

Jornada Química GeNiAl: um jogo sério para o ensino da tabela periódica e seus elementos

Gabriel Costa Barros, Janyeid Karla Castro Sousa, Davi Viana

Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís, MA – Brasil

gc.barros@discente.ufma.br, {davi.viana, janyeid.castro}@ufma.br

Abstract. *The experience of acquiring knowledge about the Periodic Table can be tiring and discouraging, given a large amount of information inherent to this topic. Thereby, the present paper aims to present the creation, development, and evaluation of a serious game, entitled Jornada Química GeNiAl. Using Design Thinking, it was possible to develop an initial version containing some stages of the game and use it during tests with possible users. GeNiAl obtained positive results in relation to the simplicity of the design and the objectivity of the stages, and improvements could be defined for future papers.*

Resumo. *A experiência em adquirir conhecimentos sobre a Tabela Periódica pode ser cansativa e desestimulante, tendo em vista a grande quantidade de informações inerentes a esse tópico. Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar a criação, desenvolvimento e avaliação de um jogo sério, intitulado Jornada Química GeNiAl. Fazendo-se uso do Design Thinking, foi possível desenvolver uma versão inicial contendo algumas fases do jogo e utilizá-la durante testes com possíveis usuários. O GeNiAl obteve resultados positivos em relação à simplicidade do design e à objetividade das fases e pôde-se definir melhorias para trabalhos futuros.*

1. Introdução

A tabela periódica pode ser definida como um arranjo dos elementos químicos que reflete suas relações de família, onde membros de um mesmo grupo normalmente tendem a possuir propriedades semelhantes [Atkins & Jones 2012]. Trata-se de um conteúdo básico para o ensino de Química, encontrando-se inserido em todos os cursos de nível médio e superior que possuam ao menos uma disciplina de Química Básica. Contudo, a experiência em adquirir conhecimentos sobre esse tópico pode ser cansativa e desestimulante, tendo em vista a grande quantidade de informação acerca dos 118 elementos químicos e suas propriedades e a forma maçante que esse conteúdo costuma ser abordado durante o ensino.

Nesse sentido, com o objetivo de tornar o ensino da tabela periódica mais didático e atrativo para os seus alunos, professoras de química do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) da Universidade Federal do Maranhão, Campus de São Luís, reuniram-se e criaram um jogo sério de perguntas e respostas, denominado “BaZnGa: conhecendo os elementos químicos” [Silveira et al., 2014]. Apesar de demonstrar características promissoras, como o aumento do engajamento na disciplina e interação entre alunos e professores [Silveira et al., 2014], com o advento da pandemia de COVID-19 e a posterior adoção do ensino remoto como modelo

emergencial, a aplicação do BaZnGa em sala de aula tornou-se inviável devido às medidas de distanciamento social. Além disso, numa sociedade digital em rápida mudança, é urgente que se alterem métodos, se criem momentos pedagógicos dinâmicos, motivadores e ajustados à realidade educativa [Pereira 2013].

Dentre as novas abordagens que buscam impulsionar o processo de ensino-aprendizagem, a utilização de jogos digitais tem se destacado [Souza et. al., 2021]. Quando os jogos são inseridos como ferramentas motivadoras e auxiliares no ensino de química, pode-se obter resultados satisfatórios, porém, muitas vezes, as características didáticas são colocadas de lado ou a questão lúdica é esquecida [Gouvêa & Suart 2014]. São diversos os benefícios resultantes da aplicação de jogos digitais com propósito educacional, tais como a facilitação da aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o aumento da socialização entre os alunos jogadores [Paiva & Tori 2017].

Diante do exposto, este trabalho apresenta a criação, desenvolvimento e avaliação do Jornada Química GeNiAl, um jogo sério desenvolvido para o ambiente digital, que possui como principal inspiração o BaZnGa: Conhecendo os Elementos Químicos, citado anteriormente. O GeNiAl visa ser uma ferramenta facilitadora de aprendizagem, proporcionando experiências gamificadas aos jogadores durante o aprendizado, através de pontuações, conquistas, missões, *rankings* e disputas saudáveis.

2. Jogos Similares e Trabalhos Relacionados

Existem diversos projetos e aplicações que já fazem uso de suas capacidades de entretenimento para fins educacionais. Ao realizar uma busca na *Google Play Store*¹ por jogos de química, é possível encontrar resultados com propostas de jogos para Química.

As principais aplicações que envolvem a tabela periódica apresentam tabelas interativas para consultas, *quizzes* e jogos voltados à memorização dos símbolos dos elementos químicos. A *Chernykh Technology* possui um bom destaque nessa área, com dois *apps*, Tabela Periódica - Química² e Tabela Periódica – Jogo³, que juntos somam mais de cinco milhões de *downloads* na loja do *Google*.

Outro jogo que se destaca com mais de um milhão de *downloads* é o Elementos e a tabela periódica⁴, de Andrey Soloyev. Este jogo apresenta diversos modos que buscam conciliar aprendizado e diversão no ensino de química, como questionários sobre números atômicos, testes de múltipla escolha, jogos de tempo e *flashcards*, além de contar também com uma tabela periódica interativa e a lista de todos os elementos químicos em ordem alfabética.

No âmbito acadêmico, Portz & Eichler (2013) aplicaram o Xenubi, baseado no jogo de cartas Super Trunfo, em uma turma do segundo ano do ensino médio da rede pública. O objetivo do trabalho é auxiliar o aprendizado de propriedades periódicas dos elementos químicos. Os resultados indicam que a abordagem didática, além do entretenimento, contribui para a aprendizagem e a formação de conceitos pelos alunos. Por sua vez, Souza et al. (2004) obtiveram resultados bastante positivos a partir da utilização do Titulando 2004 e concluíram que o *software* educacional é um poderoso

¹ <https://play.google.com/store/>

² <https://play.google.com/store/apps/details?id=mendelev.redlime>

³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=august.mendelev.quiz>

⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.asmolgam.elements>

instrumento para o processo de ensino-aprendizagem da Química, podendo suprir as necessidades em condições materiais pouco favoráveis, comuns nas escolas públicas. Alves et al. (2018), apresentaram o IFQuimical, desenvolvido como ferramenta interativa mediadora no processo de ensino-aprendizagem de química, e enfatizaram que o uso do software amplia os recursos didáticos disponíveis nas salas de aula do ensino médio, possibilitando uma aprendizagem significativa, com o auxílio de tecnologias computacionais.

A partir da utilização de uma tabela periódica interativa como aplicativo para o ensino de química, Montenegro (2013) afirma que o uso do software facilitou o entendimento e a assimilação do conteúdo aproximando, dessa forma, o aluno com a disciplina de química. A utilização de novas tecnologias em sala de aula permite que os alunos sejam capazes de construir seu conhecimento de forma mais clara, objetiva, interativa e dinâmica proporcionando dessa forma uma visão mais ampla em relação a um determinado conteúdo e/ou conceito. Santos & Araújo (2017) utilizaram o jogo “QUIMIF – O caçador de elementos químicos” com o objetivo de contribuir com a aprendizagem dos alunos sobre os elementos e grupos da tabela periódica, e suas aplicabilidades no cotidiano de forma agradável. Concluíram que trabalhando com o conceito de maneira lúdica e digital, a aprendizagem pode ser melhor aceita, ao apresentar uma ferramenta nova que possa ser utilizada de forma diferente no cotidiano escolar.

Diante do exposto, vale destacar que o propósito do Jornada Química GeNiAl, apresentado neste trabalho, é de evoluir a abordagem tradicional feita por grande parte dos jogos de química. Para isso, busca-se traçar bons paralelos entre os elementos químicos, suas propriedades e aplicações práticas presentes no cotidiano, contendo mecânicas gamificadas e uma área exclusiva para estudos acerca do tópico de tabela periódica, para aqueles que desejarem focar na parte teórica.

3. Metodologia

De acordo com Chandler (2012), o processo de produção de um jogo inicia com a definição do seu conceito inicial (*Game Design*) e termina com a criação de uma versão final do jogo, sendo que várias etapas acontecem entre esses dois pontos. Para Adams & Rollings (2007), *Game Design* é a essência de um jogo, pois define o seu funcionamento e seus elementos. Assim, é de fundamental importância desenvolver-se um bom *Game Design*, escolhendo as estratégias de suporte mais corretamente eficazes, a fim de se obter como produto um jogo digital de boa qualidade.

Na visão de Fernandes et al. (2018), aliar a elaboração de *Game Design* de jogos digitais utilizando as técnicas do *Design Thinking* pode ser uma estratégia interessante no processo de ensino-aprendizagem. Originalmente concebida por Nigel Cross, o *Design Thinking* é um método para resolver problemas baseado em soluções. Essa abordagem possui etapas bem definidas: delimitação do problema, pesquisa do público-alvo, geração de ideias, prototipagem de possibilidades, seleção de soluções e implementação do produto.

Nesse sentido, resolveu-se adotar a essência da metodologia de processo de *Design Thinking*, fazendo-se as devidas adaptações de contexto, como ferramenta de apoio na etapa de *Game Design* do jogo proposto. Dividiu-se então a metodologia em quatro fases: descoberta, ideação, prototipação e testagem. Trata-se de um processo iterativo, que pode

levar quantos ciclos forem necessários até a versão final da aplicação. Neste artigo aborda-se o ciclo inicial.

Durante a fase de descoberta, busca-se entender melhor as necessidades e motivações dos usuários e delimita-se as oportunidades; na ideação, gera-se ideias que podem servir como soluções; na prototipação, elabora-se as interfaces da aplicação, com o objetivo de tornar as ideias tangíveis; e durante a fase de testagem, avalia-se as experiências do público-alvo diante dos protótipos desenvolvidos e pontua-se o que deve ser melhorado ou repensado nas próximas iterações.

3.1. Descoberta

Para se desenvolver um jogo como o Jornada Química GeNiAl, proposto neste trabalho, é relevante que se conheça o perfil dos seus possíveis usuários. A fim de se proporcionar uma experiência final que seja o mais agradável possível é necessário avaliar tanto as principais dificuldades e interesses em relação ao ensino do tópico de química abordado como as preferências sobre jogos digitais.

Assim, por meio do *Google Forms*⁵, elaborou-se um questionário⁶ de caráter quantitativo e qualitativo e adotou-se como público-alvo alunos da disciplina Química Geral e Inorgânica do curso BICT-UFMA. Durante um período de 30 dias o questionário foi disponibilizado a quatro turmas e recebeu um total de 38 contribuições. Após esse levantamento inicial de dados, pôde-se tomar nota de algumas informações que foram determinantes na etapa de *Game Design*.

A respeito do conteúdo teórico abordado nas fases do jogo, os níveis de dificuldade devem ser fáceis ou moderados a princípio, visto que apenas 30,9% dos participantes afirmaram não possuir muitas dificuldades durante o aprendizado de assuntos relacionados à química. Em se tratando da tabela periódica e seus elementos, 94,7% dos participantes apontaram não conseguir traçar paralelos entre a teoria e a prática nesse tema. 52,6% dos alunos manifestaram interesse em desejar lembrar facilmente do nome, símbolo e número atômico dos elementos e a habilidade de associar a posição de um elemento na tabela às propriedades químicas com mais facilidade foi preferida por 44,7% dos participantes. Tais competências serão utilizadas como parâmetros durante a elaboração das fases e modos de jogo do GeNiAl.

Já em relação à frequência com que os entrevistados fazem uso de jogos digitais, 39,5% afirmaram que raramente jogam no seu dia a dia. Esse fator implicará diretamente no nível de complexidade das mecânicas presentes nas fases do jogo a ser desenvolvido, uma vez que o objetivo será transmitir conhecimento de maneira fácil e divertida.

Ao indagar os discentes acerca dos seus jogos favoritos, vieram à tona alguns pontos relevantes. Perguntados⁷ foi o jogo mais citado, seguido de outros jogos de quiz, como Duolingo⁸, Jogo do Milhão⁹ e Brain Test¹⁰. Assim, verifica-se que jogos de perguntas e

⁵ <https://docs.google.com/forms/>

⁶ <https://drive.google.com/file/d/1A1URIYcwPmnrLsE-ZBMBY67kqkRAXzhz/view?usp=sharing>

⁷ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.etermax.preguntados.lite>

⁸ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.duolingo>

⁹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.jogodomilhao>

¹⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unicostudio.braintest>

respostas parecem ser bem aceitos por este público. League of Legends¹¹, Free Fire¹² e Ludo¹³ também foram bastante mencionados, confirmando o interesse dos alunos por jogos que envolvam estratégia, lógica e pensamento rápido, que estão em alta no momento.

Quanto aos estilos de jogos clássicos favoritos, 65,8% dos discentes se interessam por jogos de perguntas e respostas. Jogos de lógica também possuem um bom índice de aceitação (63,2%), seguidos de jogos de pensar rápido (50%) e jogos de memória (42,1%).

Por fim, na última pergunta na qual foi aberto um campo para sugestões, alguns alunos destacaram novamente que gostariam da presença do estilo quiz na aplicação. Outros pontos que, segundo os entrevistados, não poderiam faltar no jogo a ser desenvolvido foram a explicação detalhada da resposta correta, objetividade, estabelecer missões ao longo das fases e muita repetição para fixar os conteúdos. Também foram requisitadas a utilização de uma linguagem audiovisual coerente, figuras ilustrativas e um design agradável. Cabe ressaltar que a resposta para esta questão não era obrigatória no formulário de pesquisa.

3.2. Ideação

Durante a etapa de *Game Design* é de fundamental importância que se produza o *Game Design Document* (Documento de *Game Design* ou GDD). O GDD pode ser definido como um documento que descreve as características do Game Design em detalhes [Perucia et al. 2005]. Há diversas formas de se elaborar um GDD, mas é necessário atentar-se aos elementos fundamentais que compõem o jogo a fim de se estruturar um documento que contenha os principais pontos.

Segundo Schell (2011), um jogo consiste em vários elementos que podem ser agrupados em quatro categorias. A chamada “tétrade elementar” inclui partes de mesmo valor e fundamentais para um jogo, sendo elas: estética (sons, aparências e sensações que o jogo deve transmitir), mecânica (como o jogador irá se comportar, o que acontece com ele e o objetivo do jogo), narrativa (a história que é será contada no jogo) e tecnologia (o meio físico que permite a existência do jogo e a interação com ele).

Baseado nesses pilares, elaborou-se o GDD¹⁴ do Jornada Química GeNiAl. O documento foi dividido nos seguintes tópicos: nome do jogo, descrição e objetivos, proposta única de vendas, público-alvo, enredo, mecânicas de jogo, variações de jogo, tema e ambientação e fluxo do jogo. Como visto anteriormente, a etapa de descoberta foi essencial para estabelecer quais seriam os elementos iniciais do jogo.

Além do GDD, fez-se também um levantamento inicial de requisitos¹⁵ para identificação das funcionalidades do jogo, seguindo as boas práticas da engenharia de *software*. Quanto aos requisitos não-funcionais, foi especificado: (i) que o jogo deve ser compatível com dispositivos Android e iOS e (ii) que a aplicação deve estar disponível para os usuários 7 dias por semana, 24 horas por dia. Os requisitos funcionais foram

¹¹ <https://www.leagueoflegends.com/pt-br/>

¹² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dts.freefireth>

¹³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.moonfrog.ludo.club>

¹⁴ https://drive.google.com/file/d/1hNWLWaThD-I_PLHBpux-YQZZYSrP1XNb/view?usp=sharing

¹⁵ <https://drive.google.com/file/d/1awU4WvsN0VIFGTkP36TOJ-e95FgDgIKn/view?usp=sharing>

definidos por 27 pontos importantes, que abordam tanto características técnicas, como possibilitar controle de áudio para os usuários, gerenciamento de conta e telas de créditos, quanto aspectos do próprio jogo, e.g. mostrar o objetivo de cada fase, ter modo treino e criar salas *multiplayers*.

Com o GDD e o levantamento de requisitos em mãos, fez-se uso da ferramenta Figma, um editor gráfico de vetor e prototipagem de projetos de design, para criar as primeiras telas da aplicação¹⁶. O jogo é baseado nos estilos *puzzle* e *quiz*, não havendo então cenários nem épocas bem definidas. O personagem principal é o próprio jogador, atuando em primeira pessoa e interagindo com o aplicativo. Há também um guia, ou mascote, chamado Professor Cátion, a fim de auxiliar o jogador durante a sua jornada. O tipo de design escolhido para o jogo foi o minimalista, com ilustrações 2D.

Foi decidido que o jogo possuirá como foco dispositivos móveis, tendo como público-alvo estudantes do ensino superior, de qualquer gênero e idade, que tenham interesse em aprender ou revisar conceitos da química e suas aplicações, de um jeito fácil, dinâmico e divertido. A Figura 1 apresenta as primeiras telas da aplicação e um protótipo interativo feito no Figma pode ser acessado por meio do link <https://bit.ly/3Jhuvgf>.



Figura 1. Telas iniciais do Jornada Química GeNiAl

O diferencial em relação a outros jogos de tabela periódica é que o GeNiAl vai além da abordagem tradicional e teórica dos elementos químicos, buscando traçar paralelos com as aplicações prática presentes no dia a dia (mercúrio utilizado em termômetros, tungstênio presente em filamentos de lâmpadas incandescentes, baterias de lítio, dentre outras). Além disso, o jogo conta com um sistema de pontuações, conquistas, missões e rankings, de modo a tornar a experiência dos jogadores ainda mais imersiva durante a jornada de aprendizado, contando também com uma área exclusiva para estudos, com uma Tabela Periódica interativa. A Figura 2 apresenta o fluxograma da aplicação.

¹⁶ <https://www.figma.com/file/N1vzvLNFkK5EK5EKYrtzfe/GeNiAl?node-id=116%3A2>

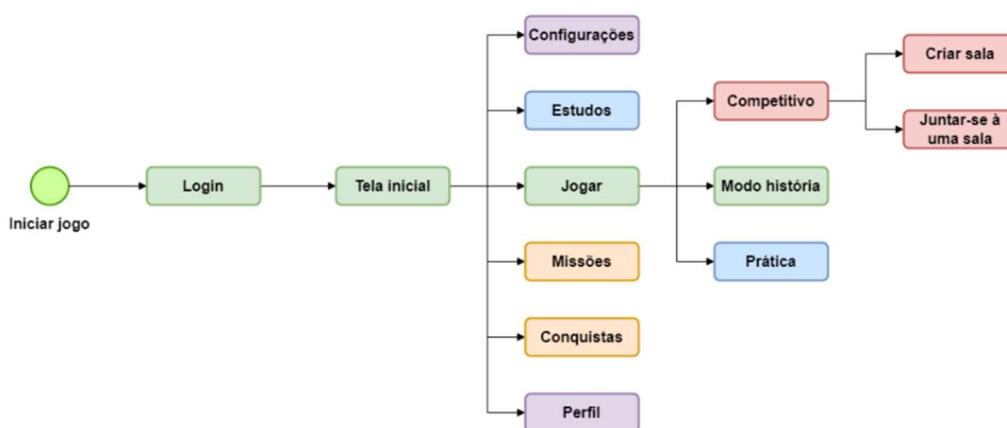


Figura 2. Fluxograma da aplicação

Com base nos resultados obtidos por meio da etapa de descoberta, pôde-se elencar as três principais habilidades que mais se espera que os jogadores desenvolvam no decorrer do jogo, sendo elas: (i) lembrar facilmente do nome, símbolo e número atômico dos elementos químicos; (ii) relacionar elementos químicos a aplicações práticas do dia a dia; e (iii) associar a posição de um elemento na tabela a propriedades químicas.

As fases do jogo possuem mecânicas simples, como pressionar botões ou arrastar elementos pela tela, uma vez que mecânicas mais complexas podem acabar desestimulando o aprendizado daqueles que não costumam utilizar jogos digitais com tanta frequência. Os desafios incluem jogos de palavras, perguntas e respostas, pensamento rápido e boa memória, que foram os estilos de jogos clássicos mais bem avaliados pelos participantes que responderam ao questionário descrito na Seção 3.1.

Elaborou-se quatro tipos de fases com mecânicas e objetivos distintos, que foram organizados em três trilhas: (i) a Trilha do Germânio, que possui desafios de agilidade e tem como foco a habilidade de lembrar facilmente do nome, símbolo e número atômico dos elementos químicos; (ii) a Trilha do Níquel, que possui desafios de memória e tem como foco a habilidade de relacionar elementos químicos a aplicações práticas do dia a dia; e (iii) a Trilha do Alumínio, que possui desafios de lógica e tem como foco a habilidade de associar a posição de um elemento da tabela às suas propriedades periódicas. Durante as trilhas, há níveis de dificuldades distintos, que aumentam de acordo com o progresso do jogador, de forma intercalada com *quizzes* de perguntas e respostas, a fim de possibilitar que o jogador exercite ainda mais o tópico de química abordado nos desafios, consolidando seus conhecimentos.

O GeNiAl é composto por três modos de jogo principais: modo história, competitivo e treinamento. No modo história, o jogador deverá reunir as três insígnias sagradas dos elementos químicos que formam o símbolo do GeNiAl, completando as respectivas trilhas do Germânio (Ge), Níquel (Ni) e Alumínio (Al). No competitivo, será possível criar salas que reunirão dois ou mais jogadores para competirem entre si, resolvendo desafios e obtendo pontos, com o objetivo de conquistar as primeiras posições do ranking da sala. No treinamento, o jogador poderá treinar sozinho as suas habilidades para aprimorá-las. Vale ressaltar que as definições apresentadas nesta Seção 3.2 foram analisadas por uma professora Doutora em Química e um professor Doutor em Informática.

3.3. Prototipação

Com o intuito de avaliar aspectos referentes à usabilidade da aplicação e ao nível de satisfação dos usuários com o jogo, foi acertado realizar inicialmente o desenvolvimento do Modo Treinamento, que pode ser acessado por meio do seguinte link <https://jqgenial.vercel.app/>. Tal decisão foi tomada devido ao fato desse modo centralizar tanto elementos fundamentais do design (paleta de cores, iconografia, escolhas tipográficas e ilustrações) que serão utilizados ao longo de toda a aplicação, como as próprias fases e mecânicas que também farão parte de outros modos do jogo.

Dessa forma, foi possível realizar testes com usuários reais, a fim de se obter dados iniciais sobre tópicos de suma importância que contribuirão com tomadas de decisões mais precisas acerca do desenvolvimento do GeNiAl, como estética, acessibilidade, operabilidade, satisfação, imersão e aprendizado. Tais tópicos foram inspirados pelo Método MEEGA+ (Petri et al., 2019) e pelo modelo de autoavaliação e avaliação da reação do aprendiz abordado por Rocha et al. (2015), adaptados do Modelo Kirkpatrick.

Nesse sentido, embora o objetivo final seja tornar o jogo uma aplicação para dispositivos móveis, optou-se inicialmente por criar uma aplicação web neste primeiro ciclo. Assim, utilizou-se do *framework* Next.js em conjunto com a biblioteca React.js para se desenvolver a parte visual, conhecida como *front-end*, tendo em vista que estas tecnologias proporcionam excelentes recursos de reatividade, componentização, gerenciamento de rotas e *hot reloading*, que tornam o desenvolvimento mais rápido e limpo, além de tornar a aplicação mais organizada e escalável. A Figura 3 apresenta telas da aplicação Jornada Química GeNiAl.



Figura 3. Telas da aplicação web desenvolvida para testes

3.4. Testagem

Após o desenvolvimento das fases apresentadas anteriormente, o GeNiAl foi disponibilizado para uma turma de Química Geral e Inorgânica, do curso BICT-UFMA. Dentre 47 estudantes matriculados, 16 se dispuseram de forma voluntária a fazer parte da pesquisa de satisfação com o jogo, aplicada via *Google Forms*. Os estudantes também tiveram acesso a um roteiro contendo uma sequência de tarefas a serem cumpridas dentro da aplicação.

A pesquisa¹⁷ com o jogo educacional continha 21 questões. A primeira seção do formulário era composta de 16 afirmativas que abordavam aspectos referentes à usabilidade, satisfação, imersão e aprendizagem. Tais afirmativas deveriam ser classificadas de 1 a 5, de acordo com a Escala Likert de cinco pontos, na qual "discordo totalmente" (1), "discordo" (2), "neutro" (3), "concordo" (4) e "concordo totalmente" (5). Em seguida, havia duas questões de múltipla escolha sobre os modos de jogo e competências desenvolvidas pelo jogador. Por fim, foram apresentadas três questões discursivas não obrigatórias, nas quais o estudante poderia relatar o que mais gostou no jogo, as dificuldades encontradas e o que poderia ser melhorado. Esse questionário foi validado por uma professora Doutora em Química e por um professor Doutor em Informática.

Como resultados, é possível afirmar que todos os quatro tópicos, abordados pelas afirmativas das 16 primeiras questões do formulário, foram positivamente avaliados pelos usuários e “usabilidade” (estética, acessibilidade e operabilidade) e “aprendizagem” foram os que mais se destacaram, como pode ser visto na Figura 4 que segue.



Figura 4. Resultado das afirmativas avaliadas na Escala de Likert

No que se refere às questões de múltipla escolha (Figura 5), o modo no qual os participantes mais se divertiram jogando foi o Memória (37,5%), seguido pelo Quiz (31,3%) e Agilidade (25%). O modo Lógica foi o favorito de apenas 6,3% dos jogadores. Já em relação às competências que os jogadores afirmam mais terem desenvolvido durante o jogo, a alternativa de lembrar facilmente do nome e símbolo dos elementos químicos foi escolhida por 50% dos participantes, 37,5% optaram pela alternativa de

¹⁷ <https://drive.google.com/file/d/14rxH-LzoTJj3DAu76Rxf5tnM4swwznCr/view?usp=sharing>

relacionar elementos químicos a aplicações do dia a dia e 12,5% por associar a posição de um elemento na tabela a propriedades periódicas.

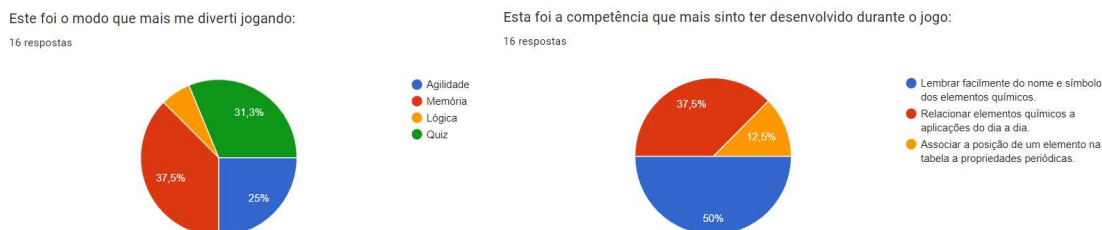


Figura 5. Resultado das questões de múltipla escolha

Acerca das questões discursivas opcionais, no campo “o que você mais gostou no jogo”, o design, a objetividade e a simplicidade do jogo foram um dos pontos mais elogiados pelos participantes. Quanto às dificuldades encontradas, apenas dois usuários relataram ter tido dificuldades no Modo Lógica, os demais não encontraram nenhum obstáculo ou complicação durante o uso do jogo. Além disso, os participantes apresentaram algumas sugestões de melhoria, como inserir mais fases e questões no quiz, estabelecer níveis de dificuldades e adicionar um modo para desafiar e jogar com amigos foram sugestões recorrentes, que por coincidência já estão previstas para serem incorporadas em versões futuras da aplicação.

4. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Nota-se então que a abordagem metodológica adotada durante a etapa de ideação mostrou-se adequada, tendo em vista que tanto a elaboração do GDD, o levantamento de requisitos e a prototipação das interfaces da aplicação tiveram um papel crucial no processo de desenvolvimento da aplicação.

De maneira geral, o *Design Thinking* como estratégia de apoio no processo de *Game Design* também tem sido relevante, uma vez que ajudou tanto a revelar pontos importantes a serem melhorados, como é o caso do Modo Lógica, quanto a avaliar e validar a qualidade do jogo que está sendo desenvolvido. Como limitações do trabalho, destaca-se que nem todas as fases prototipadas foram adaptadas para a versão inicial do jogo. Além disso, só foram realizadas avaliações com uma turma de Química.

Para trabalhos futuros, almeja-se dar continuidade ao processo de desenvolvimento do jogo, revisando o que precisa ser ajustado e incorporando novas *features*, a fim de se ter uma aplicação cada vez mais robusta e completa, conforme o idealizado. Os modos história e competitivo serão os próximos a serem implementados e testados. O jogo Jornada Química GeNiAl demonstra estar no caminho certo para se tornar uma ótima ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem da tabela periódica.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O último autor agradece ao apoio da FAPEMA (BEPP-01608/21; UNIVERSAL-00745/19).

Referências

- Adams, E.; Rollings, A. (2007). *Fundamental of Game Design*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Alves, J. N. *et al.* (2018). IFQuimical: uma proposta de mediação no processo ensino-aprendizagem de química. Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018).
- Atkins, P.; Jones, L. (2012). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Chandler, H. M. (2012). *Manual de Produção de Jogos Digitais*. Porto Alegre – RS: Bookman
- Cross, N. (2011). *Design Thinking: Understanding how designers think and work*. Nova Iorque.
- Fernandes, K. T.; Lucena, M. J. N. R.; Aranha, E. H. S. (2018). Uma Experiência na Criação de Game Design de Jogos Digitais Educativos a partir do Design Thinking. *RENOTE*, Porto Alegre, v. 16, n. 1.
- Gouvêa, L. G.; Suart, R. C. (2014). Análise das Interações Dialógicas e Habilidades Cognitivas desenvolvidas durante a aplicação de um jogo didático no ensino de química. *Ciências & Cognição*, v. 19, p. 27-46.
- Montenegro, J. A. (2013). O uso da tabela periódica interativa como aplicativo para o ensino de química. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente. Fundação Oswaldo Aranha, Rio de Janeiro.
- Paiva, C. A.; Tori, R. (2017). Jogos digitais no ensino: processos cognitivos, benefícios e desafios. XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, p. 1–4.
- Pereira, A. L. L. (2013). A utilização do jogo como recurso de motivação e aprendizagem. Porto: Universidade do Porto.
- Perucia, A. S.; Berthêm, A. C.; Bertschinger, G. L.; Menezes, R. R. C. (2005). *Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: teoria e prática*. São Paulo: Novatec Editora.
- Petri, G.; Wangenheim, C. G.; Borgatto, A. F. "MEEGA+: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o ensino de Computação." *Revista Brasileira de Informática na Educação* 27.03 (2019): 52-81
- Portz, L. G.; Eichler, M. L. (2013). Uso de jogos digitais no ensino de Química: um Super Trunfo sobre a tabela periódica. 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, p. 1-2.
- Rocha, R. V.; Bittencourt, I. I.; Isotani, S. (2015). Avaliação de Jogos Sérios: questionário para autoavaliação e avaliação da reação do aprendiz. XIV SBGames.
- Santos, A. V.; Araújo, F. B. (2017). Utilização de jogo didático para o ensino de tabela periódica. *Revista eletrônica Ludus Scientiae*. Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 78-89.
- Schell, J. (2011). *A arte de game design: o livro original*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Silveira, R. M. C.; Ferreira, M. S.; Sousa, J. K. C.; Trindade, J. M (2014). Baznga: Uma metodologia alternativa para o estudo da tabela periódica. Anais do I Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química – Jalequim.

Souza, M. P. *et al.* (2004). Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química. XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE – UFAM.