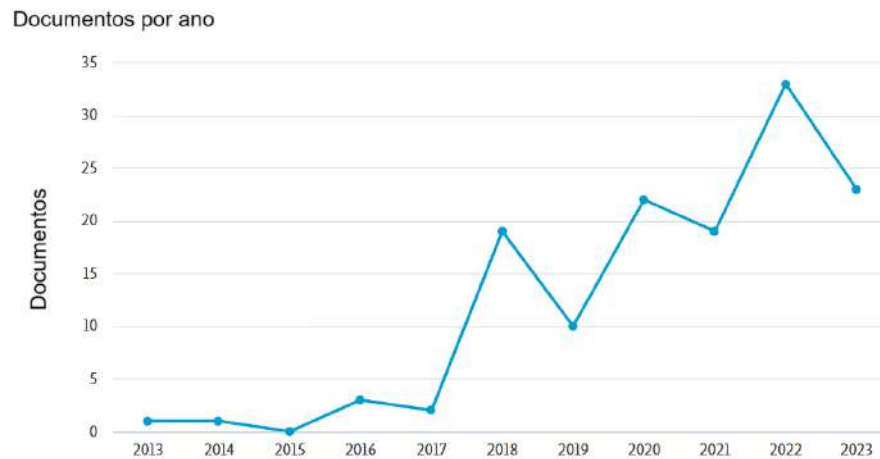
Fonte: *Scopus*, 2024.

Figura 2: Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação em engenharias, de 2011 até 2023.



Fonte: *Scopus*, 2024.

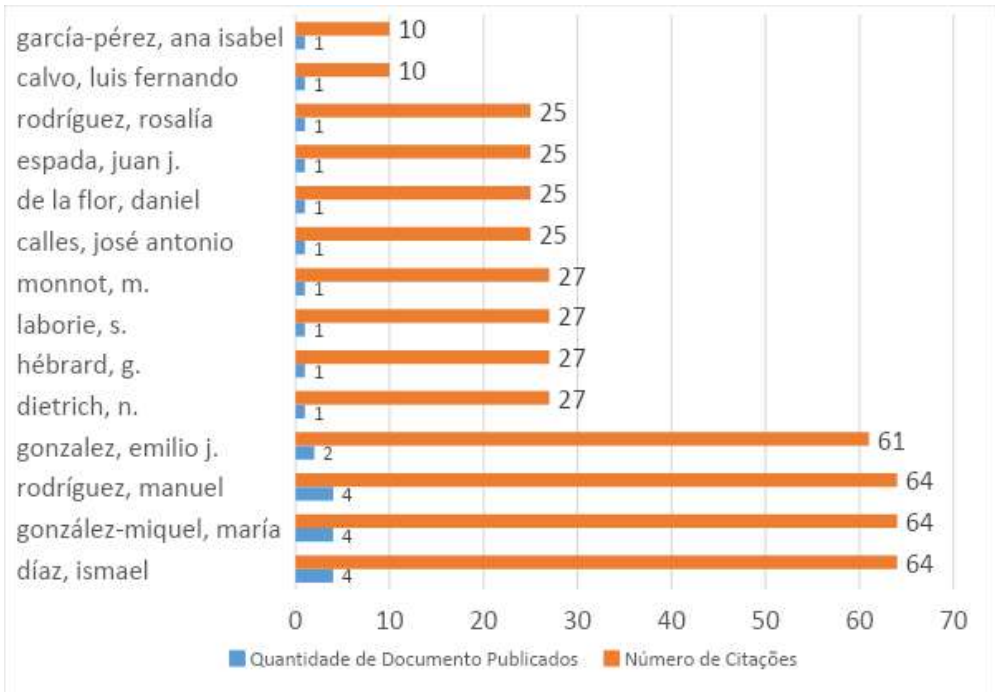
Figura 3: Documentos científicos publicados por ano com o tema de Gamificação em engenharia química, de 2011 até 2023.



Fonte: *Scopus*, 2024.

Buscando os documentos mais citados no tópico de “Gamificação” e “engenharia química” na base *Scopus*, é demonstrado os 15 principais autores com maior número de documentos na Figura 4, indicando que Rodrigues, M; González, Miquel e Días Ismael possuem 4 publicações no tema de pesquisa conforme o horizonte de pesquisa. O quantitativo de citações também é maior para esses autores revelando a importância dos trabalhos produzidos pelos pesquisadores.

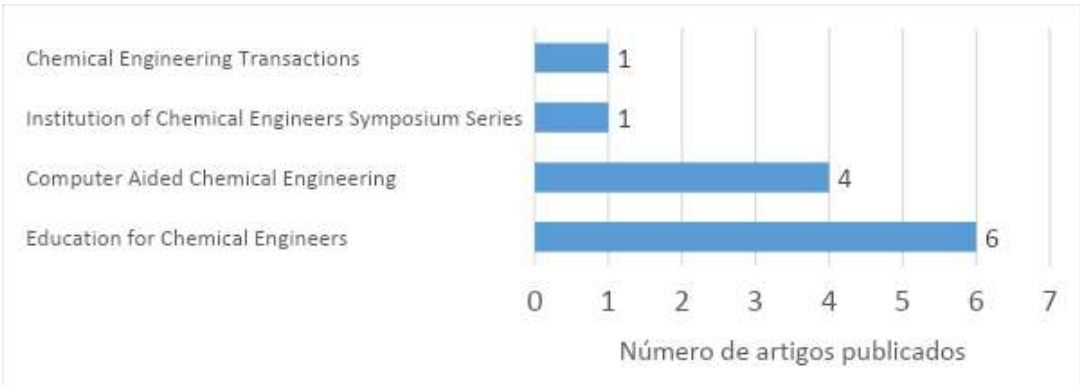
Figura 4: Quantitativo de documentos publicados por autores e citações extraídas do VOSviewer.



Fonte: Scopus, 2024.

Continuando na mesma pesquisa, os periódicos com maior número de publicações são apresentados na Figura 5 e indica o maior número de artigos na revista *Education for Chemical Engineers*.

Figura 5: Quantitativo de artigos publicados por periódico.



Fonte: Scopus, 2024.

Por fim, os artigos mais citados com os autores, títulos e sínteses são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Publicações de maior relevância.

Autores	Título	Ano	Periódico	Síntese do Artigo
Rodríguez M.; Díaz I.; Gonzalez E.J.; González-Miquel M.	<i>Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control</i>	2019	<i>Education for Chemical Engineers</i>	Aborda as metodologias de ensino inovadoras, como sala de aula invertida, instrução por pares e Gamificação no curso de Controle de Processos em Engenharia Química. Os resultados demonstram a compreensão abrangente por metodologias ativas e aumento de desempenho.
Rodríguez M.; Díaz I.; Gonzalez E.J.; González-Miquel M.	<i>Reprint of: Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control</i>	2019	<i>Education for Chemical Engineers</i>	Diferentes metodologias foram integradas e utilizadas no curso de Controle de Processo em Engenharia Química com materiais desenvolvidos como <i>screencasts</i> , testes de conceitos, simulações e instrumentos de apoio: slides e textos específicos para motivação dos alunos e aumento do engajamento nas aulas.
Rodríguez M.; Prada A.; Díaz I.; Gonzalez E.; González-Miquel M.	<i>Active Learning of Process Control</i>	2018	<i>Computer Aided Chemical Engineering</i>	A experiência do primeiro ano da metodologia ativa no curso de Engenharia Química da disciplina Controle de Processos é demonstrada. Os resultados mostram alta motivação dos alunos, maior participação em sala de aula e melhores resultados na disciplina.
Rodríguez M.; González E.J.; González-Miquel M.; Díaz I.	<i>Motivational Active Learning in Chemical Engineering</i>	2020	<i>Computer Aided Chemical Engineering</i>	A metodologia ativa foi aplicada no curso de Engenharia Química para a disciplina de Controle de Processo que apresenta alta complexidade. Os materiais de apoio foram mais de 50 vídeos/ <i>screencasts</i> (usando o software <i>ActivePresenter</i>), mais de 300 questões para testes de conceito (usando o software <i>Classtime</i>), um jogo de tabuleiro (chamado <i>Triviachis</i> , uma mistura de um jogo de perguntas e

				respostas com um jogo de dados para grupos de alunos).
Monnot M.; Laborie S.; Hébrard G.; Dietrich N.	<i>New approaches to adapt escape game activities to large audience in chemical engineering: Numeric supports and students' participation</i>	2020	<i>Education for Chemical Engineers</i>	A Gamificação é amplamente difundida e utiliza mecânicas de jogo para melhorar a compreensão de diferentes fenômenos e conceitos que podem ser aplicadas no ensino da engenharia química. A criação de instrumentos foi proposta no modelo de jogos de “ <i>escape</i> ” para motivar e envolver os alunos, melhorando habilidades de adaptabilidade e competências. O produto desenvolvido para plataforma digital <i>smartphone</i> /computador representa cenários de uma sala de laboratório para visualizar e interagir com elementos virtuais do ambiente físico que requerem conhecimentos de engenharia química para serem resolvidos.

Fonte: Scopus, 2024.

A partir de 2010, o estudo sobre Gamificação se intensificou, com pesquisas focadas em entender melhor a sua capacidade de motivar os usuários, criar competições amigáveis, estimular a colaboração em diversos contextos e dentre outros benefícios. Como uma metodologia inovadora, esta abordagem foi sendo implementada em diversas vertentes como propagandas, treinamentos, saúde e bem-estar (DICHEV; DICHEVA, 2017).

Ademais, através de pesquisas sobre variados experimentos que adotam a metodologia, foi possível perceber também que o uso de Gamificação dentro da sala de aula traz diversos benefícios, como o aperfeiçoamento do aprendizado e o engajamento do aluno, além de se alinhar com a tendência de adaptar a sala de aula com novas tecnologias (SURENDELEG et al., 2014). Estudos neurocientíficos indicam que a Gamificação estimula as regiões do cérebro associadas ao prazer e à recompensa através de neurotransmissores que estão envolvidos na modulação da memória e aprendizagem, assim como a dopamina (SERICE, 2023; SANDRONE & CARLSON, 2021).

Desde que a pandemia ocorreu e houve a insurgência de aulas e cursos online, foram publicadas diversas aplicações da Gamificação como uma estratégia de ensino e em diferentes

cursos de engenharia, como as engenharias de petróleo, de software, civil, industrial (CHAMORRO-ATALAYA et al., 2023; SURENDELEG et al., 2014). Os resultados reportados são positivos, em que se observou nos alunos um aumento de habilidades comportamentais importantes para o mercado de trabalho, como a motivação, a cooperatividade, o comprometimento e a socialização.

Na área de Segurança de Processos, existem outros casos de aplicação como a aplicação de VR (do termo inglês *Virtual Reality*) para o treinamento imersivo de engenheiros, criando-se um *tour* virtual dentro de uma planta (MANCA; BRAMBILLA; COLOMBO, 2013). A partir dessa experiência, o aluno poderá presenciar situações críticas dentro de plantas, assim como planejar ações para a prevenção de acidentes e controle de emergências.

Verifica-se que, como uma metodologia de ensino ativa, a Gamificação é um conceito em constante evolução sendo cada vez mais utilizado em diversas áreas, incluindo as engenharias. A fim de obter maior proveito dos benefícios dessa abordagem de ensino é necessário entender as características da criação de jogos de forma aprofundada.

2.4 A história de jogos de tabuleiro e o ato de “jogar”

O método considerado mais promissor para se aprofundar nos princípios da criação de jogos talvez não seja buscar respostas em jogos modernos e complexos, mas sim buscar a origem e os princípios de jogos que foram evoluindo ao longo de milênios. A criação de jogos de tabuleiro deu-se por volta de 4000 A.C, na cidade-estado mesopotâmica de Ur. Acredita-se que um conjunto de tabuleiro e peças escavadas, descoberto através de verificações arqueológicas, tratava-se de um jogo de corrida que pertencia a uma princesa da cidade-estado de “Ur”, e por isso foi chamado de “Jogo real de Ur” (DONOVAN, 2019).

De acordo com Donovan (2019), também existem várias descobertas sobre um jogo de tabuleiro que é tão antigo quanto a criação do Egito, um jogo de tabuleiro e peões chamado de “*Senet*”, que data sua utilização desde 3000 A.C, e que foi utilizado até a época de “Alexandre, o Grande” em 300 A.C. Esses são exemplos de jogos que não sobreviveram a mudanças das eras, sejam por questões religiosas, geográficas, econômicas e outras, mas demonstram a presença do desenvolvimento de atividades lúdicas mesmo na antiguidade. Nestas épocas, os jogos de tabuleiro não eram associados a um contexto infantil como é na cultura ocidental do início do século XXI, mas sim como um símbolo de *status* e poder, sendo

ambos comumente utilizados em relações diplomáticas entre a realeza, ou até mesmo como uma atividade religiosa no caso de “*Senet*”.

Como observado por Donovan (2019), mais futuramente a época mencionada, um jogo chamado de *Ashtāpada* seria criado pelo império Gupta na Índia antiga, trazendo para si um tabuleiro de 8x8 para um jogo de dados. No século V, o arranjo do tabuleiro foi transferido para a criação de um novo jogo chamado *Chaturanga*, um jogo de guerra que foi o precedente do atual Xadrez. O Xadrez é um jogo de tabuleiro que foi remodelado por religião, pessoas no poder e mudanças arquitetônicas, se adaptando conforme a era e chegando a até participar oficialmente das Olimpíadas no período da Guerra Fria; o Xadrez pode ser considerado o melhor exemplo da evolução do reflexo psicológico e da fisiologia inata do ser humano de exercer atividades lúdicas entre si.

A presença de jogos na busca pelo divertimento é um fator sempre constante na história não apenas da humanidade. É possível observar que animais como cachorros e gatos buscam o entretenimento em forma de brincadeiras, como correr e fingir agressividade com outros animais, ou brincar de pega com humanos. É uma função biológica e atrelada ao ato de se socializar com os outros. É essa natureza intrínseca nossa que nos faz celebrar um gol do seu time favorito, buscar maestria em diversas plataformas, e se emocionar junto às pessoas que partilham da atividade lúdica (SCHELL, 2015). O ato de jogar envolve e transcende conceitos de curiosidade, surpresa e competitividade. Assim, como de acordo com Parlett (1999, p.2):

“O ato de jogar se justifica por si mesmo. Seu propósito e valor são intrínsecos. Jogos verdadeiros não servem a nenhum propósito prático consciente além de satisfazer o desejo de jogar, que às vezes é considerado um instinto. 'Quem deve jogar não pode realmente jogar' declara James Carse, em Jogos Finitos e Infinitos (um livro de teologia, como alguns descobriram para sua surpresa). Eles podem servir a algum propósito prático inconsciente, como manter a mente ou o corpo em forma, ou praticar alguma habilidade de valor no chamado 'mundo real'; mas qualquer pessoa que comece um jogo com qualquer um desses propósitos expressos – incluindo o de apostar – não será muito divertida de se jogar junto.”

3 METODOLOGIA

3.1 Elementos de um jogo

Para a criação de um jogo, ideias pertinentes a era em que se vive, o contexto e o poder imaginativo se convergem para desenvolver a visão que se deseja formar. Monopoly, por exemplo, foi baseado em um jogo já existente chamado “*The Landlord 's game*”, criado por Elizabeth J. Magie Phillips com o objetivo de divulgar a teoria política de taxa simples, que surgiu como uma contramedida da grande desigualdade entre os grandes proprietários e a população humilde que existia no final do século XIX e no início do século XX (DONOVAN, 2019). Entretanto, para criar um jogo, não é necessário apenas as ideias e o contexto em que se quer criá-lo, mas é essencial trazê-lo ao mundo material, de forma que os elementos que o compõem entretenham os jogadores.

De acordo com Schell (2015), em todo jogo, existem 4 elementos básicos que formam a sua fundação, sendo estes essenciais para a sua materialização. Estes elementos podem ser divididos em:

1. **Mecânicas:** As mecânicas de um jogo são as regras, permissões e consequências que devem ser seguidas pelos jogadores. Comparando jogos com formas de entretenimento lineares como livros, teatro e filmes, observa-se que, embora essas mídias utilizem de tecnologia avançada, uma narrativa bem estruturada e uma estética minuciosa, elas não empregam mecânicas, que são o elemento distintivo dos jogos. Ao optar por um conjunto de mecânicas como fundação para a experiência do jogo, é essencial escolher uma tecnologia específica que a suporte, uma estética que as destaque e uma história que integre essas mecânicas de modo compreensível para os jogadores.
2. **Estética:** São as vestimentas que o jogo usa. A estética é um componente extremamente crucial no *design* de jogos, pois a sua visibilidade influencia diretamente na experiência do jogador e suas primeiras impressões. Para criar um ambiente visual que envolva os jogadores, faz-se necessário selecionar uma tecnologia que não apenas permita a expressão dessas estéticas, mas que também as realce e fortaleça. Além disso, é importante escolher mecânicas que fazem os jogadores sentirem-se imersos no mundo definido pelas estéticas, e desenvolver uma história com eventos que se identifiquem com essas estéticas de forma natural.
3. **Tecnologia:** É o que torna possível a materialização do jogo para a realidade, seja através da tela de computadores, papel e lápis ou instrumentos criados. A tecnologia que você

escolhe para o seu jogo permite certas ações e limita outras. A tecnologia é, basicamente, o meio onde as estéticas se manifestam, onde as mecânicas acontecem e por meio do qual a história é contada.

4. **História:** A história é o que traz a imersão dos jogadores para dentro do mundo das regras do jogo. Ao contar uma história por meio do jogo, é essencial optar por mecânicas que enriqueçam a narrativa e permitam que se desdobre de maneira envolvente. Como um contador de histórias, as estéticas precisam ser escolhidas de modo a complementar os temas da sua história com uma tecnologia que se alinhe à trama específica que será desenvolvida no jogo.

Tomando como exemplo o jogo mundialmente famoso Monopoly, em que os jogadores têm como objetivo andar pelo tabuleiro e competir até ficarem "ricos", conforme demonstrado na Figura 6, podemos extrair dele os principais elementos que formam a sua fundação.

Figura 6: Jogo de tabuleiro *Monopoly*.



Fonte: Hasbro, 2024.

A mecânica de *Monopoly* são as regras que o jogo fornece e que os jogadores devem seguir, ou seja, são as etapas de rodar um dado, andar no tabuleiro, ganhar dinheiro e comprar propriedades ao caírem em casas específicas.

A estética do jogo se baseia na cultura de investimentos imobiliários dos Estados Unidos, utilizando aspectos desenhados e estereotipados para fácil imersão entre os jogadores.

A tecnologia utilizada é o tabuleiro em si, junto de suas cartas de propriedades, o dinheiro falso e os bonecos de plástico.

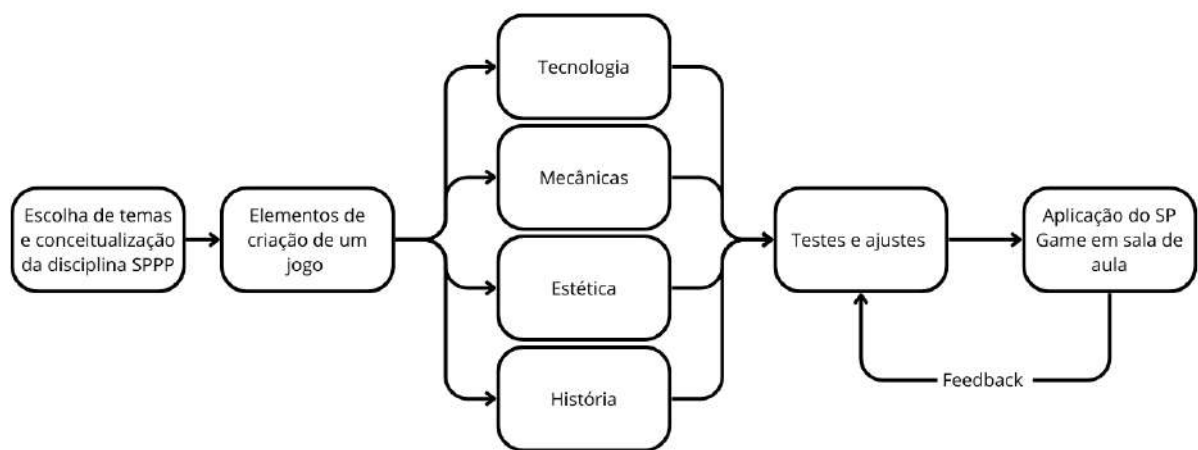
Por fim, a história do jogo é transmitida através da imersão dos jogadores no cenário de investimentos imobiliários, onde eles compram e vendem propriedades, de forma a se sentirem “ricos” ou “pobres”.

Estes quatro elementos acima descritos são a fundamentação da criação de um jogo e, como uma mesa de quatro pernas, na falta de um desses elementos em sua criação o jogo fica desbalanceado.

Seguindo essa filosofia, a criação de um jogo de tabuleiro para aprendizagem ativa de SP deve ter mecânicas que desafiam os jogadores em seu conhecimento na matéria, estética que facilite a visualização, história que crie uma imersão nas regras do jogo e por fim uma tecnologia que suporte esses elementos.

Assim, foi definido que para a criação de um jogo voltado para o conteúdo de SP, seria necessário estudar formas de integrar o conhecimento e ambientação aos pilares da criação de um jogo, para enfim passar por uma fase de testes e ser aplicada em sala de aula com sucesso. A Figura 7 apresenta de forma sucinta a sequência das etapas de construção e aplicação do *SP Game*.

Figura 7: Etapas para a construção e aplicação do *SP Game*.



Fonte: Elaboração Própria.

3.2 Plataforma virtual para o jogo

Para a criação de um jogo, é necessário selecionar a tecnologia que irá permitir a ideia se materializar, sendo que existe tanto a possibilidade de mídia física quanto a mídia virtual para a materialização do jogo. Entretanto, o jogo desenvolvido neste trabalho teve seu início

na pandemia em 2020, frente a consequente emergência de salas de aula virtuais, o que foi decisivo para seleção da mídia virtual para sua materialização.

O projeto iniciou-se com a busca de um simulador virtual de jogos de tabuleiro, sendo a primeira opção a utilização de uma plataforma chamada de *Tabletop Simulator*. Essa plataforma apresenta muitas vantagens para a criação de jogos de tabuleiro, oferecendo opções automáticas para o controle de elementos como o tabuleiro e o dado e outras facilidades. Além destes benefícios, já se possuía experiência prévia com o uso da plataforma. Entretanto, como se tratava de uma plataforma paga, que pode dificultar o acesso dos alunos de instituições públicas de ensino, retomou-se a busca por uma nova plataforma, que tivesse as mesmas funcionalidades, mas que fosse gratuita.

Assim, selecionou-se a plataforma de criação de jogos *Tabletopia*, cujo logo é apresentado pela Figura 8. Intuitiva e de fácil acesso (via navegador), a *Tabletopia* possui acesso a inúmeros jogos *online* disponíveis em sua biblioteca, além de permitir a criação gratuita de jogos de tabuleiro, que podem ser monetizados ou não.

Figura 8: Logo do site *Tabletopia*.



Fonte: *Tabletopia*.

4 RESULTADOS

4.1 *SP Game*: o jogo de tabuleiro

Assim, seguindo a filosofia dos quatro elementos na composição de jogos proposta por Schell (2015), foi desenvolvido o *SP Game*. As mecânicas do jogo então se baseiam na forma de um jogo de tabuleiro tipo Jogo da Vida, no qual joga-se um dado em que se caminha no tabuleiro no número de casas de acordo com o número sorteado pelo dado. A casa do tabuleiro em que o jogador estacionar tem uma cor definida, que corresponde a um tema do conteúdo de SP; assim, tem-se como consequência uma pergunta pertinente a este tema. Assim, os jogadores devem partir de uma casa inicial e percorrer um caminho separado por casas temáticas para enfim chegar ao fim do tabuleiro e ganhar o jogo, fazendo com que o aluno teste seu conhecimento em SP de forma descontraída.

Em questão de estética, foi criado um tabuleiro simples e cartas coloridas temáticas para facilitar o entendimento dos jogadores sobre as regras e procedimentos que se devem tomar no jogo. O tabuleiro foi definido como um paralelepípedo que possui como característica um caminho a ser percorrido, composto de 22 casas temáticas, uma casa de início e uma casa de final. As cores respectivas aos temas são demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2: Cores temáticas do *SP Game* e seus temas.

Cores	Temas	Conteúdo	Tipos de perguntas
Amarelo	Perigo de componentes químicos	Atividades laboratoriais e perigos químicos	Múltipla escolha
Rosa	Perguntas introdutórias	Conceitos básicos de Segurança de Processos	Discursivas
Laranja	Perguntas relâmpago	Conceitos básicos de Segurança de Processos e perigos químicos	Verdadeiro ou Falso
Azul	Dispersão atmosférica	Modelagem e fatores ambientais relacionados a dispersão	Discursivas e Múltipla escolha

Roxo	Sistemas de alívio	Tipos e localização de alívios	Discursivas e Múltipla escolha
Verde	Vazamentos	Liberação de conteúdo em plantas e modelo de fontes	Discursivas e Múltipla escolha
Vermelho	Incêndio	Propriedades de inflamabilidade, prevenção de explosões e incêndios	Discursivas

Fonte: Elaboração própria.

O jogo se baseia em turnos, onde na rodada de cada jogador deve lançar o dado que irá sortear a casa do tabuleiro em que vai estacionar e sua cor temática respectiva. Dependendo da cor temática, o jogador deverá responder uma pergunta aleatória de um monte embaralhado de cartas temáticas com as respectivas perguntas de um determinado tema. Se o jogador responder corretamente, fica livre de penalidades, mas se responder incorretamente, tem-se como penalidade retroceder duas casas, de forma a desacelerar o seu progresso até o fim do tabuleiro.

A história central do *SP Game* consiste em que os jogadores são engenheiros em uma planta química que necessita de constante atenção para evitar acidentes e mitigar perdas, de forma a assimilar o conteúdo de SP de forma natural com as perguntas temáticas que são necessárias serem respondidas para que os jogadores avancem no tabuleiro. O *feedback* instantâneo também é uma característica interessante deste jogo para aprendizagem ativa.

O *SP Game* é feito para ser jogado entre duas e quatro pessoas em conjunto, com a necessidade da presença de um mestre de mesa. O mestre da mesa detém o controle das cartas compradas no turno dos jogadores, e sua função é fazer a pergunta ao jogador do turno na presença dos demais jogadores, e mediante a resposta verificar a veracidade da resposta. A presença de um mestre da mesa é de suma importância, pois não apenas é necessário ter alguém que já esteja familiarizado com os comandos e regras do jogo, como também precisa ser um juiz que irá intervir caso as respostas que os alunos fornecerem sejam ambíguas, decidindo se o jogador será penalizado ou não por uma resposta correta ou errada.

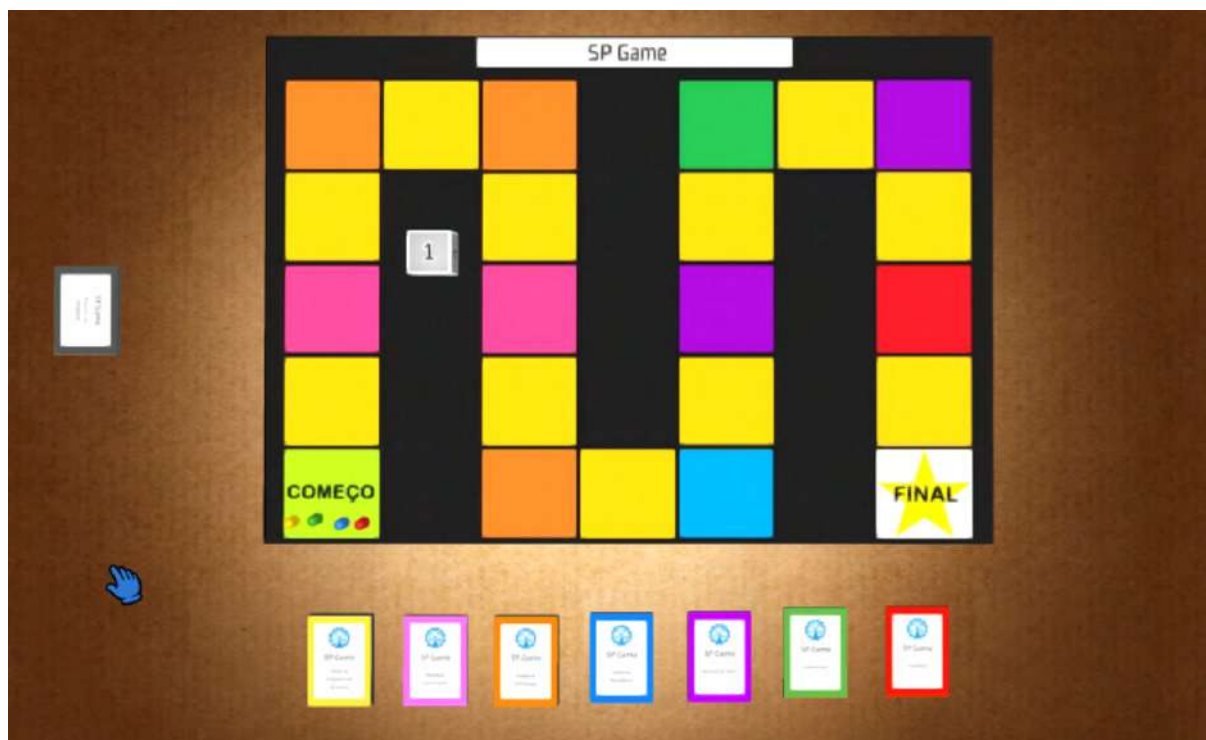
Como já mencionado anteriormente, a tecnologia empregada foi a da plataforma *Tabletopia*, que permite a fácil customização e adição novas cartas e tabuleiros no modo *online* e de forma gratuita, assim como o controle minucioso de cada jogador sobre os seus

personagens, os montes de cartas e o dado utilizado para sortear o número de casas que cada jogador percorre no tabuleiro.

Dentro da plataforma virtual *Tabletopia*, é possível ao desenvolvedor do jogo acessar uma “*Workshop*”, uma área exclusiva ao criador de conteúdo que permite adicionar e modificar novos objetos como cartas e o tabuleiro a serem utilizados no jogo. Além disso, é fornecido uma vasta biblioteca de objetos comuns de grande presença em jogos de tabuleiro, como dados e bonecos de plástico para representar cada jogador. A partir deste recurso, foi adicionado o tabuleiro criado e todas as cartas temáticas que estão presentes no *SP Game*.

Nas Figuras 9 e 10 apresenta-se respectivamente o tabuleiro e as cartas temáticas definidas na plataforma *Tabletopia*.

Figura 9: Captura de tela do tabuleiro do jogo *SP Game* dentro da plataforma *Tabletopia*.



Fonte: *Tabletopia*.

Figura 10: Captura de tela das cartas e peças do jogo *SP Game* dentro da plataforma *Tabletopia*.



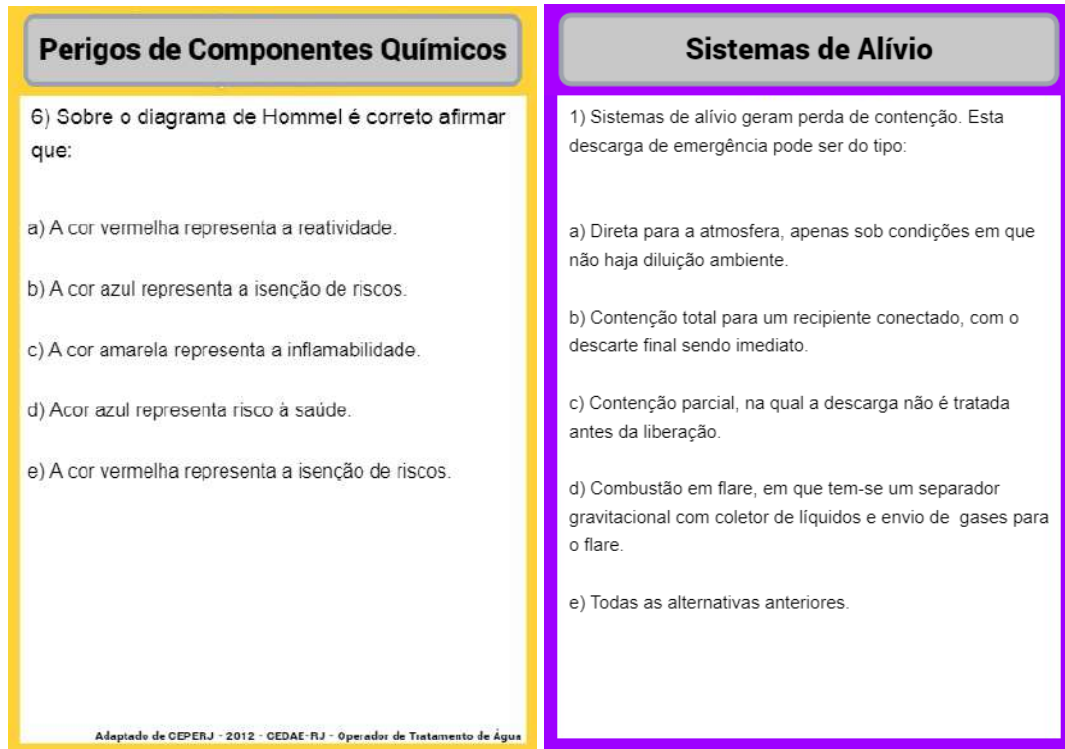
Fonte: *Tabletopia*.

Para a criação das cartas, buscou-se utilizar como modelo tanto perguntas já aplicadas dentro da sala de aula de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas, essas sendo baseadas no livro de Daniel A. Crowl (*Chemical Process Safety: Fundamentals with applications*, 2002), assim como perguntas de concursos brasileiros na área de química e engenharia.

É importante denotar que se evitou a criação de perguntas longas que demorem a responder e que envolvam a utilização de cálculos, pois para uma experiência mais divertida e fluida foi priorizado perguntas rápidas de se responder caso possua domínio. Seguindo esse raciocínio, as cartas de “Perigos de componentes químicos” são mais numerosas dentro do *SP Game*, visto que são majoritariamente questões rápidas múltipla escolha de concursos brasileiros. Todas as perguntas que foram retiradas de concursos foram referenciadas no canto inferior direito das cartas, como demonstrado na Figura 11.

As cartas foram modeladas de forma que as cores temáticas fiquem bem visíveis para os jogadores, tanto no verso quanto na frente, que contém o conteúdo das perguntas. Atualmente o jogo possui um total de 57 perguntas diferentes. Na Figura 11 tem-se como exemplos como foi estruturada uma pergunta temática de “Perigos de componentes químicos” e uma de “Sistemas de alívio” e suas respectivas cores dentro do jogo, demonstrando na parte da frente das cartas.

Figura 11: Perguntas temáticas das cartas do jogo *SP Game*.



Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar também o *design* visual do verso da carta de quatro diferentes temas abordados dentro do *SP Game*, como mostra a Figura 12 e suas respectivas cores, representando as perguntas temáticas de Perigo de componentes químicos, Sistemas de alívio, Dispersão Atmosférica e Vazamentos.

Figura 12: Capa de trás das cartas temáticas do jogo *SP Game*.



Fonte: Elaboração própria.

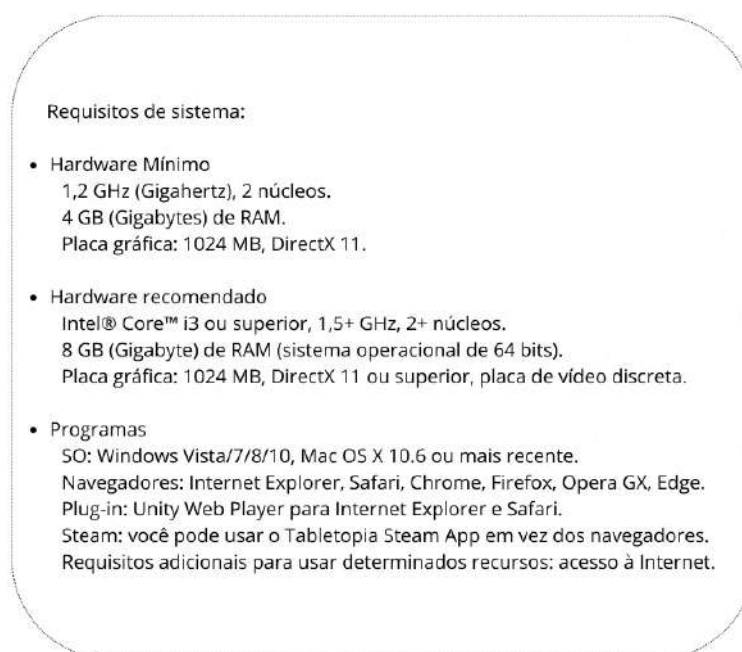
4.2 Aplicação em sala de aula

O *SP Game* por fim foi implementado dentro da sala de aula para os alunos da unidade curricular Segurança de Processos e Prevenção de Perdas, período noturno, da Escola de Química/UFRJ. No dia 29 de maio de 2024, às 20h, foi feita a exposição dos objetivos deste trabalho em sala de aula em que haviam presente dez alunos no laboratório de Informática do LADEQ (Laboratório de Engenharia Química). Para o jogo, foram selecionados quatro participantes que se voluntariaram, enquanto os demais assistiam as atividades apresentadas por um projetor.

O jogo em si teve uma duração de 25 a 30 minutos, com os quatro participantes respondendo uma carta por turno até que algum destes chegasse na casa final primeiro. Eles se adaptaram rápido aos comandos do jogo e não apresentaram dificuldades de responder a maioria das perguntas.

Entretanto, a capacidade computacional dos computadores disponíveis para o jogo apresentou um desempenho abaixo do esperado, pois os alunos reportaram casos da plataforma *Tabletopia* estar lenta ou travando. Assim, para assegurar a jogabilidade de futuros participantes, buscou-se identificar as recomendações de sistema de *hardware* e *software* requisitadas pela plataforma, conforme a Figura 13.

Figura 13: Requisitos funcionais para utilizar a plataforma *Tabletopia*.



Fonte: Tabletopia.

Apesar do reportado, o *SP Game* deixou impressões positivas entre os alunos, servindo como uma ferramenta divertida para treinar os jogadores em seu conhecimento no conteúdo de SP. Buscando um *feedback* imediato após o seu uso sobre a sua experiência com o jogo e se ele serviu o propósito de ser divertido, os alunos que participaram do projeto relataram que se divertiram e que o *SP Game* foi uma experiência inovadora para a sala de Segurança de Processos.

Na Figura 14 tem-se uma foto do jogo implementado dentro da sala de aula, com 4 alunos participantes através de computadores separados e o mestre do jogo transmitindo os demais.

Figura 14: *SP game* sendo aplicado dentro da sala de aula de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (SPPP).



Fonte: Câmera própria.

Os alunos não possuíam nenhuma questão profunda sobre a jogabilidade do *SP Game*, resultado de sua simplicidade. Foi levantado apenas dúvidas acerca de como manipular

objetos, as cartas e a câmera do jogo. Visto que existe a necessidade de explicar de forma mais elaborada os controles da plataforma, foi aberta uma seção para explicar as possibilidades de controle de tela e objetos no *Tabletopia*.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Gamificação como uma ferramenta divertida e inovadora voltada ao ensino da Segurança de Processos e prevenção de acidentes na indústria química. Através da pesquisa e implementação de princípios de criação de jogos, foi possível desenvolver e aplicar o *SP Game*, um jogo de tabuleiro virtual e acessível gratuitamente para o treinamento de alunos de engenharia química.

O resultado foi que a aplicação da Gamificação foi concluída com sucesso, sendo o *SP Game* aplicado dentro da sala de aula de forma que os alunos tenham se divertido enquanto treinavam seus conhecimentos na matéria. Os participantes do estudo se entreteram no processo, e o projeto continuará a ser desenvolvido no futuro com novas perguntas e designs.

A Gamificação se mostrou eficaz não apenas como uma ferramenta lúdica de treinamento, mas também como um meio de promover uma cultura de segurança contínua dentro da Escola de Química/UFRJ. Além disso, a introdução e reconhecimento de novas metodologias no ensino de disciplinas na faculdade contribuem significativamente para o aprimoramento da qualidade educacional, promovendo maior engajamento entre discentes e docentes e facilitando a compreensão dos conteúdos.

Foram identificados alguns desafios durante o processo de criação e implementação, tais como a necessidade de adaptar para o *SP Game* a realidade específica da indústria química para dentro do jogo e garantir a participação de colaboradores. Para superar essas barreiras, a ajuda de outros alunos e as facilidades oferecidas pela plataforma de criação de jogos *Tabletopia* foi essencial.

Em conclusão, a Gamificação é uma abordagem promissora para a prevenção e mitigação de acidentes na indústria química. Seu sucesso depende da integração das estratégias de segurança de forma criativa e mentes hábeis ao uso de novas metodologias dentro da sala de aula. O *SP Game* tem como fim ser um meio para que a Gamificação, como uma metodologia de ensino inovadora, evolua dentro da Segurança de Processos e incentive outras disciplinas a buscarem a implementação da Gamificação.

O *SP Game* continuará a evoluir para o futuro enquanto é aplicado dentro da sala de aula de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas dentro da Escola de Química - UFRJ. Novos *designs*, perguntas, tabuleiros e sistemas serão implementados ao longo do tempo, de

forma que seu crescimento seja uma forma única de contínuo aprendizado para os envolvidos, jogadores ou desenvolvedores, professores e alunos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIChE: Code of Ethics. Disponível em:

<http://www.aiche.org/about/governance/policies/code-ethics>>. Acesso em:(30 mar. 2024).

AIChE, SACHE. Level Two (Intermediate) Curriculum (2023). Disponível em

<https://www.aiche.org/ccps/education/safety-and-chemical-engineering-education-sache-certificate-program>. Acesso em: 17, junho, 2024.

AMAYA-GÓMEZ, R. et al. **Process safety part of the engineering education DNA.** Education for Chemical Engineers, v. 27, p. 43–53, abr. 2019.

CARLOS, V. A. **Por que a segurança de processos é tão importante quanto a segurança do trabalho?** Disponível em:

44<<https://www.linkedin.com/pulse/por-que-seguranca-de-processos-e-tao-importante-do-antonio-carlos/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em:(1 abr. 2024).

CCPS (Center for Chemical Process Safety). **Introduction to process safety for undergraduates and engineers.** Wiley-AIChE; 1o ed., 2016.

CHAMORRO-ATALAYA, O. et al. **Gamification in Engineering Education during COVID-19: A Systematic Review on Design Considerations and Success Factors in its Implementation.** International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, v. 22, n. 6, p. 301–327, 30 jun. 2023.

CROWL, D; LOUVAR, J. **Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications. Second Edition.** New Jersey: PH PTR, 2002.

DE LA FLOR, D. et al. **Application of escape lab-room to heat transfer evaluation for chemical engineers.** Education for Chemical Engineers, v. 33, p. 9–16, out. 2020.

DETERDING, S. et al. **From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification.** Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011.

DICHEV, C.; DICHEVA, D. **Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review.** International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 14, n. 1, 20 fev. 2017.

DONOVAN, T. **It's all a game: a short history of board games.** London, England: Atlantic, 2019.

ECKERMAN, I. **The Bhopal Saga: Causes and Consequences of the World's Largest Industrial Disaster**. India: Universities Press, 2004.

EDITORA, B. DA D. **Gamificação nas empresas: conheça 9 marcas referência em Gamificação**. Disponível em: <https://blog.dvseditora.com.br/gamificacao-nas-empresas-conheca-9-marcas-referencia-em-gamificacao/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FOGLER, H. S.; HIRSHFIELD, L. J. **Process Safety Across the Chemical Engineering Curriculum**. ACS Chemical Health Safety, v. 28, n. 3, p. 183–189, 2021.

Hasbro. Monopoly. Disponível em: <https://shop.hasbro.com/pt-br/product/monopoly-game/7EABAF97-5056-9047-F577-8F4663C79E75>. Acesso em: 25 jul. 2024.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. **A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature**. Electronic Markets, v. 27, n. 1, p. 21–31, 15 Jan. 2016.

LANTYER, V. **Gamification and Algorithms - A New Perspective on Work in Brazil**. Social Science Research Network, 1 jan. 2023.

LOUVAR, J. F.; HENDERSHOT, D. C. **SACHE: 17 years of promoting teaching of safety to chemical engineering students**. Chemical Health and Safety, v. 10, n. 5, p. 8–10, set. 2003.

MANCA, D.; BRAMBILLA, S.; COLOMBO, S. **Bridging between Virtual Reality and accident simulation for training of process-industry operators**. Advances in Engineering Software, v. 55, p. 1–9, jan. 2013.

MONNOT, M. et al. **New approaches to adapt escape game activities to large audience in chemical engineering: Numeric supports and students' participation**. Education for Chemical Engineers, v. 32, p. 50–58, jul. 2020.

MORENO-MEDINA, I. et al. **Wooclap for improving student achievement and motivation in the Chemical Engineering Degree**. Education for chemical engineers, v. 45, p. 11–18, 1 out. 2023.

MOTALIFU, Mailidan et al. **Chemical process safety education in China: An overview and the way forward**. Safety Science, n. 148, p. 105643, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105643>

NAVARRO, G. **Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade**. USP, 2013.

PANIAGUA, S. et al. **Study of Binqi. An application for smartphones based on the problems without data methodology to reduce stress levels and improve academic performance of chemical engineering students**. Education for Chemical Engineers, v. 27, p. 61–70, abr. 2019.

PARLETT, D. **The Oxford history of board games**. Oxford: Oxford University Press, 1999.

PASMAN, H. J.; Fabiano, B. **The Delft 1974 and 2019 European Loss Prevention Symposia: Highlights and an impression of process safety evolutionary changes from the 1st to the 16th LPS**. Process Safety and Environmental Protection, p. 147, 80–91, 2021.

RODRÍGUEZ, M. et al. **Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control**. Education for Chemical Engineers, v. 24, p. 7–12, jul. 2018.

RODRÍGUEZ, M. et al. **Reprint of: Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control**. Education for Chemical Engineers, v. 26, p. 8–13, jan. 2019.

SANDRONE, S., & CARLSON, C. **Gamification and game-based education in neurology and neuroscience: Applications, challenges, and opportunities**. Brain Disorders, 1, 100008, 2021. ISSN 2666-4593. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dscb.2021.100008>

SCHELL, J. **Art of game design: a book of lenses, second edition**. Pittsburgh, Pennsylvania, USA. 2015.

Scopus. Disponível em:
<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>.
 Acesso em: (5 junho 2024).

SERICE, L. **Prisms of Neuroscience: Frameworks for Thinking About Educational Gamification**. AI, Computer Science and Robotics Technology. IntechOpen. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/acrt.13>. Acesso em: 16 de abril de 2024.

SHALLCROSS, D. C. **Safety education through case study presentations**. Education for Chemical Engineers, v. 8, n. 1, p. e12 - e30, 2013.

SHANNON, J. **The history of gamification—journey from 1896 to the 21st century.** Disponível em: <https://www.gamify.com/gamification-blog/the-history-of-gamification>. Acesso em: 16 de abril de 2024.

SILVA, M. **Sala de Aula Interativa: A educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania.** Mato Grosso do Sul: INTERCOM, 2001.

SURENDELEG, G. et al. **The role of gamification in education—a literature review.** Contemporary Engineering Sciences, v. 7, n. 29, p. 1609–1616, 2014.

UMESH, Mathur et al. **Fundamentals of process safety.** New York: CRC Press, 2021.

WERBACH, K., **(Re)Defining Gamification: A Process Approach (2014).** Persuasive 2014, LNCS 8462, pp. 266-272 , Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3578584>

VILARES, A; SILVA, M. **Interatividade como perspectiva comunicacional no laboratório de informática: um desafio ao professor.** Anais da 28ª ANPEd. Caxambu, 2005.

ANEXO 1 - Cartas do *SP Game*

Incêndios

2) Considerada um perigo silencioso, cerca de 70% das poeiras industriais são consideradas explosivas. As explosões em nuvem de poeiras são classificadas com base na pressão máxima e na velocidade do aumento de pressão alcançadas. Explique por que as explosões de poeiras tendem a causar danos significativos com base nesse conceito.

Dispersão Atmosférica

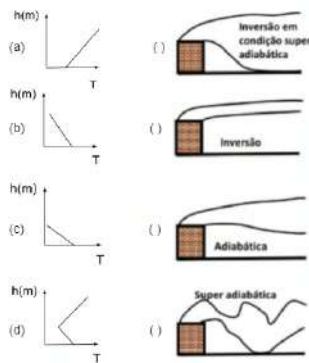
1) Qual mecanismo de dispersão é resultado de uma liberação quase instantânea de conteúdo e que se desloca com o vento, mantendo concentração elevada?

Dispersão Atmosférica

2) Cite três fatores que afetam a dispersão atmosférica de materiais tóxicos:

Dispersão Atmosférica

3) A estabilidade atmosférica interfere diretamente no tipo de pluma formada. Sendo assim, relacione os gráficos de temperatura com os tipos de plumas formadas.



Perguntas introdutórias

1) Qual a diferença entre incidente de processos e acidente de processos?

Perguntas introdutórias

2) Qual a diferença entre segurança e saúde de ocupacional (SSO) e segurança de processos (SPPP)?

Perguntas introdutórias

3) Qual a diferença entre perigo e risco?

Perguntas introdutórias

4) Assinale corretamente qual cor utilizada em SSO está relacionada com o tipo de perigos que ela representa.

- a) Verde - Perigo ergonômico, que tem como agentes a postura e o esforço até a repetição das tarefas.
- b) Vermelho - Perigo biológico, que tem como agentes vírus, fungos, bactérias e os outros micro-organismos que podem causar sérios danos à saúde dos funcionários.
- c) Amarelo - Perigo físico, que vão desde ruídos, vibrações, temperaturas elevadas, frio, radiação e umidade até pressão
- d) Azul - Perigo de acidente, incêndio, explosão, quedas, descargas elétricas e fraturas.
- e) Marrom - Perigo químico, que inclui como agentes poeira, fumo, gás, névoa e substâncias químicas em geral;

Perguntas introdutórias

5) "Os sistemas instrumentados de segurança (SIS) têm por principal objetivo tornar as plantas e suas malhas capazes de entrarem em falha segura..." (Alberton, 2023). Sobre os SIS não se deve afirmar que:

- a) Atuam acima da camada de controle do processo.
- b) São mitigadores, intervêm logo após a camada de alarme.
- c) Composto por sensores, unidades lógicas e atuadores.
- d) Garantem a parada de emergência dentro dos limites considerados seguros, sempre que a operação ultrapassar estes limites.
- e) Devem atuar de forma independente do sistema de controle.

Perguntas introdutórias	Perguntas introdutórias	Perguntas Relâmpago
6) Cite 4 sistemas SIS desejáveis em plantas industriais de médio a grande porte:	7) Não é característica de um projeto inerentemente seguro: a) Uso de tecnologias que atuam em condições menos severas. b) Menor inventário de componentes químicos. c) Substituição de químicos perigosos. d) Instalações e procedimentos mais complexos e incrementados. e) Produção de componentes químicos perigosos in loco e em tempo real.	1) Julgue o item a seguir como correto ou errado: "O produto químico classificado como perigoso à segurança e à saúde deve conter rotulagem preventiva simplificada com, no mínimo, a indicação do nome e a informação de que se trata de um produto classificado como perigoso."
2) Julgue o item a seguir como correto ou errado: "Os equipamentos de proteção individual devem estar disponíveis para devida proteção aos funcionários do laboratório. A empresa é obrigada a disponibilizar todos os equipamentos necessários à proteção dos funcionários."	3) Julgue o item a seguir como correto ou errado: "Planos de prevenção de incêndio devem ser implementados em todos os laboratórios, principalmente naqueles onde são utilizados materiais inflamáveis e/ou de fácil combustão."	4) Julgue o item a seguir como correto ou errado: "Para a destilação, certificar-se que a aparelhagem montada é compatível com a atividade e que o procedimento está sendo realizado em local próprio. Para a destilação, o recomendado é o banho-maria. Jamais empregar chama direta."
5) Julgue o item a seguir como correto ou errado: "Torna-se necessária a utilização de capelas de exaustão para manusear substâncias tóxicas e de cabina de fluxo laminar para material biológico patogênico."	6) Sobre as noções básicas de segurança, primeiro socorros e descarte de resíduos, julgue o item a seguir como verdadeiro ou falso: "Ao se realizar a diluição de ácidos concentrados em água, deve-se sempre utilizar a capela de exaustão, adicionando, lentamente, a água sobre o ácido"	7) Sobre as noções básicas de segurança, primeiro socorros e descarte de resíduos, julgue o item a seguir como verdadeiro ou falso: "Caso ocorra acidente com ácidos por contato com a pele, a medida de primeiros socorros inicial é secar a pele com pano e aplicar pomada contra queimaduras"

Perguntas Relâmpago

8) Para o armazenamento de produtos químicos, julgue como certo ou errado a prática abaixo:

"Ácidos e Bases devem ser estocados em armários diferentes e também separados em sólidos e líquidos"

Perguntas Relâmpago

9) Para o armazenamento de produtos químicos, julgue como certo ou errado a prática abaixo:

"Sais e ácidos fortes devem ser armazenados na mesma prateleira, como por exemplo, o cloneto de potássio e ácido clorídrico"

Perguntas Relâmpago

10) Para o armazenamento de produtos químicos, julgue como certo ou errado a prática abaixo:

"Compostos voláteis devem ser armazenados dentro da capela de exaustão, para que o ambiente do laboratório não seja contaminado."

Perguntas Relâmpago

11) Para o armazenamento de produtos químicos, julgue como certo ou errado a prática abaixo:

"Líquidos inflamáveis devem ser estocados distantes de fontes de ignição e de produtos oxidantes"

Perguntas Relâmpago

12) Para o armazenamento de produtos químicos, julgue como certo ou errado a prática abaixo:

"Peróxidos devem estar distantes de tubulações de água, pois são altamente reativos com esta substância"

Perigos de Componentes Químicos

1) O armazenamento de componentes químicos, seja em laboratório ou em plantas industriais deve ser realizado levando em conta:

- A compatibilidade química e a temperatura de Fulgor dos componentes.
- A ordem alfabética dos nomes dos componentes e a capacidade dos recipientes de armazenamento.
- O perigo tóxico dos componentes e a capacidade dos recipientes de armazenamentos.
- A demanda dos componentes no experimento ou processo e a temperatura de Fulgor dos componentes.
- A capacidade dos recipientes de armazenamentos e temperatura de Fulgor dos componentes.

Perigos de Componentes Químicos

2) Considere as figuras abaixo. As figuras 1, 2 e 3, representam, respectivamente:

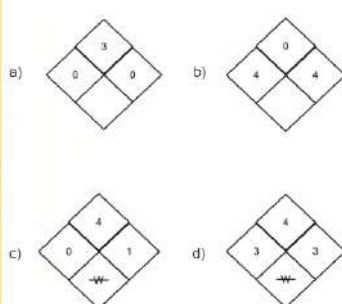


- Risco radioativo, Risco biológico e Risco de explosão
- Risco biológico, Risco radioativo e Risco de choque
- Risco de morte, Risco radioativo e Risco de incêndio
- Risco tóxico, Risco de explosão e Risco de choque
- Risco de saúde, Risco radioativo, Risco de explosão

Adaptado de COMPERVE - 2015 - UFRR - Técnico de Laboratório - Patologia

Perigos de Componentes Químicos

3) O diamante de Hommel mais adequado para estar presente numa garrafa de álcool etílico é:



Adaptado da COVEST-COPSET - 2019 - UFPE - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

4) Observe o Diamante de Hommel de uma determinada substância química e assinale o item correto.



- O produto oferece apenas riscos moderados à saúde de quem o manipula.
- O produto é estável, mas há risco de instabilidade de for aquecido.
- Esta substância não apresenta nenhum tipo de risco ao usuário.
- Trata-se de uma substância sem nenhum risco de ignição.
- Trata-se de uma substância altamente reativa.

Adaptado de FDC - 2019 - Unilab - Técnico de Laboratório - Microscopia

Perigos de Componentes Químicos

5) Os riscos representados no diagrama de Hommel, associados às cores são os seguintes:

- a) Verde – Perigo para a Saúde; Amarelo – Risco de Contágio Biológico; Vermelho – Risco de Explosão.
- b) Branco – Risco de Contágio Biológico; Amarelo – Inflamáveis; Azul – Perigo para a Saúde.
- c) Verde – Risco de Contaminação Ambiental; Branco – Perigo para a Saúde.
- d) Vermelho – Risco de Explosão; Amarelo – Risco de Contágio biológico; Verde – Perigo para a Saúde.
- e) Vermelho – Inflamabilidade; Azul – Perigo para a Saúde; Amarelo – Reatividade; Branco – Riscos Especiais.

Adaptado de FUNRIO - 2014 - INSS - Analista - Engenharia em Segurança do Trabalho

Perigos de Componentes Químicos

6) Sobre o diagrama de Hommel é correto afirmar que:

- a) A cor vermelha representa a reatividade.
- b) A cor azul representa a isenção de riscos.
- c) A cor amarela representa a inflamabilidade.
- d) A cor azul representa risco à saúde.
- e) A cor vermelha representa a isenção de riscos.

Adaptado de CDEP/RJ - 2012 - CEDAE/RJ - Operador de Tratamento de Água

Perigos de Componentes Químicos

7) A respeito das normas de segurança num laboratório de química, é possível afirmar que:

- a) Alimentos podem ser ingeridos no interior do laboratório, se em local afastado de onde os reagentes são manipulados.
- b) Óculos de segurança com proteção lateral são necessários para proteger da projeção de líquidos e fragmentos sólidos quando o agente estiver atuando na capela.
- c) Quando houver derramamento de líquidos voláteis, deve-se deixar secar naturalmente.
- d) Solventes orgânicos e ácidos concentrados devem ser manipulados somente em capela.
- e) Podem ser usados poliéster e algodão na confecção dos jalecos e guardas-pó.

Adaptado de PR-4 UFRJ - 2017 - UFRJ - Técnico em Química

Perigos de Componentes Químicos

8) São equipamentos de proteção individual e coletiva:

- a) Máscara de proteção, capela de fluxo laminar e kitassato.
- b) Jaleco, extintor de incêndio e funil de Buchner.
- c) Luvas, óculos de proteção e capela de exaustão.
- d) Luvas, jaleco e bico de Bunsen.
- e) Máscara de proteção, extintor de incêndio e bico de Bunsen.

Adaptado de UECE-CEV - 2018 - SEDUC-CE Biologia

Perigos de Componentes Químicos

9) As válvulas que são empregadas quando se quer impedir, em determinada linha, qualquer possibilidade de retorno do fluido por inversão do sentido do escoamento e que consiste, basicamente, em um orifício com uma tampa flutuante, que se abre livremente em um sentido, mas bloqueia a passagem no sentido contrário é chamada de válvula de:

- a) Retenção.
- b) Segurança.
- c) Inversão.
- d) Sentido único.
- e) Sentido duplo.

IESES - 2017 - CEGÁS - Analista Técnico - Engenharia de Segurança do Trabalho

Perigos de Componentes Químicos

10) Um corredor de um almoxarifado contém um estoque dos seguintes solventes orgânicos: ciclo hexano, n-hexano, etanol, metanol e acetona. A sinalização de segurança presente em todas as garrafas é:



Adaptado de COVEST-COPSET - 2016 - UFPE - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

11) Com relação à segurança e higiene em laboratório, recomenda-se:

- a) Usar a capela em manipulações de substâncias tóxicas e voláteis.
- b) Adicionar água lentamente em ácido sulfúrico ao realizar um processo de diluição desta substância.
- c) Cheirar substâncias líquidas incolores para identificação de frascos caso sejam não nomeados.
- d) Descartar soluções concentradas de ácidos e bases diretamente nas pias.
- e) Consumir ou armazenar comida dentro do laboratório.

IF-TO - 2016 - IF-TO - Técnico de Laboratório - Modificada

Perigos de Componentes Químicos

12) Com relação às normas de higiene e segurança do laboratório, assinale a alternativa correta.

- a) Usar óculos de proteção, havendo exceção nos casos em que o operador estiver usando lentes de contato.
- b) Assegurar que haja um local no laboratório destinado às refeições rápidas.
- c) Deve-se estar familiarizado com a localização do estojo de primeiros socorros do laboratório.
- d) Recomenda-se o uso de avental ou jaleco sintético, pois dificulta o contato do reagente químico com a pele.
- e) Deve-se evitar a presença de pessoas além do técnico no laboratório ao manusear um produto volátil e tóxico.

Adaptada de FCPG - 2019 - Unilab - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

13) Para o desenvolvimento do trabalho em laboratório, é necessário observar as normas de segurança. Uma dessas normas prevê o seguinte:

- a) Substâncias voláteis inodoras podem ser manipuladas fora da capela.
- b) Dentro do ambiente laboratorial, é possível fumar fora dos horários de realização dos experimentos.
- c) Toda solução ou resíduo produzido no laboratório deve ser devidamente rotulado.
- d) Deve-se adicionar água lentamente em ácidos fortes para a preparação de soluções.
- e) A organização dos componentes químicos na prateleira deve seguir a ordem alfabética.

Adaptada de COMPERVE - 2015 - UFRN - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

14) NÃO devem ser estocados na mesma prateleira de um armário

- a) H_2SO_4 e HCl .
- b) hexano e etanol.
- c) NaOH e $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- d) acetonitrila e metanol.
- e) H_2O_2 e etanol.

Adaptado de CESORANRIO - 2014 - DEFET-RJ - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

15) A alternativa que define corretamente a sigla FISPQ é:

- a) Ficha de Impacto à Saúde dos Produtos Químicos.
- b) Ficha de Identificação de Segurança das Propriedades Químicas.
- c) Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos.
- d) Fator de Impacto à Saúde pela Periculosidade Química.
- e) Ficha de Identificação de Segurança de Produtos Químicos.

Adaptado de IF-MT - 2019 - IF-MT - Técnico em Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

16) Levando em conta a incompatibilidade química de certos reagentes, quais das combinações abaixo podem ser armazenadas em conjunto.

- a) Hipoclorito de sódio e amônia.
- b) Ácido sulfúrico e permanganato de potássio
- c) Ácido sulfúrico e nitrato de sódio.
- d) Carbeto de cálcio e água.
- e) Benzeno e clorofórmio.

Adaptado de IF-CE - 2017 - IF-CE - Técnico de Laboratório - Ciência da Natureza

Perigos de Componentes Químicos

17) Para minimizar riscos e acidentes em laboratórios de ensino, deve-se considerar que:

- a) O planejamento de procedimentos de estocagem deve ser informado aos usuários
- b) A manipulação dos materiais é uma etapa menos importante do que a estocagem.
- c) A natureza de cada produto independe das reações que ele promove.
- d) O armazenamento em áreas comuns evita interações químicas entre os reagentes.
- e) O descarte de ácidos e bases fortes deve ser feito em pilas para evitar contaminação.

Adaptado de MG - 2016 - UFU-MG - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

18) De acordo com a característica que pode claramente ser associada a cada reagente, apresente a associação CORRETA entre o reagente e sua característica, em ordem direta, de cima para baixo:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| I – Ácido sulfúrico | () Carcinogênico |
| II – Benzeno | () Inflamável |
| III – Potássio metálico | () Explosivo |
| IV – Acetona | () Corrosivo |
| V – Peróxido de hidrogênio | () Oxidante |

- a) I – II – IV – III – V
- b) II – IV – V – I – III
- c) II – IV – III – I – V
- d) V – II – III – IV – I
- e) V – II – III – I – IV

Adaptado de IF-RS - 2018 - IF-RS - Técnico de Laboratório - Química

Perigos de Componentes Químicos

19) Esse pictograma refere-se a:



- a) Substâncias inflamáveis.
- b) Substâncias oxidantes.
- c) Gases sob pressão.
- d) Explosivos.
- e) Corrosivos.

Adaptado de CESORANRIO - 2018 - Petrobrás - Engenheiro de Meio Ambiente Júnior

Perigos de Componentes Químicos

20) Esse pictograma refere-se a:



- a) Substância irritante.
- b) Gases sob pressão.
- c) Substância oxidante.
- d) Nocivo ao ambiente aquático.
- e) Substância inflamável.

Adaptado de CESORANRIO - 2018 - Petrobrás - Engenheiro de Meio Ambiente Júnior

Perigos de Componentes Químicos

21) Esse pictograma refere-se a:



- a) Nocivo ao ambiente aquático.
- b) Substância Corrosiva.
- c) Substância inflamável.
- d) Substância carcinogênica.
- e) Gás pressurizado.

Adaptado de CESORANRIO - 2018 - Petrobrás - Engenheiro de Meio Ambiente Júnior

Perigos de Componentes Químicos

22) Os símbolos constantes do desenho, considerando a partir do primeiro indicado na parte superior e em sentido horário, indicam que o produto é:



- a) Reativo, explosivo, mutagênico e tóxico.
- b) Inflamável, carcinogênico, corrosivo e tóxico.
- c) Explosivo, reativo, inflamável e carcinogênico.
- d) Inflamável, reativo, corrosivo e tóxico.
- e) Reativo, extremamente tóxico, explosivo e reativo.

Adaptado de UNESP - 2010 - UNESP - Assistente de Suporte Acadêmico I

Sistemas de Alívio

- 1) Sistemas de alívio geram perda de contenção. Esta descarga de emergência pode ser do tipo:
- Direta para a atmosfera, apenas sob condições em que não haja diluição ambiente.
 - Contenção total para um recipiente conectado, com o descarte final sendo imediato.
 - Contenção parcial, na qual a descarga não é tratada antes da liberação.
 - Combustão em flare, em que tem-se um separador gravitacional com coletor de líquidos e envio de gases para o flare.
 - Todas as alternativas anteriores.

Sistemas de Alívio

- 2) Disco de rupturas podem ser usados em série com válvulas PSVs, aumentando a vida útil das mesmas. Não está correto:
- Proteger as PSVs de um ambiente corrosivo.
 - Proteger as PSVs de entupimentos e/ou de incrustações.
 - Fornecer isolamento ao manusear produtos químicos extremamente tóxicos ou gases inflamáveis.
 - Proteger as PSVs de fluidos inflamáveis e explosivos.
 - Todas alternativas anteriores.

Sistemas de Alívio

- 3) Cite os tipos de alívio:

Sistemas de Alívio

- 4) Cite 3 vantagens do disco de ruptura em relação a PSVs:

Sistemas de Alívio

- 5) Cite 3 dificuldades associadas ao uso do disco de ruptura:

Sistemas de Alívio

- 6) Sobre os tipos de pressões empregados em alívios de processos, é incorreto afirmar que:
- A pressão de ajuste é aquela especificada para start do sistema de alívio.
 - A pressão operacional é aquela especificada no projeto para operação em condições normais.
 - A pressão máxima de operação é aquela especificada para incluir condições fora do projeto, por exemplo, start ou desligamento da planta.
 - A PMTA é o maior valor de pressão a que um sistema pode ser submetido continuamente.
 - O valor da PMTP deve ser diferente do valor da PMTA, especialmente em casos de incêndios.

Sistemas de Alívio

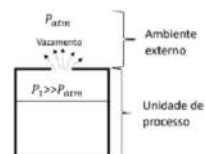
- 7) Sobre a definição do valor de PMTA, é incorreto afirmar que:
- Leva em conta o projeto, a resistência dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e seus parâmetros operacionais.
 - Corresponde a pressão manométrica máxima que o componente mais fraco do sistema pode suportar com segurança uma temperatura designada.
 - É aquela especificada para start do sistema de alívio.
 - Varia de 10% a 25% acima da pressão máxima de operação do sistema.
 - A pressão de ajuste mais alta é igual à PMTA, exceto em caso de incêndio.

Vazamentos

- 1) Vazamento em uma das válvulas conectadas ao reator são considerados como:
- Liberação de abertura ampla.
 - Liberação de abertura limitada.
 - Liberação de vazamento espontâneo.
 - Liberação não - nociva.
 - Liberação em conexão.

Vazamentos

- 2) Para um recipiente de processo que opera em com conteúdo líquido com pressão muito acima da atmosférica, e que foi identificado um vazamento acima do nível do líquido, o fluxo do vazamento se encontra:



- Vaporizado apenas.
- Em líquido apenas.
- Vaporizado ou bifásico.
- Bifásico apenas.
- Líquido ou bifásico.

Vazamentos

3) A equação geral de dispersão é frequentemente empregada na estimativa das concentrações de materiais tóxicos exalados de uma fonte em alturas e distâncias específicas. Entretanto, muitas vezes são empregadas hipóteses simplificadoras para obter uma equação mais reduzida. Qual seria a equação mais apropriada quando admite-se um dia sem vento e um coeficiente de difusividade dependente da direção como simplificações do modelo?

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial \eta} (C_i u_{i,\eta}) + k_{L,\eta} \frac{\partial^2 C_i}{\partial \eta^2}$$

- a) $\frac{\partial C}{\partial t} + u_{\eta} \frac{\partial C}{\partial \eta} = \frac{\partial}{\partial \eta} (k_{\eta} \frac{\partial C}{\partial \eta})$
 b) $\frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} = 0$
 c) $\frac{1}{k} \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$
 d) $k_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + k_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} = 0$
 e) $\frac{\partial C}{\partial t} = k_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + k_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$

Vazamentos

4) Diga 2 métodos de contramedidas para atenuar a emissão de poluentes empregados em plantas.

Dispersão Atmosférica

1 - Puff

2 - A velocidade do vento; O tipo de relevo; A estabilidade atmosférica/ Clima; Altura da emissão em relação ao solo; Empuxo inicial/densidade do gás.

3 - A ordem correta da questão é D, C, B, A.

Incêndios

2 - Algumas razões pelas quais as explosões de poeiras são perigosas:

Combustibilidade;
 Formação de nuvem;
 Elevadas pressões e velocidades;
 Detonação secundária (As explosões de poeiras podem desencadear detonações secundárias ao atingir outras áreas onde há acumulação de poeira. Isso pode levar a uma reação em cadeia, resultando em múltiplas explosões em um local industrial);
 Poeira fina;
 Dispersão fácil;
 Danos à saúde e segurança.

Incêndios

1 - Incorreta.

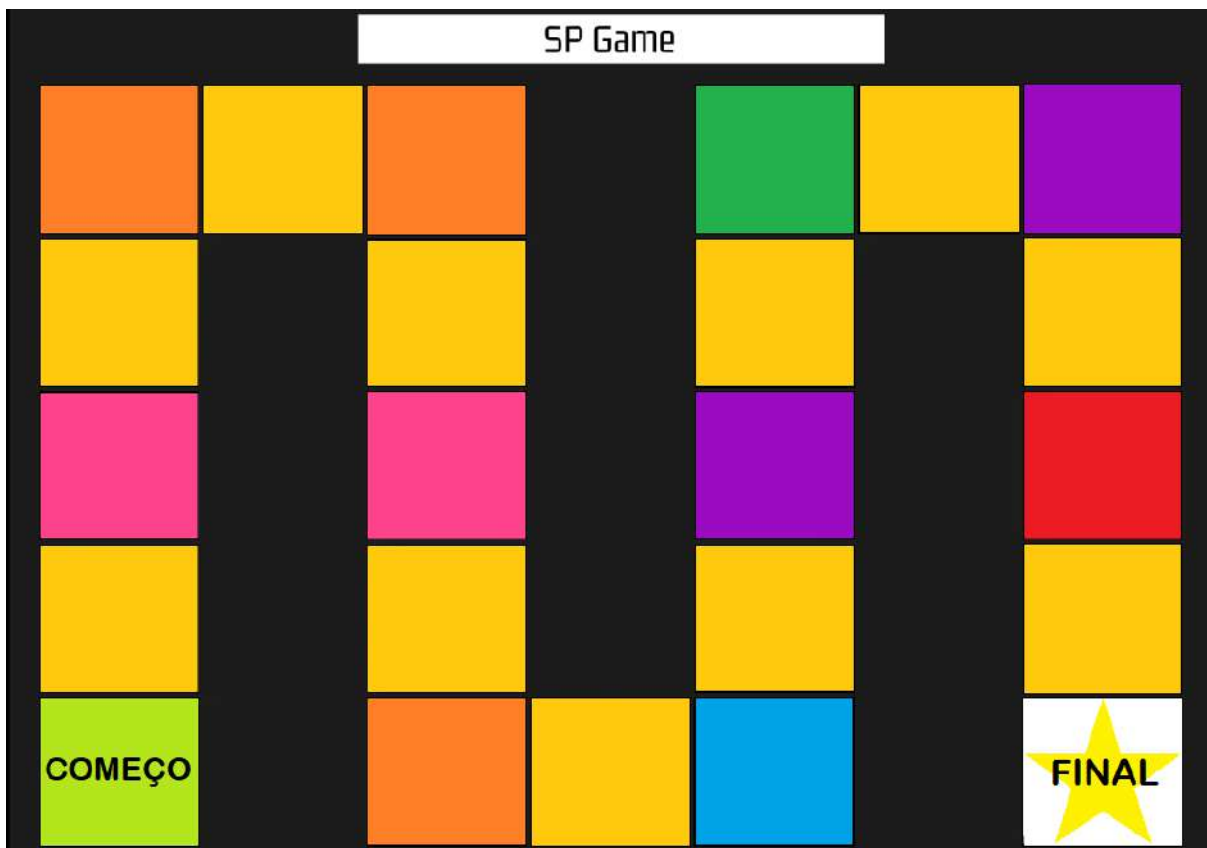
(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) BLEVE ocorre quando um recipiente contendo um líquido inflamável sob pressão sofre uma falha, levando à liberação súbita do líquido. Isso resulta em uma rápida vaporização do líquido, seguida por uma explosão de vapor.

(Vapor Cloud Explosion) VCE ocorre quando uma nuvem de vapor inflamável se mistura com o ar em proporções adequadas para a formação de uma atmosfera explosiva. A ignição dessa nuvem resulta em uma explosão. A principal diferença entre BLEVE e VCE é que o primeiro está relacionado a falhas em recipientes pressurizados, enquanto o último está relacionado a nuvens de vapor inflamáveis. Portanto, BLEVE é um subconjunto de VCE, mas nem toda VCE é um BLEVE.

Perguntas Relâmpago

- 1- Falso
 2- Correto
 3- Correto
 4- Correto
 5- Correto
 6- Falso
 7- Falso
 8- Correto
 9- Falso
 10- Falso
 11- Correto
 12- Falso

	1	2																						
Perigos de Componentes Químicos <table> <tr><td>1-a</td><td>12-c</td></tr> <tr><td>2-b</td><td>13-c</td></tr> <tr><td>3-a</td><td>14-e</td></tr> <tr><td>4-b</td><td>15-c</td></tr> <tr><td>5-e</td><td>16-e</td></tr> <tr><td>6-d</td><td>17-a</td></tr> <tr><td>7-d</td><td>18-c</td></tr> <tr><td>8-c</td><td>19-b</td></tr> <tr><td>9-a</td><td>20-a</td></tr> <tr><td>10-c</td><td>21-e</td></tr> <tr><td>11-a</td><td>22-b</td></tr> </table>	1-a	12-c	2-b	13-c	3-a	14-e	4-b	15-c	5-e	16-e	6-d	17-a	7-d	18-c	8-c	19-b	9-a	20-a	10-c	21-e	11-a	22-b	Perguntas Introdutórias 1 - Incidentes são falhas que podem levar a acidentes. Acidente é um incidente que causou danos, que levou a perda de contenção 2 - SSO: Área que estuda e implementa estratégias, medidas e ações que evitam ou mitigam danos aos trabalhadores especificamente. O foco é a segurança do trabalhador. SPPP: Área que estuda e implementa medidas e ações que evitam ou mitigam a perda de contenção e danos de infraestrutura na planta industrial. O foco é a segurança da planta industrial. 3 - Perigo é a condição potencialmente causadora de danos. Risco é a avaliação do perigo, é a medida de danos resultante da combinação entre severidade e a frequência de ocorrência de um perigo.	Perguntas Introdutórias 4 - d 5 - b 6 - Partial Shutdown System (PSD), Emergency Shutdown System (ESD), Burner Management System (BMS), Fire and Gas System (F&G). 7 - d
1-a	12-c																							
2-b	13-c																							
3-a	14-e																							
4-b	15-c																							
5-e	16-e																							
6-d	17-a																							
7-d	18-c																							
8-c	19-b																							
9-a	20-a																							
10-c	21-e																							
11-a	22-b																							
Sistemas de Alívio 1 - d 2 - d 3 - Disco de rupturas, válvula de alívio, válvula de segurança e válvulas de segurança e alívio. 4 - Mais baratos; Podem ser construídos em diferentes tamanhos; Podem ser construídos de materiais variados (e.g., materiais resistentes à corrosão). 5 - Falha prematura por flexão do metal frente à alta variabilidade da pressão; Falha em operações a vácuo, se não for projetado para este serviço; Atuação irreversível, pois precisam ser substituídos depois de acionados; Perda de contenção após acionados até a realização da substituição. 6 - e 7 - c	Vazamentos 1 - b 2 - c 3 - e 4 - Sprays de água; Cortinas de água, de vapor e de ar; Espumas; Ignição deliberada de nuvens explosivas; Diluição																							

ANEXO 2 - Tabuleiro do *SP Game*

ANEXO 3 - Comandos da plataforma virtual

Essa seção apresenta os principais comandos do jogo *SP Game* na plataforma Tabletopia, visto que é um programa que necessita de instruções prévias para acessar e iniciar sem dificuldades.

- Controlar a câmera:

1. **Mover a câmera:** Utilize as teclas W, A, S e D, as setas do teclado ou arraste com o botão esquerdo do mouse.
2. **Rotacionar a câmera:** Arraste com o botão direito do mouse.
3. **Zoom:** Use as teclas + ou - para aproximar ou afastar a câmera. Também pode ser utilizado a rodinha do mouse para isso.
4. **Salvar uma posição da câmera:** Segure shift e aperte algum número de 1 a 9 para salvar a posição atual da câmera. Para ir para uma posição de câmera salva aperte o número que foi pré-definido.

- Interagir com objetos:

1. **Abrir o menu radial:** Aperte o botão direito do mouse em um objeto. As opções do menu irão aparecer conforme a Figura 15.
2. **Mover um objeto:** Segure o botão esquerdo do mouse e arraste para a posição desejada.
3. **Rotacionar um objeto:** Coloque o mouse em cima do objeto e aperte Q/E, ou segure Crlt e mova o objeto com o botão esquerdo do mouse.
4. **Virar um objeto:** Aperte o botão esquerdo do mouse no objeto e pressione F, ou aperte o botão direito do mouse no objeto e escolha na roda de escolha “Flip” no menu radial.
5. **Bloquear um objeto:** Aperte o botão esquerdo do mouse em um objeto e pressione L, ou aperte o botão direito do mouse nele e selecione “Lock” no menu radial.
6. **Desbloquear um objeto:** Aperte L novamente no objeto, ou selecione “Unlock” no menu radial após apertar com o botão direito do mouse nele.
7. **Rodar o dado:** Selecione o dado com o botão esquerdo do mouse e pressione R, ou selecione com o botão direito do mouse o dado e escolha a opção de “Roll” no menu radial.

8. **Selecionar vários objetos:** Segure o botão Shift e com o botão esquerdo do mouse arraste até selecionar os objetos desejados, após isso solte ambos os botões. É possível interagir com o grupo de objetos da mesma forma que um objeto único.
- Interagir com as cartas:
1. **Ler a carta:** Clique duas vezes com o botão esquerdo do mouse na carta. Ela será então ampliada para o centro da tela. Clique fora da carta para diminuir a carta.
 2. **Virar a carta:** Selecione a carta ou o deck e aperte F, ou clique com o botão direito e escolha a opção “Flip” no menu radial.
 3. **Pegar uma carta do deck:** Clique no deck com o botão direito do mouse, escolha a opção “Take” e quantas cartas quer tirar do deck no menu radial.
 4. **Comprar uma carta do deck:** Clique no deck com o botão direito do mouse, escolha a opção “Draw” e quantas cartas quer comprar para a sua mão do deck no menu radial.
 5. **Embaralhar o deck:** Clique no deck com o botão direito do mouse e escolha a opção “Shuffle” no menu radial para embaralhar o deck.
 6. **Colocar uma carta na mão:** Arraste uma carta até a margem inferior do navegador até aparecer uma linha branca. Solte a carta para colocá-la em sua mão. Ou pressione T com o objeto selecionado.
 7. **Tirar uma carta da mão:** Arraste a carta desejada de sua mão para o tabuleiro.
 8. **Esconder/Mostrar a mão:** Pressione H para esconder/mostrar a mão para apenas você, ou clique com o botão direito do mouse no seu avatar e escolha no menu radial.
 9. **Empilhar cartas:** Arraste uma carta com o botão esquerdo do mouse para cima da outra e espere a cor da de baixo se tornar laranja. Solte a carta e ela será considerada empilhada no topo do deck. Segure Shift para colocar a carta selecionada no final do deck.

Figura 15: Menu radial ao interagir com um deck de cartas na plataforma *Tabletopia*.



Fonte: *Tabletopia*.

A plataforma *Tabletopia* possui inúmeros comandos diferentes, e nessa seção é redigido apenas acerca dos comandos necessários para iniciar e participar do jogo. Estão disponíveis vídeos com instruções que detalham todos os comandos para jogar o *SP Game* no link:

<https://help.tabletopia.com/knowledge-base/video-tutorial/>

ANEXO 4 - Publicações relacionadas ao Tema

- Apresentação na SIAC/UFRJ sob o tema - **Gamificação para ensino e treinamento em segurança de processos e prevenção de perdas: HAZOPgame**

ÁREA PRINCIPAL: **Pesquisa**

MODALIDADE DE APRESENTAÇÃO: **Oral**

ARTIGO: **1781**

TÍTULO: **GAMIFICAÇÃO PARA ENSINO E TREINAMENTO EM SEGURANÇA DE PROCESSOS E PREVENÇÃO DE PERDAS: HAZOPGAME**

AUTOR(ES) : **ERICK NEVES JORDAN, RICARDO VITOR COSTA LIMOIRO**

ORIENTADOR(ES): **KESE ALBERTON**

RESUMO:

A área de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (SPPP) tem como objetivo a prevenção e mitigação de acidentes de processos industriais. Plantas industriais apresentam perigos que precisam ter seus riscos caracterizados e gerenciados, pois acidentes de processos podem causar enormes prejuízos, na forma de danos: (i) letais ou irreversíveis à saúde de pessoas, (ii) materiais e de infraestrutura às instalações industriais, (iii) financeiros, sejam por paradas de operações, reparos ou indenizações e desvalorização de ações, (iv) de produção por parada de operação, (v) de imagem e reputação com grande desvalorização da marca. Neste sentido, o estudo e a prática de SPPP tornam-se mandatórios e urgentes. Atualmente, a aprendizagem baseada em jogos vem ganhando notoriedade, como metodologia eficaz em maximizar o desempenho de estudantes e melhorar o treinamento de profissionais (UDEOZOR et al., 2021). Desta forma, o uso de jogos em SPPP, além de desenvolver as habilidades técnicas também desenvolve atividades comportamentais, que predispõe positivamente os jogadores à cultura de segurança. De acordo com AL-AZAWI et al. (2016), dentre os benefícios da gamificação na educação pode-se citar: (i) melhor experiência de aprendizagem, (ii) melhor ambiente de aprendizagem, (iii) retorno imediato, (iv) promoção de mudanças comportamentais, (v) pode ser aplicado para a maioria das necessidades de aprendizagem. Com este foco, o objetivo deste trabalho é apresentar um jogo para aprendizagem de conceitos e resolução de problemas em SPPP, baseado na técnica HAZOP. Trata-se de um jogo de tabuleiro, tipo de jogo bastante popular entre jovens, de formato simples e fácil execução, sendo idealizado para equipes de 2 a 4 jogadores. Implementado em plataforma virtual, o jogo pode ser acessado através de um link, que torna qualquer indivíduo o anfitrião de uma sala virtual, onde é possível convidar outros indivíduos para interagir, ou seja, "jogarem uma partida". A plataforma de criação e administração de jogos online utilizada é chamada "Tabletopia", sendo o seu acesso gratuito, o que torna o jogo de livre acesso. O progresso dos jogadores depende inteiramente das suas respostas às perguntas atreladas a diversos problemas de SPPP implementadas na forma de uma coletânea de cartas temáticas. Para respostas certas o jogador é recompensado, para respostas incorretas o jogador é penalizado. Inicialmente pensado para a disciplina de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (EOE592), podendo se estender a outros cursos, o jogo encontra-se em fase de aprimoramento para ser testado uma primeira vez em sala de aula, com foco na ampliação de temas abordados para criação de novas cartas, aumento do nível de desafios e incrementos nas regras. Na conclusão do mesmo, pretende-se realizar ampla divulgação para que esta ferramenta de aprendizagem possa ser utilizada em salas de aulas de universidades, estudo extraclasse e treinamentos de profissionais.

BIBLIOGRAFIA: UDEOZOR, C.; TOYODA, R.; ABEGÃO, F. R.; GLASSEY, J. Perceptions of the use of virtual reality games for chemical engineering education and professional training. *Higher Education Pedagogies*, v. 6, n. 1, p. 175-194, 2021. AL-AZAWI, R.; AL-FALITI, F.; AL-BLUSHI, M. Educational gamification vs. game based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, v. 7, n. 4, p. 132-136, 2016.

- Apresentação no ENBEC 2023 sob o tema - **Gamificação no ensino de segurança de processos: SP Game**



SP GAME: GAMEFICAÇÃO NO ENSINO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS

Nomes dos autores: ALBERTON, A.L.¹; ALBERTON, K.P.F.²; JORDAN, E.N.² e LIMOIEIRO, R.V.C.²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Química

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química

E-mail para contato: kesa@eq.ufrj.br

INTRODUÇÃO

A área de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas (SPPP) tem como objetivo a prevenção e mitigação de acidentes de processos industriais. Plantas industriais apresentam perigos que precisam ter seus riscos caracterizados e gerenciados, pois acidentes de processos podem causar enormes prejuízos na forma de danos financeiros, físicos e psicológicos.

Em outra instância, a aprendizagem baseada na utilização de jogos vem ganhando notoriedade como metodologia eficaz em maximizar o desempenho dos estudantes e melhorar o treinamento de profissionais (UDEOZOR et al., 2021). Esse novo método de ensino aumenta o engajamento dos participantes, que apresentam sinais de progresso imediatos, bem como auxilia na retenção de informações chave e mudanças comportamentais (AL-AZAWI; AL-FALITI; AL-BLUSHI, 2016) tornando-se forte aliado na formação profissional uma vez que pouco se fala sobre o tema em sala de aula (REIMANN et al., 2021). Desta forma, o foco deste trabalho é a criação e implementação de um jogo de tabuleiro (SP Game) no ambiente de ensino, buscando auxílio na memorização e no ensino da segurança de processos através de uma interação mais profunda entre a disciplina e os alunos.

PROCESSO

Desenvolvido no âmbito da disciplina de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas da graduação em engenharia química da UFRJ, o SP Game foi implementado e aperfeiçoado na plataforma online e gratuita Tabletopia, vista na Figura 1. O jogo requer a participação de dois a quatro jogadores e conexão com a internet, além de uma conta no site, para ser iniciado. O SP game é um jogo de tabuleiro em que o objetivo dos jogadores é cruzar rotas pré-determinadas no tabuleiro até que se chegue ao final da rota, como visto na Figura 2. Para se atravessar a rota do tabuleiro é necessário uma mistura de sorte e habilidade, onde o conhecimento sobre elementos de segurança de processos é necessário para responder perguntas que serão ativadas através de demarcações na rota. Em seu turno, cada jogador irá rolar o dado e andar no tabuleiro a quantidade referida de casas. Caso acerte a pergunta, o jogador irá aguardar o seu turno para rolar os dados outra vez. Caso contrário, retornará para a sua casa de origem. Vence aquele que atingir o final primeiro. O SP Game foi criado com o objetivo de ser altamente customizável, tendo a possibilidade de criar novas perguntas, adicionar novas peças e até de modificar o próprio tabuleiro.



Figura 1 - Ícone da plataforma virtual utilizada Tabletopia.



Figura 2 - Tabuleiro idealizado durante o desenvolvimento inicial do jogo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O jogo de tabuleiro SP Game atualmente já pode ser acessado, com variadas perguntas e respostas com ênfase na segurança de processos e prevenção de perdas. O jogo utiliza um sistema de questões objetivas, assim como perguntas de livre resposta, onde o participante que ler carta deve julgar a resposta do seu adversário satisfatória ou não para que ele possa avançar no jogo.

O jogo possui também cartas de instrução para guiar a movimentação dos peões, ordem de turnos e eventuais procedimentos adicionais. Para além das cartas contendo as regras, as cartas perguntas possuem diferentes cores com variados temas como emergências, incêndios, toxicidade, vazamentos, dispersão atmosférica, entre outros.

Por via de regra, a categorização por cores, exposta na Figura 3, possui os seguintes temas:

- Azuis: Perguntas discursivas sobre temas abrangentes;
- Rosa: Perguntas objetivas sobre riscos ocupacionais, incêndios e armazenagem de compostos químicos;
- Emergência: Perguntas discursivas que geram um senso de urgência no jogador, onde ele terá 30 segundos após ouvir a pergunta para respondê-la.

O tempo estimado de partida é de 10 a 15 minutos.

A Perguntas Azuis	B Perguntas Rosas	C E-M-E-R-G-E-N-C-I-A
14) Cite 2 técnicas de identificação de perigos. Resposta: Checklist, WHAT/IF, APP.	10) Em uma indústria química, óxido de cobalto e benzeno estão sendo armazenados. Como deve ocorrer o armazenamento correto desses insumos? Consulte o FISPQ de cada um deles. A) Ambos devem permanecer em câmara fria B) Ambos devem ser armazenados próximos a fontes de choques C) Ambos devem permanecer hermeticamente fechados em local seco e bem ventilado D) Ambos devem permanecer em locais de livre acesso e grande esvaziamento E) Não há necessidade de cuidados especiais Resposta: C) ... bem ventilado	3) Quais os comandos de proteção mitigam o aquecimento de um tanque combustível? Resposta: Diques de proteção, distanciamento de equipamentos, esvaziamento do tanque e remoção rápida do combustível vazado retido no dique.

Figura 3 - Exemplos das variadas cartas utilizadas dentro do jogo SP Game.

CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente pensado para a disciplina de Segurança de Processos e Prevenção de Perdas ministrada no curso de Engenharia Química da UFRJ, o SP Game pode se estender a outros ambientes com as devidas adaptações. O jogo encontra-se em fase de aprimoramento para ser testado uma primeira vez em sala de aula da graduação com foco na ampliação de temas abordados para criação de novas cartas, aumento do nível de desafios e incrementos nas regras. Na conclusão do mesmo, pretende-se realizar ampla divulgação para que esta ferramenta de aprendizagem possa ser utilizada em salas de aulas de universidades, estudos extracurriculares e treinamentos de profissionais. O jogo atualmente pode ser acessado pelo link <https://tabletopia.com/workshop/games/app-game/1-4players/test>, sendo apenas necessário a criação de uma conta na plataforma para a utilização.

REFERÊNCIAS

- AL-AZAWI, R.; AL-FALITI, F.; AL-BLUSHI, M. Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, p. 131-136, 2016.
- UDEOZOR, C. et al. Perceptions of the use of virtual reality games for chemical engineering education and professional training. *Higher Education Pedagogies*, v. 6, n. 1, p. 175-194, 1 jan. 2021.
- REIMANN, J. G. H. et al. PROPOSTA PARA ENSINO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS EM CURSOS DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA NO BRASIL / PROPOSAL FOR TEACHING PROCESS SAFETY IN UNDERGRADUATE CHEMICAL ENGINEERING COURSES IN BRAZIL. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 25915-25931, 2021.

- Apresentação no COBEQ 2024 sob o tema - **Estudo e aplicação da Gamificação em segurança de processos - SP Game**



GAMIFICAÇÃO VOLTADA À PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE ACIDENTES NA INDÚSTRIA QUÍMICA: SP GAME

Unidades curriculares relacionadas a Segurança de Processos vem ganhando cada vez mais importância devido ao aumento da complexidade dos processos químicos e a gravidade das perdas por acidentes. Pela extensão e complexidade do conteúdo de Segurança de Processos, muitas vezes a aprendizagem dos alunos e o treinamento de operadores se torna um grande desafio por meio da abordagem tradicional de ensino. Portanto, é de suma importância explorar formas de incorporar novas metodologias de ensino às unidades curriculares, fazendo uso de tecnologias facilitadoras e da aprendizagem ativa. Desta forma, o presente trabalho trata da criação de um jogo de tabuleiro virtual por meio de uma plataforma de jogos online e gratuita, oferecendo a estudantes e profissionais da indústria química uma alternativa inovadora para desafiar-se e aprimorar seu conhecimento na prevenção e mitigação de acidentes de processos.

Palavras-chave: Gamificação; Ensino; Aprendizagem Ativa; Engenharia; Segurança de Processos

1 INTRODUÇÃO

Apesar da sua grande importância para a prevenção e mitigação de acidentes industriais, a Segurança de Processos não faz parte do conteúdo curricular principal da maioria dos cursos de engenharia química em várias instituições de ensino, como apontado em Kouwenhoven (2021), que avaliou várias universidades europeias e americanas.

Na década de 80 do século passado, devido ao número alarmante de acidentes graves de processos aumentando a cada ano, o Centro de Segurança de Processos Químicos (CCPS, do termo em inglês Center for Chemical Process Safety) do Instituto Americano de Engenheiros Químicos (AIChE, do termo em inglês American Institute of Chemical Engineers) criou o programa de Educação em Engenharia Química e Segurança (SACHE, do termo em inglês Safety and Chemical Engineering Education). Os objetivos do SACHE são: (i) incentivar a incorporação de conteúdo de segurança no currículo de engenharia química, (ii) desenvolver conteúdo de segurança para cursos de engenharia química e (iii) fornecer oportunidades para que os membros do corpo docente aprendam sobre segurança de processos com especialistas industriais (LOUVAR; HENDERSHOT, 2003).

Vanguardista, a Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) aborda o tema de segurança de processos como conteúdo curricular obrigatório nos cursos de Engenharia Química, Química Industrial, Engenharia de Alimentos e Engenharia de Bioprocessos. A referência base principal deste conteúdo curricular é o livro intitulado





“Segurança de Processos na Indústria Química”, sendo um dos autores o professor Daniel A. Crowl, que também é o principal responsável pelos conteúdos oferecidos pelo programa.

Tendo em vista importância do tema de segurança de processos, este trabalho busca abordar a gamificação no ensino de Segurança de Processos, com base na unidade curricular “Segurança de Processos e Prevenção de Perdas” código EQE592 oferecida pela Escola de Química/UFRJ. A gamificação permite abordar conteúdos complexos de forma divertida e interativa, sendo uma metodologia ativa de aprendizado que desenvolve para além de habilidades técnicas, habilidades comportamentais muito estimadas no mercado de trabalho (como por exemplo, a cooperatividade e resiliência). Assim, propõe-se o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro, nomeado SP Game, voltado para a ludificação do ensino e do aprendizado de fatores causais e técnicas para prevenção e mitigação de acidentes na indústria, que visa capacitar estudantes e profissionais da indústria química.

Gamificação no ensino

O termo gamificação, ou ludificação, (do termo em inglês Gamification) pode ser definido como a aplicação de recursos de jogos em contextos de não-jogo a fim de modelar o comportamento de indivíduos e de grupos de indivíduos (SHANNON, 2022). Este termo foi difundido pelo programador e pesquisador britânico Nick Pelling (NAVARRO, 2013), que defendia que os conceitos e mecânicas do mundo dos games poderiam ser aplicadas a contextos do mundo real e motivar as pessoas a resolverem problemas gerando soluções e produtos inovadores.

Apoiada em um tripé constituído por educação, emoção e interatividade, a gamificação pode ser vista como uma aplicação prática dos princípios da aprendizagem cognitiva e da neurociência educacional (SANDRONE & CARLSON, 2021). Ao projetar os elementos de jogos, que são os 4 pilares da gamificação – desafio, regra, meta e recompensa, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem que estimulam a atenção, a motivação e o engajamento dos alunos (URH et al., 2015; LI & TSAI, 2013).

Estudos neurocientíficos apontam que a gamificação pode ativar áreas do cérebro associadas ao prazer e à recompensa, estimulando a liberação de neurotransmissores que estão envolvidos na modulação da memória e aprendizagem, como a dopamina (SERICE, 2023; SANDRONE & CARLSON, 2021). Além disso, a gamificação pode ajudar a promover a



plasticidade cerebral, amplificando a capacidade do cérebro de se adaptar e desenvolver novas conexões neurais frente a experiências.

Neste contexto, a gamificação vem se destacando como uma estratégia inovadora e eficaz em várias áreas da educação e, cada vez mais, na engenharia (SURENDELEG et al., 2014). Fortemente embasada na psicologia do comportamento humano e na teoria dos jogos, a gamificação oferece uma abordagem única para engajar e motivar os profissionais e estudantes de engenharia, enquanto aborda desafios complexos e estimulantes.

Gamificação na engenharia

A engenharia é uma profissão multidisciplinar que requer não apenas habilidades técnicas, mas também criatividade, capacidade de resolução de problemas e colaboração entre indivíduos. Além das habilidades técnicas, as habilidades comportamentais, tão desejadas pelo mercado de trabalho, podem ser adquiridas junto da gamificação, que oferece um ambiente propício para o desenvolvimento dessas competências, ao mesmo tempo em que torna o aprendizado e a prática da engenharia mais envolventes e divertidos.

A fim de explorar o tema gamificação e engenharia no processo de ensino, foi realizada pesquisa de artigos, resumos e jornais científicos na base de dados SCOPUS com as palavras-chaves: “Gamificação”, “Ensino”, “Aprendizagem”, “Engenharia”. Como resultado observado, nota-se uma tendência desde 2011 até o ano de 2023 de aumento expressivo de trabalhos nesta temática. Para explorar os avanços da gamificação em engenharia química, realizou-se uma nova busca literária via SCOPUS pelas palavras-chaves: “Gamificação”, “Ensino”, “Aprendizagem”, “Engenharia Química” e uma investigação específica sobre o termo ‘Gamificação’. Os resultados sugerem um interesse cada vez maior pela incorporação de estratégias gamificadas na engenharia química.

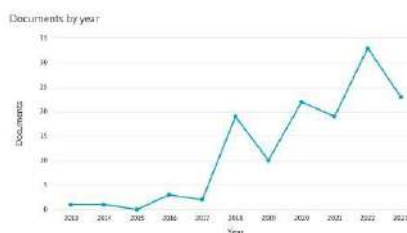
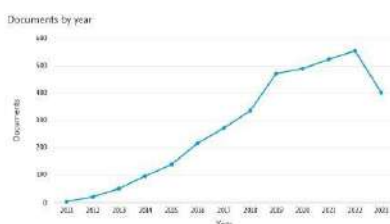




Gráfico 1 e 2: Artigos científicos publicados por ano nas áreas de engenharia e engenharia química respectivamente, de 2011 até 2023.

Os resultados das buscas literárias revelam o florescimento de um novo paradigma educacional e profissional. A 'Gamificação' emerge como uma abordagem inovadora e dinâmica para promover a aprendizagem ativa, permeando diversos domínios, desde os ambientes educacionais tradicionais até os desafios do mercado de trabalho contemporâneo. Seja na sala de aula, no ambiente corporativo ou no treinamento de novos profissionais, a integração de elementos lúdicos e motivacionais têm se revelado uma estratégia poderosa para estimular a participação, a colaboração e o desenvolvimento de habilidades essenciais (NAVARRO, 2013).

Empresas multinacionais e brasileiras também se utilizam dos elementos de gamificação para o treinamento e processo seletivo de novos profissionais. O uso de jogos de curta duração verificam a capacidade de raciocínio lógico e afinidade intelectual do participante com a vaga concorrida, e desafios dentro da empresa estimulam os funcionários. Dentre tais exemplos, têm-se a Google, Braskem, banco Santander, entre outros.

Jogos de tabuleiro

Os jogos de tabuleiro têm um público bastante diversificado e podem atrair pessoas de todas as idades e interesses. Apesar dos jogos de tabuleiro apresentarem grande variedade de tipos com relação aos conceitos e mecânicas entre si, de um modo geral nesta modalidade os jogadores movem peças em um tabuleiro de acordo com regras específicas, envolvendo etapas muito interessantes para gamificação no ensino, tais como:

- Preparação e objetivo. Esta etapa trabalha a consciência do indivíduo acerca da visualização e organização do ambiente e do desafio, pois antes de iniciar, os jogadores devem preparar o tabuleiro e as peças de acordo com as instruções e ter uma meta clara definida.
- Turnos e movimentos. Esta etapa trabalha a gestão do tempo e a organização, associada à capacidade de desenvolver atividades em grupo. Como o jogo é coletivo, os jogadores alternam seus turnos, movimentando as peças no tabuleiro de acordo com as regras do jogo.





- Interação: Esta etapa trabalha a empatia e inteligência emocional, pois os jogadores devem interagir uns com os outros durante a partida, seja por meio de negociação, de competição direta, de alianças temporárias, entre outros.

- Estratégia e tática: Esta etapa trabalha o pensamento crítico e resolução de problemas, bem como a liderança, pois um diferencial dos jogos de tabuleiro é a exigência de que os jogadores desenvolvam estratégias para alcançar seus objetivos, tais como planejamento a longo prazo, adaptabilidade e flexibilidade frente a mudanças nas circunstâncias e antecipação das ações dos oponentes.

- Resolução de conflitos: Esta etapa trabalha a resiliência e capacidade de lidar com o estresse, pois pode haver disputas sobre o resultado de uma ação, o que certamente as regras fornecem um método para resolver esses conflitos de forma justa e equilibrada.

- Final do Jogo: Ao atingir o objetivo o jogador vence o desafio.

Vale ressaltar que em se tratando de jogos de tabuleiros, alguns são simples e diretos, enquanto outros são complexos e estratégicos. A versatilidade de aplicação e a capacidade de oferecer diferentes níveis de desafios apresentada por jogos de tabuleiros são benefícios que favorecem o seu uso em sala de aula através da gamificação.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de gamificar o ensino de segurança de processos, de forma a oferecer uma metodologia de ensino didática, dinâmica e divertida, por meio da aprendizagem ativa, criou-se um jogo de tabuleiro virtual voltado a estudantes e profissionais da indústria química interessados no tema. Para alcançar este objetivo a metodologia deste trabalho foi dividida em 6 etapas:

1. Seleção do tipo de jogo de tabuleiro a ser empregado e suas regras, com base em jogos pré-existentes e populares entre jovens e adultos.
2. Elaboração de questões em áreas específicas de segurança.
3. Seleção de plataforma virtual para acesso on-line e gratuito.
4. Implementação do jogo de tabuleiro na plataforma selecionada.
5. Aplicação em sala de aula.
6. Avaliação da proposta de gamificação como aprendizagem ativa e eficácia e aceitabilidade do jogo proposto.



Vale notar que das 6 etapas descritas, as etapas 5 e 6 estão em andamento e não apresentam ainda densidade de resultados para compor este trabalho. Como descrito, na etapa 1 foram estudados diferentes tipos de jogos de tabuleiro, suas regras e popularidade, que seja modelo aplicável a gamificação em sala de aula.

Tomando como inspiração o famoso jogo de tabuleiro 'Jogo da Vida', criou-se um tabuleiro separado em casas, onde cada jogador em seu turno irá rodar um dado de 6 lados a cada rodada. Sendo um jogo de sorte e desafio, as regras definem que ao cair em determinadas casas os jogadores serão desafiados com perguntas específicas da cor da telha, como dispersão atmosférica, perigos de componentes químicos e outros temas. Os jogadores são penalizados quando não respondem corretamente a questão ou são recompensados quando acertam as respostas, estimulando a competição.

Para a etapa 2, de acordo com o jogo modelo selecionado, elaborou-se um conjunto de questões divididas por temas pré-estabelecidos sobre Segurança de Processos (por exemplo: incêndios e explosões, vazamentos, dispersão atmosférica, sistemas de alívios) em forma de um grupo de cartas que devem ser compradas no início de cada rodada.

A etapa 3 concentrou-se em uma busca por plataformas on-line disponíveis para hospedagem do jogo que permitisse recriar o ambiente de aprendizagem ativa virtualmente. Com base nos critérios de acessibilidade e gratuidade, foi selecionada para a criação e manipulação do tabuleiro, a plataforma Tabletopia; além de ser gratuita, esta plataforma permite o acesso ao servidor do jogo requerendo apenas um clique no link fornecido pelo site.

Por fim, na etapa 4 o jogo e suas regras foram implementados na plataforma selecionada, que apresenta visual apresentado pela Figura 1. As cartas do jogo foram customizadas com o símbolo da Escola de Química/UFRJ, como mostra a Figura 2 com um modelo de questão.



Figura 1: Tabuleiro do SP Game na plataforma Tabletopia.



Figura 2: Frente e verso de uma das cartas perguntas do SP Game

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da conta vinculada à plataforma Tabletopia é possível testar o jogo virtual, que já se encontra implementado e disponível gratuitamente. Seu acesso é disponibilizado através de um link gerado, em que o número de participantes varia de 2 a 4 jogadores, participando da mesma sala virtual.

É importante notar que o próprio servidor do jogo disponibiliza um tutorial, para entendimento e uso dos comandos empregados para manuseio das peças, rodar o dado, movimentar a câmera e embaralhar as cartas. Em fase de teste, o jogo de tabuleiro está sendo aplicado em sala de aula na Escola de Química/UFRJ, no conteúdo curricular Segurança de Processos e Prevenção de Perdas código EQE592, pelos autores, que corresponde à etapa 5 descrita na metodologia.

A eficácia e a aderência a desta abordagem de aprendizagem serão avaliadas pela aplicação de questionários aos alunos participantes, o que corresponde a etapa 6 descrita pela metodologia. Os questionários estão sendo desenvolvidos usando a escala likert para as perguntas de avaliações técnicas e comportamentais, utilizando o googleforms sem identificação para encorajar as participação massiva dos alunos e tornar claro não haver conflito de interesses com relação a avaliações aplicadas no conteúdo curricular.

Assim, para aprender e treinar segurança de processos é necessário apenas conexão com a internet, um computador e interessados com quem se possa compartilhar dos desafios deste jogo.

4 CONCLUSÕES

A gamificação para a aprendizagem de alunos e treinamento de profissionais em conteúdos relacionados a Segurança de Processos é plenamente viável, em termos operacionais e de custos.

A plataforma online Tabletopia permite a customização do jogo, a assimilação de novas cartas que podem ser criadas, além de mudanças no tabuleiro e suas regras, de forma fácil e gratuita. Mediante estes benefícios da plataforma, o SP Game pretende capacitar engenheiros químicos na prevenção e mitigação de acidentes de processos com uma metodologia envolvente e inovadora de aprendizagem ativa, disponibilizada sem custo para a academia.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao GIPQ (Grupo de Integração de Processos Químicos) pelo apoio e infraestrutura.

6 REFERÊNCIAS

- Kouwenhoven, P. Process safety education: A comparative study. *Education for Chemical Engineers*, n. 36, p. 128–142, 2021.
- Louvar, J. F.; Hendershot, D. C. SACHE: 17 years of promoting teaching of safety to chemical engineering students. *Chemical Health and Safety*, v. 10, n. 5, p. 8–10, set. 2003.
- Li, M. C., & Tsai, C. C. Game-based learning in science education: a review of relevant research. *J. Sci. Educ. Technol.*, 22(6), 877–898, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9436-x>
- Navarro, G. Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade. USP, 2013.
- Sandrone, S., & Carlson, C. Gamification and game-based education in neurology and neuroscience: Applications, challenges, and opportunities. *Brain Disorders*, 1, 100008, 2021. ISSN 2666-4593. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dscb.2021.100008>
- Serice, L. Prisms of Neuroscience: Frameworks for Thinking About Educational Gamification. *AI, Computer Science and Robotics Technology*. IntechOpen. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/acrt.13>. Acesso em: 16 de abril de 2024.
- Shannon, J. The history of gamification—journey from 1896 to the 21st century. Disponível em: <https://www.gamify.com/gamification-blog/the-history-of-gamification>. Acesso em: 16 de abril de 2024.
- Urli, M., Vukovic, G., Jereb, E., & Pintar, R. The model for introduction of gamification into e-learning in higher education. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 197, 388–397, 2015.
- Surendeleg, G. et al. The role of gamification in education—a literature review. *Contemporary Engineering Sciences*, v. 7, n. 29, p. 1609–1616, 2014.