

“Science Kingdom”: Jogo Digital como Ferramenta de Apoio no Ensino de Química

Nathan Monteiro¹, Fábio Bastos¹, Álvaro Oda¹, Ana Carolina Inocêncio²,
Maria Antonia Névoa², Marcos Wagner Ribeiro², Pedro Sousa¹

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Federal de Viçosa –
Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP)
MG230, km7, Caixa Postal 22 – 38.810-000 – Minas Gerais – MG – Brazil

²Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – ICET
Universidade Federal Jataí (UFJ) – Jataí – Brasil

{nathan.monteiro, fabio.bastos, alvaro.oda, pedromois}@ufv.br,
{anainocencio,marcos_ribeiro}@ufj.edu.br

Abstract. *This article describes the development, planning and evaluation of a digital educational game aimed at teaching chemistry in schools, with a focus on high school students. The game uses the Unity 3D game engine and aims to facilitate the learning of concepts such as the periodic table, atomicity and chemical reactions, offering a more dynamic approach to teaching. Implementing the agile methodology, a usability test was carried out in one school with teenagers aged between 14 and 17. This article examines the creation of Science Kingdom, the digital role-playing game, its instigations and pre-results, contributing to the debate on the use of digital games in teaching.*

Keywords— Chemistry, Digital game, Periodic table, RPG

Resumo. *Este artigo descreve o desenvolvimento, planejamento e avaliação de um jogo educacional digital voltado para o ensino de Química em escolas, tendo foco nos estudantes de ensino médio. O jogo utiliza o motor de jogos Unity 3D e visa facilitar o aprendizado de conceitos como tabela periódica, atomicidade, reações químicas, oferecendo um enfoque mais dinâmico no ensino. Implementando a metodologia ágil, foi desenvolvido um teste de usabilidade empregado em uma escola com adolescente entre 14 a 17 anos. O presente artigo examina a criação de Science Kingdom, o jogo de RPG digital, suas instigações e pré-resultados, colaborando no debate sobre o uso de jogos digitais no ensino.*

Palavras-chave— Química, Jogo digital, Tabela periódica, RPG

1. Introdução

De acordo com [Martins 2024], a tecnologia, com o passar de sua evolução, vem ganhando espaço no meio da sociedade e aprimorando diversas áreas da vida, como saúde e educação. Devido a isso, foi possível notar que mudanças significativas no meio do ensino ocorreram. Nesse contexto, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) têm adquirido relevância abundante no âmbito educacional, podendo contribuir positivamente dentro deste ambiente, permitindo maior comprometimento dos alunos nos processos de aprendizagem.

Nesta conjuntura, conforme [Pauletti 2017], a área de ensino de Química é uma ferramenta da formação humana que expande os horizontes culturais, promovendo a autonomia no exercício à cidadania. Apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos, o que gera um desinteresse maior pela forma como ela é apresentada, conforme [Rocha and Vasconcelos 2016], foi graças às TDICs que essa matéria se tornou uma das beneficiárias dessas tecnologias, proporcionando uma vasta gama de recursos educacionais. Segundo a Lei 13.415/17, referente ao novo Ensino Médio, descrito na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a química, de acordo com [Chaves et al. 2024], visa tornar o aluno protagonista de seu aprendizado, com o educador atuando como mediador na construção do conhecimento científico.

Portanto, o presente trabalho visa projetar e implementar o jogo digital “Science Kingdom”, onde o aluno assume o controle do personagem principal que busca a paz entre reinos em guerra. Através das missões dadas pelos NPC’s (Personagens Não-Jogáveis), a aplicação tem a finalidade de auxiliar no processo do ensino da Química nas escolas. Focado no público jovem, o propósito é desenvolver uma ferramenta que apoie os educadores em um método lúdico de ensino, abordando alguns conteúdos de química e incentivando o interesse dos alunos em aprender.

2. Trabalhos Relacionados

O atual artigo associa-se a três estudos, demonstrados por [Duarte et al. 2017], [Boonpotjanawetchakit et al. 2020] e [Silva et al. 2021].

Proposto por [Duarte et al. 2017], o jogo Q-Memória visa auxiliar a aprendizagem de química através de um jogo da memória digital, onde o jogador deve correlacionar cartas, como o nome de um elemento químico e seu símbolo correspondente. O jogo foca no ensino de conceitos da tabela periódica, como número atômico e símbolo químico. A metodologia do projeto envolveu quatro etapas, como definição do jogo, construção da estrutura, desenvolvimento com o motor *Unity 3D* e uso de *scripts*, e avaliação. Como resultado, foram realizados testes com alunos do ensino médio, e, de acordo com o autor, o jogo segue em desenvolvimento e aperfeiçoamento contínuo.

Idealizado por [Boonpotjanawetchakit et al. 2020], *Elemem* é uma ferramenta educativa em forma de jogo, projetada para tornar o aprendizado da tabela periódica mais interativo. Combinando cartões físicos com um aplicativo móvel, a aplicação permite que os alunos memorizem informações sobre elementos químicos através dos *flashcards*, além do modo de quiz competitivo. Como resultado das pesquisas, *Elemem* é mais eficaz e envolvente que ferramentas similares, como o *Elements Flashcards*. Em termos de resultados educacionais, Os alunos relataram uma satisfação significativamente maior usando a aplicação, destacando o fator competitivo como um motivador adicional. Em termos de aprendizado, o jogo aumentou a satisfação dos alunos em 34,4%, com 82% confirmando que ele melhora a memorização e 79% recomendando-o para outros.

Apontado por [Silva et al. 2021], o jogo Festa na Surdina objetiva auxiliar a aprendizagem de Química através de um jogo eletrônico bilíngue (Libras/Português), voltado para o ensino de ligações químicas. Destinado a alunos do 9º ano e 1º ano do ensino médio, o jogo busca explorar a presença da química no cotidiano,

utilizando uma narrativa envolvente de uma festa de aniversário surpresa. A metodologia adotada incluiu uma abordagem qualitativa, envolvendo revisão de literatura, pesquisa exploratória, desenvolvimento do jogo e criação de um glossário bilíngue com termos científicos em Libras e Português. Os resultados indicaram a importância de um design visual atrativo, tradutores surdos e a integração de *minigames* interativos para reforçar o aprendizado. Esta pesquisa visa fomentar o uso de tecnologia em materiais didáticos para a educação inclusiva em Química.

De forma semelhante, o vigente artigo aborda a elaboração e efetuação de um jogo digital como ferramenta de apoio escolar, com o objetivo de auxiliar estudantes nos estudos de química, visando facilitar o aprendizado de conceitos como tabela periódica, atomicidade, reações Químicas, oferecendo um enfoque mais dinâmico no ensino.

3. Referencial Teórico

No vigente artigo serão introduzidos tópicos relacionados a determinados assuntos que serão abordados no decorrer deste trabalho, propiciando o entendimento do leitor.

3.1. Ensino de Química

O ensino de Química como disciplina escolar possui sua devida importância. Porém, de acordo com [Veiga et al. 2012], ela pode ser descrita sendo uma ciência complexa e de difícil entendimento. Esse motivo deve-se aos usos de fórmulas, substâncias e de uma linguagem própria. Todo esse conjunto, independente da quantidade de ferramentas disponíveis e inovadoras dentro campo da educação, conforme [Fialho 2024], ainda gera dificuldades, ora aos educadores, no quesito motivação dos estudantes, ora aos alunos, que mostram dificuldades no aprendizado da disciplina devido à falta de motivação presente nas metodologias conservadoras e ausência da prática necessária para o entendimento, o que gera uma visível barreira no relacionar a teoria discutida em sala com a realidade do dia a dia, conforme [dos Santos and de Menezes 2020].

3.2. RPG

Datato na década de 1970, conforme [Lopes and Cunha 2020], a sigla *RPG*, do português Jogo de Interpretação de Papéis, tem o intuito de fazer com que amigos criem personagens, configurados através de uma ficha, na qual são definidas suas capacidades físicas, mentais, entre outras, formando um grupo de heróis que sairiam em jornadas para combater o mal dentro de masmorras, encontrando tesouros, presente no mundo criado pelo mestre, a pessoa responsável por administrar a mecânica do jogo. De acordo com o autor, o *RPG* tem como intuito contar uma história e fazer com que os jogadores a interpretem.

3.3. Jogos Educacionais

De acordo com [Soares and de Mello Rezende 2019], os jogos possuem uma história que remete à Grécia e Roma antigas. Na história, eram utilizados por soldados como meio de preparação e desenvolvimento de estratégias. Conjuntamente, eram

utilizados como forma de educar as crianças na fase da alfabetização. Conforme [Sun et al. 2023], jogos educacionais referem-se não apenas à jogos que possuem meramente o intuito do entretenimento, mas também possuem o propósito de instruir o estudante no conhecimento necessário, ensinando-o técnicas e o moldando a aprender de forma mais interessante. Sua finalidade é trocar, mas não substituir, a teoria pela ação, como o Jogo da Memória e Xadrez, que aperfeiçoam diversas áreas do cérebro, como raciocínio, memorização e concentração. O jogo é um meio de comunicação com o mundo, conforme [Lopes et al. 2022]. Nesse contexto, os jogos digitais educacionais somam as práticas de ensino com recursos multimídia, estimulando a aprendizagem de forma lúdica e envolvente.

3.4. Jogos Digitais

Com o avanço das tecnologias, uma intensificação no consumo dos jogos digitais se tornou visível, integrando e beneficiando vidas infantis, descritas por [Araújo and Madeira 2020], jovens e de mais idades, conforme [Ferreira and Ishitani 2015]. Segundo autores citados, por mais que haja certos desafios, principalmente para as pessoas que iniciaram suas jornadas escolares, utilizar uma ferramenta que beneficie o ensino e a aprendizagem dos alunos é de suma importância.

4. Metodologia

A criação do jogo educativo “Science Kingdom” utilizou um processo ágil incremental e iterativo, afastando-se dos modelos convencionais de desenvolvimento de software, de acordo com [Pressman and Maxim 2021]. O desenvolvimento ágil do processo descrito segue um fluxo composto por cinco fases distintas: análise de requisitos, projeto, implementação, avaliação e implantação. Essas etapas são aplicadas de maneira cíclica, impulsionando a evolução contínua do projeto.

4.1. Análise de Requisitos

Segundo [Tori et al. 2006, Pressman and Maxim 2021], a etapa de Análise de Requisitos deve possuir um objetivo a ser definido, assim como a identificação das tarefas que serão executadas. Como se trata de um jogo educacional, o levantamento de requisitos realizados proveio de entrevistas com professores responsáveis pela disciplina para que o conteúdo abordado dentro da aplicação fosse estabelecido. Também foram utilizados, além do material, o Currículo Referência do ensino médio, de Minas Gerais. Portanto, o conteúdo abordado decidido será tabela periódica, ligações e reações químicas, conforme a Tabela 1.

4.2. Projeto

De acordo com [Tori et al. 2006], é necessário estabelecer como as ideias do cliente serão colocadas no papel, potencializando sua satisfação. Portanto, as ferramentas necessárias utilizadas para se chegar ao objetivo final foram a *game engine* (motor de jogos) *Unity 3D*, que oferece diversos suporte e recursos, além de diversas bibliotecas que a compõem, aplicando a linguagem de programação *CSharp*. Foram empregadas outros tipos de materiais. Dentre elas, estão o *Tiled*, utilizado para criação de *background*, *Microsoft Visual Studio*, utilizado para composição de *scripts* em *CSharp* e *itch.io* utilizado na obtenção de *sprites* e *assets*.

Tabela 1. Descrição das fases presentes no jogo. [Fonte: próprio autor]

Sequência	Jogo	Aprendizagem	Ensino
1ª fase	<ul style="list-style-type: none"> • Chegada do personagem e explicação do mesmo; (pouco desenvolvimento) • Cutsenes (cortes de cena) apresentando os arredores e/ou NPC's; • Introdução aos sistemas de missões, batalha, obtenção de itens e loja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção de itens da tabela periódica; • Possibilidade de compra de elementos da tabela periódica, além de itens, com a economia do jogo; • Questões em quis apresentadas dentro das batalhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Side quests (missões à parte) a partir da interação com NPC's que explicam conceitos básicos de química e guiam o jogador.
2ª fase	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação da <i>lore</i> (história) do personagem; (médio desenvolvimento) • Cutsenes mostrando mais sobre os arredores e/ou NPC's; • Batalhas com inimigos mais fortes; • Introdução das batalhas de chefes de fase para liberação de outras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção de itens da tabela periódica; • Possibilidade de compra de elementos da tabela periódica, além de itens, com a economia do jogo; • Questões em quis apresentadas dentro das batalhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Side quests (missões à parte) a partir da interação com NPC's que explicam conceitos básicos de química e guiam o jogador.
3ª fase	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação da <i>lore</i> (história) do personagem; (desenvolvimento final) • Cutsenes mostrando mais sobre os arredores e/ou NPC's; • Batalhas com inimigos mais fortes; • Batalhas de chefes de fases + fase final 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção de itens da tabela periódica; • Possibilidade de compra de elementos da tabela periódica, além de itens, com a economia do jogo; • Questões em quis apresentadas dentro das batalhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Side quests (missões à parte) a partir da interação com NPC's que explicam conceitos básicos de química e guiam o jogador.

4.3. Implementação

De acordo com [Tori et al. 2006], a etapa de implementação requer que a equipe utilize as tecnologias disponíveis e especificadas da etapa anterior, para que se chegue à materialização do sistema. Portanto, neste estágio do projeto, foram usados *scripts* para facilitar o desenvolvimento do jogo, além de diversos *sprites* para a composição do *game*.

4.4. Avaliação

Segundo o autor [Tori et al. 2006, Pressman and Maxim 2021], o jogo pode ser avaliado ou por meio de testes formais, ou observação informal, ou outros. Devem ser testados os requisitos relacionados a desempenho, usabilidade e eficácia do sistema. Diante disso, foram realizados testes com os alunos da Escola Adiron, localizada em Rio Paranaíba, MG. Um formulário, aprovado pelo comitê de ética institucional (CAAE: 69875823.0.0000.5153) foi aplicado para os estudantes.

Posteriormente, o projeto foi exibido aos alunos de escolas da cidade de Rio Paranaíba para que pudessem ser contabilizados e expostos os erros e falhas no momento do exercício do jogo, além do *feedback* recebido por um teste de usabilidade feito nessas escolas.

4.5. Implantação

A etapa de Implantação refere-se à definição do ambiente em que o projeto desenvolvido será distribuído. Como se trata de um jogo educativo, seu público-alvo serão escolas que possuam turmas de ensino médio. Para jogar, o *download* estará disponível no site¹ da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba.

¹VI Mostra de Jogos Digitais

5. Resultados

Esta seção abordará os resultados e dinâmicas presentes no jogo, como ele foi pensado, planejado, organizado e avaliado. O material abordado no jogo foi planejado a partir de entrevistas com professores de química a respeito das dificuldades dos alunos, visto que suas maiores dificuldade estavam em tópicos básicos. O material trabalhado foi adicionado ao jogo como descrito na Tabela 1.

5.1. Descrição do Jogo

“Science Kingdom” retrata um jogo digital de RPG, no qual o jogador assume um papel do personagem principal que tem como missão unificar os reinos que estão em guerra. Para concluir seu objetivo, o jogador possuirá ajuda de sua família, além de outro personagem que o ajudará em sua jornada. Enfrentando desafios, o jogador deve concluir as fases utilizando seus conhecimentos químicos que serão testados em um quiz, como mostrado na Figura 6b, para derrotar as criaturas, presente na Figura .

O jogo é composto por 4 fases, sendo a primeira usada para apresentação e treinamento do personagem, para movimentação e interação com objetos, as segunda e terceira são para a progressão do jogador, e a última contendo um *final boss* (chefe final) para que assim o jogador finalize o jogo. Dentro de cada fase serão disponibilizados itens que, com descrições, oferecerão dicas ao jogador sobre conceitos de química para auxiliar os alunos na resolução das questões do quiz.

5.2. Área Inicial

Na Figura 1, é apresentado o Menu do jogo, onde o aluno possui as opções necessárias para começar, como o botão “Novo Jogo”, que serve para dar início a jogatina, o botão “Créditos”, para mostrar as pessoas que puderam tornar o jogo possível, e o botão “Sair”, para fechar o jogo.



Figura 1. Tela do Menu Inicial [Fonte: próprio autor]

Ao clicar no botão “Opções”, representado na Figura ??, é mostrado instruções mais detalhadas sobre os controles do jogo e a Área do Professor, mostrados nas Figuras 2a e 2b.

Em relação à outros elementos presentes no jogo, também aparecem os símbolos, apresentado na Figura 3a, usados para diferenciar objetos e interações durante o jogo, e algumas recomendações para os alunos, evidenciadas na Figura 3b.



(a) Tela das Opções: Controles

(b) Tela das Opções: Área do Professor

Figura 2. (a) Tela de Controles, (b) Tela da Área do Professor [Fonte: próprio autor]



(a) Tela das Opções: Símbolos

(b) Tela das Opções: Recomendações

Figura 3. (a) Tela de Símbolos, (b) Tela de Dicas/Recomendações. [Fonte: próprio autor]

5.3. Área do Jogador

Após clicar em “Novo Jogo”, apresentado na Figura 1, o aluno é direcionado para a primeira fase, onde ele inicia suas aventuras. De começo, o estudante começa dentro de sua casa, como mostrado na Figura 4.



Figura 4. Tela de início do jogo, dentro da casa [Fonte: próprio autor]

A aventura do jogador começa assim que o jogo se inicia, onde, após mostrar que o mesmo está no telhado de sua própria casa, ao andar um pouco para a esquerda, uma *cutscene* (corte de cena) ocorre, explicando o porque de estar ali e o que precisa fazer nos próximos passos. Ao sair da casa, ele pode se deparar com os NPC's que o guiam durante toda sua jornada, através de interações, apresentada na Figura 5.



Figura 5. Tela de início do jogo, fora da casa [Fonte: próprio autor]

Após o jogador pedir dicas aos NPC's da cidade e todos o direcionarem para uma casa abandonada, o estudante é condicionado a testar seus conhecimentos através de uma batalha. O inimigo como mostrado na Figura 6a, o desafia para um duelo, mostrado na Figura 6b

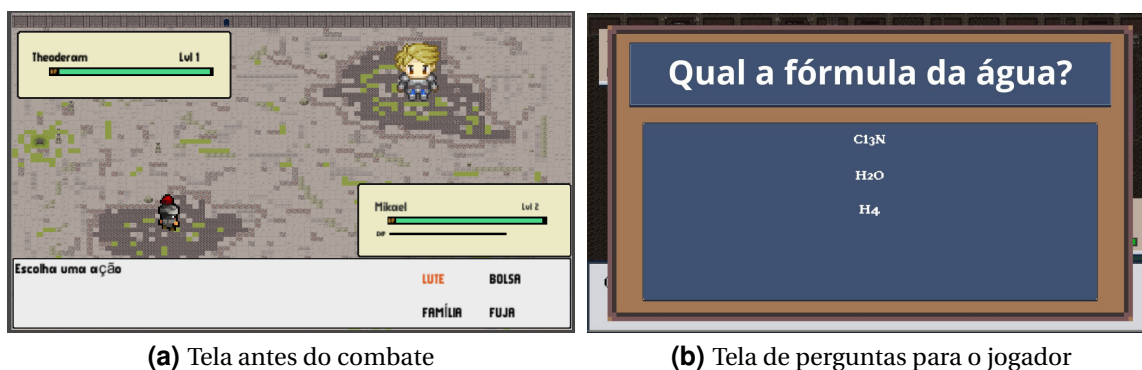


Figura 6. (a) Tela antes do combate, (b) Tela de perguntas para o jogador. [Fonte: próprio autor]

5.4. Área do Professor

Clicando no botão “Área do Professor” no Menu, como mostrado na Figura 1, o educador é encaminhado para uma área aonde ele poderá adicionar questões que aparecerão para o jogador no decorrer do jogo, como mostrado na Figura 6b.



Figura 7. Tela de senha acessível apenas pelo educador [Fonte: próprio autor]

É notável observar sobre a colocação de questões na Figura 8, onde é possível adicionar uma quantidade de respostas específicas para o aluno.

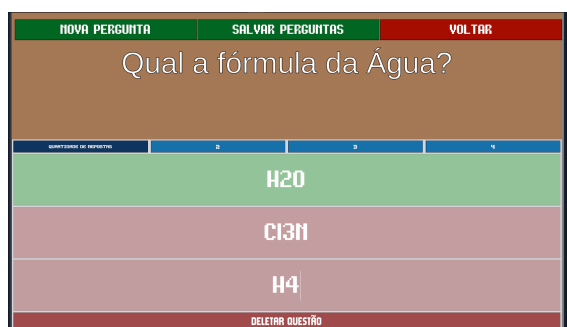


Figura 8. Tela para adicionar perguntas [Fonte: próprio autor]

5.5. Validação dos Resultados



Figura 9. Alternativas do formulário disponibilizado aos alunos. [Fonte: próprio autor]

Uma primeira versão do jogo foi apresentado na Escola Adiron, com alunos do ensino médio, no qual foram recolhidos 23 formulários válidos. Os mesmos foram apresentados na V Mostra de Jogos digitais, na UFV-CRP. Após testes na aplicação, os alunos responderam um questionário com 9 questões, classificando a experiência que tiveram no decorrer do jogo. Cada questão possuía 5 alternativas, de Muito Satisfeito até Muito Insatisfeito.

Apesar de certas dificuldades, a maioria considerou o jogo fácil de usar e de entender, como mostrado na Figura 10a, com uma porcentagem de 63,6% na opção

de Muito Satisfeito. Além da facilidade na utilização do jogo, os alunos o acharam útil quando o tópico se tornou utilizá-lo em seus estudos diários, mostrando uma porcentagem de Muito Satisfatório de 59,1%, como observado na Figura 10b.

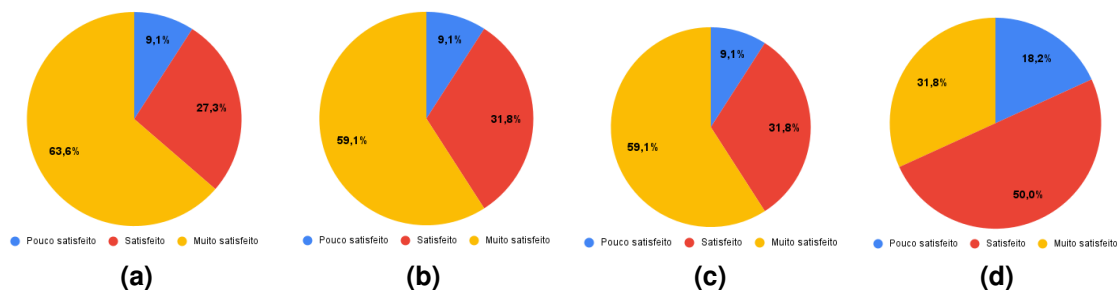


Figura 10. (a)O jogo é fácil de usar e entender?, (b)Você acha que o jogo pode auxiliar seus estudos, (c)Esse jogo poder ser entendido e usado por pessoas com pouca experiência em uso de computadores?, (d)Você conseguiu aprender com o jogo? [Fonte: próprio autor]

O jogo recebeu uma porcentagem de 59,1% no campo Muito Satisfeito no tópico de ser entendido e usado por pessoas com pouca experiência em uso de computadores, como observado na Figura 10c, e, como pergunta do questionário, alguns alunos se sentiram Satisfeitos no tópico de conseguir aprender com o jogo, que está apresentado na Figura 10d.

5.5.1. Comentários e Sugestões

Após a realização do questionário, os alunos foram encorajados a deixarem comentários e sugestões para uma possível melhora nas posteriores versões da aplicação. É possível observar os comentários abaixo:

- Comentário 1: O jogo é muito bom! Me lembra jogos mais antigos, que eu jogava quando criança. Gostei bastante!
- Comentário 2: Achei o jogo bonito! Tem muitas cores e me prende a atenção, além de ter me ajudado em algumas perguntas de química que eu não lembrava.
- Comentário 3: O jogo é muito Legal! Você (o autor do presente artigo) vai continuar mexendo nele e adicionando mais coisas, né? Quero jogar de novo!

Durante a coleta das sugestões, aonde foram mencionadas pelos alunos o tamanho da fonte das perguntas e a quantidade de material para as mesmas, já explicada que essa era tarefa do educador, também foi frisado aos estudantes as limitações encontradas do trabalho, como o alcance limitado dos testes iniciais e a necessidade de uma avaliação mais ampla e diversificada em diferentes contextos escolares, além de adaptações técnicas e pedagógicas para atender a uma gama mais ampla de perfis de alunos.

6. Conclusão

Foi desenvolvido um jogo educacional digital *Science Kingdom*, destinado ao ensino de Química para alunos do ensino médio em escolas. O jogo foi criado utilizando o motor

de jogos *Unity 3D*, com o objetivo de tornar o aprendizado de conceitos complexos mais acessíveis como tabela periódica como foco e outros conceitos gerais de químicas mais dinâmico e acessível.

Através dos primeiros testes realizados, os alunos indicaram que o jogo é uma ferramenta intuitiva, capaz de despertar o interesse dos estudantes pela química e facilitar a compreensão de temas considerados difíceis. A implementação do jogo em ambiente escolar e os *feedbacks* positivos dos usuários reforçam o potencial dos jogos digitais como uma metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem.

Em conclusão, “Science Kingdom” não apenas oferece um meio alternativo e interativo para o ensino da Química, mas também contribui para a discussão sobre a integração de tecnologias digitais no ambiente educacional. Futuras melhorias e expansões do jogo poderão incluir mais conteúdos e funcionalidades, visando a adaptação e eficácia no auxílio ao ensino da Química.

Referências

- [Araújo and Madeira 2020] Araújo, L. C. and Madeira, C. A. G. (2020). Jogos educacionais digitais no ensino infantil: Uma revisão sistemática da literatura. 18:286–295.
- [Boonpotjanawetchakit et al. 2020] Boonpotjanawetchakit, P., Kaweerat, K., and Vittayakorn, S. (2020). Elemem: Interactive digital card game for chemistry. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 344–348. IEEE.
- [Chaves et al. 2024] Chaves, É. P., Morte, G. R. S. B., and Cabral, W. A. (2024). A experimentação no ensino de química e a promoção dos níveis do conhecimento químico. *Educação em Foco*, 29(1):e29017–e29017.
- [dos Santos and de Menezes 2020] dos Santos, L. R. and de Menezes, J. A. (2020). A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 12(26):180–207.
- [Duarte et al. 2017] Duarte, D. W. A., Silva, I. d., and Duarte, A. (2017). Q-memória: Um jogo da memória digital para o estudo de química no ensino médio. In *II Congresso sobre Tecnologias na Educação*, volume 1877, pages 655–661.
- [Ferreira and Ishitani 2015] Ferreira, R. and Ishitani, L. (2015). Jogos educacionais digitais para idosos: uma revisão sistemática de literatura. volume 26, page 404. SBIE.
- [Fialho 2024] Fialho, N. N. (2024). *Jogos no ensino de química e biologia*. Editora Intersaberes.
- [Lopes and Cunha 2020] Lopes, R. S. and Cunha, M. A. (2020). O uso de rpg como ferramenta no ensino de gêneros textuais na escola. *MOARA–Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Letras ISSN: 0104-0944*, (55):279–396.
- [Lopes et al. 2022] Lopes, S., Moreira, T., and Rocha, J. A. S. (2022). Jogos tradicionais: Educação e ensino. *ERAS| European Review of Artistic Studies*, 13(1):1–14.
- [Martins 2024] Martins, J. C. d. S. (2024). O uso de tecnologia no ensino de química: desafios e contribuições apontados pelos professores. Master’s thesis, UFPE.

- [Pauletti 2017] Pauletti, F. (2017). Entraves ao ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino. *Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 5(8):98–107.
- [Pressman and Maxim 2021] Pressman, R. S. and Maxim, B. R. (2021). *Engenharia de software-9*. McGraw Hill Brasil.
- [Rocha and Vasconcelos 2016] Rocha, J. S. and Vasconcelos, T. C. (2016). Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *Encontro Nacional de Ensino de Química*, 18:1–10.
- [Silva et al. 2021] Silva, C. S., Kumada, K. M. O., Florentino, A. A., Brandão, A. L., and Mori, R. C. (2021). Proposta de jogo eletrônico bilíngue (libras/português) para ensino de química. *Revincluso-Revista Inclusão & Sociedade*, 1(1):68–89.
- [Soares and de Mello Rezende 2019] Soares, M. H. F. B. and de Mello Rezende, F. A. (2019). Análise teórica e epistemológica de jogos para o ensino de química publicados em periódicos científicos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, pages 747–774.
- [Sun et al. 2023] Sun, L., Guo, Z., and Hu, L. (2023). Educational games promote the development of students' computational thinking: a meta-analytic review. *Interactive Learning Environments*, 31(6):3476–3490.
- [Tori et al. 2006] Tori, R., Kirner, C., and Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC Porto Alegre.
- [Veiga et al. 2012] Veiga, M. S. M., Quenenhenn, A., and Cargnin, C. (2012). O ensino de química: algumas reflexões. 1:189–198.