

Concepção de um Jogo Digital Educativo usando Design Participativo para Ensino Contextualizado da Tabela Periódica

Rafael D. Araújo¹, Israel P. Nunes¹, Henrique de P. Rezende²

¹Faculdade de Computação (FACOM)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Monte Carmelo, MG – Brasil

²Escola Estadual Messias Pedreiro
Uberlândia, MG – Brasil

rafael.araujo@ufu.br, {israelpereiranunes12, henriqueprezende}@gmail.com

Abstract. *Learning chemical elements of the Periodic Table can become exhaustive and it often happens by memorizing their characteristics without proper understanding. A digital educational game has the potential to make the learning process more enjoyable as well as encouraging teamwork and a closer student-teacher interaction. Thus, this paper presents the conception process of a digital educational game carried out with high school students, using Participatory Design, to support contextualized learning of the chemical elements. At the end of the process, three game ideas were idealized by students with their consolidation into a digital game proposal.*

Resumo. *O estudo dos elementos químicos da Tabela Periódica pode se tornar exaustivo e, muitas vezes, acontece por memorização de suas características sem sua devida compreensão. Um jogo digital educativo tem o potencial de tornar o ensino mais prazeroso, além de incentivar o trabalho em equipe e estreitar a interação aluno-professor. Assim, este artigo apresenta o processo de concepção de um jogo digital educativo realizado com estudantes do Ensino Médio, utilizando Design Participativo, para apoio ao ensino contextualizado dos elementos químicos. Como resultado, uma proposta de jogo digital foi obtida a partir dos três jogos idealizados pelos grupos de estudantes.*

1. Introdução

A Tabela Periódica (TP) é uma ferramenta fundamental para o conhecimento dos elementos químicos, suas características e propriedades. No entanto, ela nem sempre é vista como um facilitador do estudo da Química, especialmente ao se aprofundar no entendimento sobre como as substâncias presentes em nosso cotidiano são formadas. A TP atual dispõe os elementos em ordem crescente de número atômico de seus elementos e estes estão classificados de acordo com suas semelhanças e características, podendo ser utilizada como importante aliado no ensino da Química [Tolentino et al. 1997].

Alguns elementos possuem propriedades semelhantes, porém, diferentes aplicabilidades podem ser encontradas no nosso dia a dia. Por exemplo, o flúor e o cloro são classificados como ametais, elementos que são isolantes térmicos e maus condutores de

corrente elétrica. No entanto, o flúor é utilizado na pasta dental para prevenção de cáries e o cloro é utilizado no tratamento de águas. O chumbo e o mercúrio são metais, e em temperatura ambiente, o chumbo é sólido e o mercúrio líquido, sendo utilizados no garimpo e em baterias de automóveis, respectivamente. Outros elementos já são fundamentais no organismo humano, como o potássio que é responsável pela regulação das contrações musculares e o cálcio que forma os dentes e ossos.

Tais informações e aplicações nem sempre são apresentadas com destaque nos livros didáticos quando se trata do ensino dos elementos químicos na Tabela Periódica. O que geralmente acontece é a exposição exaustiva de cada elemento e suas características [Franco-Mariscal et al. 2016]. Em decorrência disso, muitos professores simplesmente expõem o conteúdo, enquanto os alunos além de serem apenas espectadores, são obrigados a memorizar símbolos e propriedades, sem entender a relação com o seu cotidiano.

De modo a superar os métodos tradicionais de ensino e propiciar diferentes recursos de aprendizagem, tem-se, como alternativa, a criação de um jogo digital educativo como apoio ao ensino de Química para tornar as aulas mais descontraídas e agradáveis, incentivando o trabalho em equipe e estreitando a interação aluno-professor, além de facilitar o aprendizado de conceitos anteriores, aplicados juntamente ao assunto estudado [Vygotsky 1989]. Apesar de existirem pesquisas que estudam os impactos negativos dos jogos digitais, vários estudos apontam para uma aprendizagem mais eficaz ao torná-la mais ativa, experimental, contextualizada, baseada em problemas e com comentários e retorno mais imediatos [Connolly et al. 2012].

As tecnologias têm evoluído constantemente e estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Na prática, as propostas de recursos tecnológicos acabam se tornando obsoletas ou até mesmo inutilizadas se não atenderem às expectativas dos usuários finais. Dessa forma, torna-se importante que seus usuários sejam envolvidos no processo de criação da proposta tecnológica, em vez de envolver somente profissionais especializados, a fim de tornar esse processo mais empático e melhorar a adoção da tecnologia [Nannen 2012, Battarbee et al. 2014], ou seja, os jogos digitais educacionais são elaborados para trazerem aos estudantes divertimento, motivação e maior chance de aprendizado dos conteúdos, por meio dos componentes dos jogos.

A partir do exposto acima, considera-se que o uso da tecnologia digital na educação é um meio muito importante para a construção de conhecimento, atraindo e convocando a participação dos estudantes [Silva 2012], com um crescimento considerável do uso de multimídias como vídeos, jogos digitais e ambientes de interação online como ferramentas para oferecer aos aprendizes uma maior autonomia e representatividade durante o processo de ensino-aprendizagem.

[Druin e Fast 2002] afirmam que as metodologias participativas no desenvolvimento de software permitem a formação de identidade e fomento à criatividade de crianças e, tratando-se do contexto escolar, estas metodologias possibilitam uma aprendizagem dialógica, pois necessitam de autonomia, colaboração e participação dos educandos. Dessa forma, a partir da prática experiencial do ensino da TP em uma escola pública, surgiu a ideia de criar um jogo digital como objeto de aprendizagem para essa temática. Nesse contexto, este estudo propõe o processo de concepção de um jogo digital educativo para o ensino da TP utilizando a metodologia de Design Participativo (DP) com

estudantes do Ensino Médio.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os conceitos utilizados como embasamento teórico desta pesquisa; a Seção 3 apresenta uma síntese de trabalhos relacionados encontrados na literatura; na Seção 4 são apresentados os aspectos metodológicos; a Seção 5 apresenta os resultados e discussões; e, por fim, a Seção 6 traz algumas considerações finais acerca do trabalho e seus trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

O incentivo pode ser determinante para que o estudante tenha sucesso em qualquer disciplina, independentemente de idade ou de classe social. Cada vez mais, observa-se um desinteresse dos estudantes frente ao sistema educacional que está posto, dada a incompatibilidade entre os métodos tradicionais empregados pelos professores e as características de aprendizagem dos estudantes que nasceram imersos em um mundo permeado pela tecnologia digital. Devido a essas divergências, uma das abordagens mais promissoras relaciona-se ao uso de jogos digitais [Prensky 2010].

A utilização de jogos em ambientes de ensino e aprendizagem tem ganhado destaque devido ao apelo motivacional que os jogos trazem [Gee 2013]. Essa abordagem, chamada de aprendizagem baseada em jogos digitais (*digital game-based learning* [Prensky 2001], na língua inglesa), traz uma tendência para a criação de soluções de jogos digitais com cunho educacional em diversas áreas do conhecimento e associam a constante interação com a ferramenta com um perfil mais ativo de aprendizagem. Nesse contexto, diversas técnicas podem ser aplicadas, como aprendizagem prática, experimentação, *feedback*, aprendizagem com os erros, aprendizagem guiada por metas e tarefas, aprendizagem guiada por descobertas, aprendizagem contextualizada, aprendizagem colaborativa, dentre outras [Plass et al. 2015, Ribeiro et al. 2015].

Segundo [Vygotsky 2005], a inteligência se desenvolve a partir das interações sociais e culturais. Esse processo é mediado por instrumentos e signos, que atuam no nível intersíquico do sujeito, ao socializar conhecimentos, e no nível intrapsíquico, ao dar significado a construções coletivas e internalizar novos conhecimentos, ou seja, os jogos atuam como elementos mediadores entre o conhecimento já cristalizado, construído, presente no nível de desenvolvimento real e as possibilidades e potencialidades existentes na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A ZDP pode ser, então, identificada como o espaço no qual, com a ajuda de objetos mediadores, uma pessoa pode realizar tarefas que não seria capaz de realizar individualmente. Nesse contexto, a ZDP está relacionada com dois momentos: (i) inicialmente na concepção coletiva do jogo digital como objeto mediador e (ii) no próprio jogo digital em si, utilizando cenários do cotidiano que permitem além de uma melhor assimilação de conteúdo para o aprendiz, também a possibilidade que ele faça observações, formule hipóteses e se torne mais ativo nesse processo de aprendizagem, valendo-se da elaboração dos conhecimentos existentes. Cabe, então, ao professor, facilitar a construção do conhecimento a partir de novas ferramentas, fazendo o uso, por exemplo, de jogos digitais como mediadores.

Portanto, é possível promover mudanças no ambiente educacional e favorecer a obtenção de conhecimentos antecipados do mundo ao seu redor, o que permite ao apren-

diz, uma vivência sobre situações presentes no ambiente real utilizando um ambiente simulado. Dessa forma, a intervenção pedagógica deve buscar pela consciência do possível ou nível de desenvolvimento potencial dos estudantes, pois caso contrário, eles não aprenderão tanto quanto são capazes.

Além disso, ferramentas digitais podem se tornar obsoletas ou até mesmo inutilizadas se não atenderem às expectativas dos usuários finais. O envolvimento de seu público-alvo no processo de criação da proposta tecnológica, em vez de somente profissionais especializados, torna-se essencial para conceber uma ferramenta por meio de um processo mais empático e potencializar a adoção da tecnologia, além de também contribuir para o processo de desenvolvimento do software [Nannen 2012, Battarbee et al. 2014].

Uma das abordagens que permitem a inserção dos usuários no processo de construção de uma tecnologia é chamada de *Design Participativo* (DP) [Spinuzzi 2005], que surgiu na década de 70. Diferentemente de abordagens de *design* centrado nos usuários, onde o *design* acontece “para” o usuário, na abordagem participativa, o *design* é feito “com” os usuários. Assim, os objetivos são atingidos por meio da interação direta com os usuários com profissionais especialistas em desenvolvimento de software em um processo de construção conjunta e a possibilidade de tomada de decisões de projeto pelos próprios usuários. Embora o DP aconteça durante todo o ciclo de desenvolvimento do software, o foco deste artigo concentra-se na fase de concepção do jogo digital.

3. Trabalhos Relacionados

Existem várias propostas de jogos digitais que visam o apoio ao ensino de Química, porém abordando outros conteúdos da disciplina, como distribuição eletrônica [Rocha et al. 2017], balanceamento de equações [Alves et al. 2018], palavras no contexto da disciplina de Química, compostos orgânicos [Watanabe e Recena 2008], dentre outros. O jogo Al-Kimia, por exemplo, é um jogo digital para *smartphones* e *tablets* que combina os estilos RPG (*Role-Playing Game*), ação e aventura que inclui elementos de simulação de experimentos químicos em um mundo virtual, onde os jogadores interpretam papéis em cenários que demonstram processos químicos básicos [Lago 2017].

Existem, ainda, propostas relacionadas especificamente com o conteúdo da Tabela Periódica. [Franco-Mariscal e Cano-Iglesias 2009] apresentaram um jogo da memória para exercitar nomes e símbolos dos elementos químicos utilizando como base um mapa do Brasil para construir os nomes dos estados. [Portz e Eichler 2013] propuseram um jogo digital baseado no jogo Super Trunfo (jogo de cartas) que exercita as propriedades dos elementos químicos e sua posição na tabela periódica. O Sudoku do CMDMC utiliza os elementos químicos e as suas propriedades para criar um jogo de lógica do tipo Sudoku. No entanto, não foram encontradas propostas que utilizasse cenários do cotidiano para ensino contextualizado dos elementos.

4. Material e Métodos

A abordagem de Design Participativo (DP) [Spinuzzi 2005] foi utilizada em uma sessão de concepção que incluiu possíveis usuários finais da ferramenta¹. Onze estudantes do Ensino Médio com faixa etária de 14 a 17 anos participaram ativamente no processo de

¹Projeto registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CAAE 12075519.3.0000.5152

concepção da proposta de jogo e foi realizada no âmbito da Escola Estadual Messias Pedreiro. Para seleção dos participantes, o projeto foi divulgado nas aulas da disciplina de Química na mesma escola e todos os interessados que compareceram no horário estipulado puderam participar do processo. A sessão de DP contou com cinco etapas, mostradas na Figura 1.

Figura 1. Fluxo de atividades da sessão de Design Participativo.



Na etapa de “inicialização”, foram criados três grupos de participantes para representar três diferentes personas (representação fictícia de perfis comportamentais), baseado na observação do professor da disciplina com relação aos comportamentos de maior expressividade em sala de aula: “ansiosos”, “curiosos” e “extrovertidos”. O objetivo da criação dos grupos é que as atividades realizadas fossem direcionadas para o perfil de cada grupo visando identificar contribuições diferentes e variações relativas à condição cognitiva, contexto cultural e identidade. Os *ansiosos* representam aqueles estudantes que buscam soluções de curto prazo, ou seja, as atividades de aprendizagem devem ser mais curtas e mais diretas. Os *curiosos*, por sua vez, questionam e buscam compreender os detalhes que lhes são apresentados. Por fim, os *extrovertidos* são aqueles com facilidade de comunicação e socialização e, ainda, focam sua atenção nos acontecimentos ao seu redor. Após uma breve explicação de cada perfil representativo aos participantes, cada um deles escolheu, por livre iniciativa, a sua inclusão em um dos grupos. No final, dois estudantes compuseram o grupo dos *ansiosos*, seis estudantes compuseram o grupo *curiosos* e três estudantes compuseram o grupo *extrovertidos*.

Em seguida, foi aplicado um questionário de perfil com onze questões para mapeamento de dados demográficos e comportamentais, como sexo, série matriculada, uso de *smartphone* no cotidiano, gosto por jogos digitais e pela disciplina de Química. Tais informações são úteis para um melhor mapeamento e entendimento do perfil dos participantes, bem como dos grupos em que se inseriram. Ainda na mesma etapa, houve uma explanação geral por um professor de Química sobre a Tabela Periódica e seus elementos com exemplos de relacionamento entre cenários e objetos do cotidiano com os elementos químicos. Na sequência, a seguinte tarefa foi definida como objetivo final para os grupos: “*Criar um jogo de celular para complementar o ensino dos elementos da tabela periódica com contexto do mundo real*”.

Com os grupos formados e a tarefa definida, foi iniciada a etapa de “discussão inicial”, com duração de cinco minutos, para que cada grupo discutisse entre seus integrantes e definissem o estilo de jogo que gostariam de criar. Nessa etapa, os participantes poderiam pesquisar jogos utilizando seus celulares. Em seguida, a terceira etapa, chamada de “*braindrawing*”, foi iniciada com um processo de debate visual de ideias (*visual brainstorming*) para construção da proposta do grupo para a tarefa proposta.

Nessa etapa, cada pessoa do grupo começa com uma folha de papel em branco e esboça um cenário de jogo durante um tempo definido (turno de cinco minutos). No final do turno, o papel é passado para outro integrante do grupo, que deve continuar o desenho

a partir do que já foi desenhado no turno anterior. Esse processo se repete até que todos os integrantes trabalhem duas vezes em cada folha.

A etapa seguinte, chamada de “encerramento”, foi reservada para que os integrantes de cada grupo pudessem discutir as melhores ideias e funcionalidades essenciais que deveriam ser contempladas pela proposta de jogo do grupo. Além disso, o grupo deveria desenhar um novo esboço como proposta final do grupo. No total, essa etapa durou cerca de 10 minutos. Por fim, na última etapa (“apresentação”), cada grupo apresentou suas ideias e a proposta de jogo para todos os participantes obedecendo o tempo limite de cinco minutos de apresentação.

5. Resultados e Discussão

No total, onze estudantes participaram do processo de concepção do jogo, sendo 55% do sexo feminino e 45% do sexo masculino. Todos eles alegaram possuir um *smartphone*, dos quais 91% utilizam o sistema operacional Android. Questionados sobre o tempo de utilização do celular por dia, 55% dos participantes responderam que utilizam por mais de quatro horas diárias, 18% utilizam entre duas e quatro horas diárias e 27% utilizam entre uma e duas horas diárias. Ninguém respondeu que tem o hábito de utilizar menos de uma hora por dia. Dentre os usos mais comuns, 91% afirmou utilizar para acessar redes sociais e buscar informações, enquanto o uso menos comum foi para o envio de e-mails, com 18%.

Por fim, quatro afirmativas foram apresentadas com respostas na escala 5-Likert (de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”). A Tabela 1 mostra os valores mínimos e máximos das respostas para cada afirmativa, bem como a média e o desvio padrão de cada uma delas. No geral, as respostas para todas as afirmativas ficaram acima do ponto central da escala, o que indica uma maior tendência à concordância com as afirmativas.

Tabela 1. Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão das respostas para as afirmativas na escala Likert.

Afirmativa	Min.	Máx.	$\bar{x} \pm s^1$
Q1. Meu perfil é exatamente a definição do meu grupo de trabalho	3	5	3,64 ± 0,809
Q2. Eu gosto de jogos de celular	1	5	3,82 ± 1,471
Q3. Eu tenho facilidade com a disciplina de Química em geral	2	5	3,45 ± 0,934
Q4. Eu consigo estabelecer relação dos elementos da Tabela Periódica facilmente com coisas do dia a dia	2	5	3,27 ± 1,104

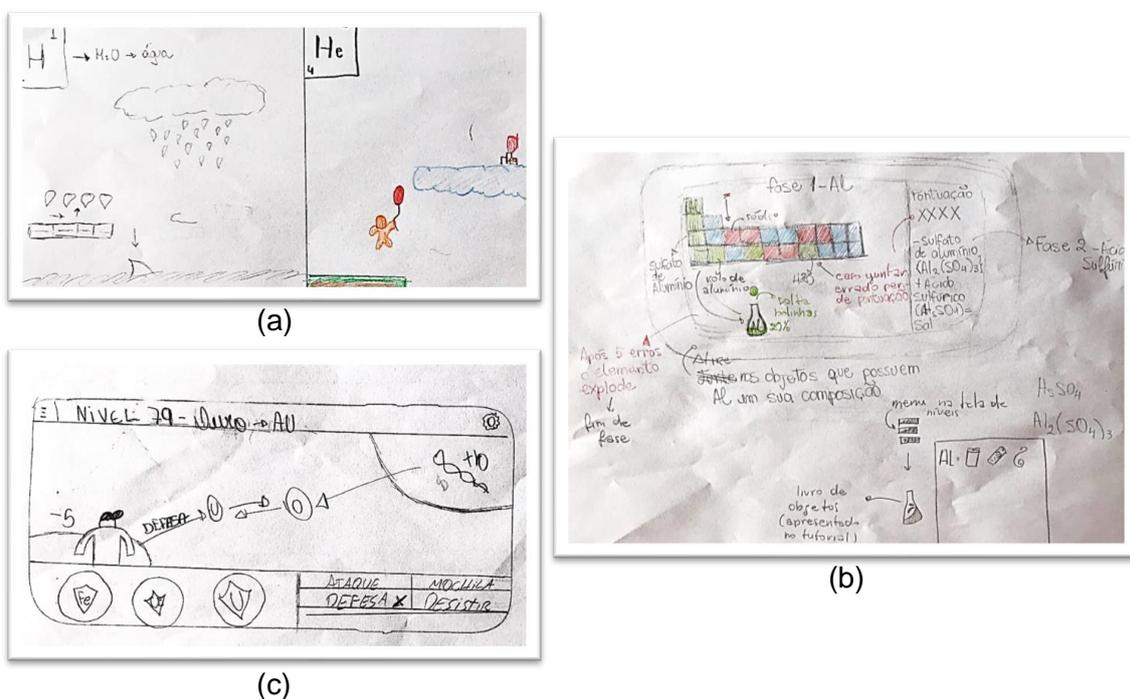
¹ $\bar{x} \pm s$: média e desvio padrão.

Embora os participantes tenham escolhido voluntariamente seu grupo, a afirmativa Q1 buscou confirmar o nível de correspondência entre o grupo escolhido e os participantes. Nota-se uma boa confiança dos participantes com relação ao grupo escolhido, dada a média das respostas ($x = 3,64$) e, ainda, que a menor resposta foi três. A afirmativa Q2 obteve a maior média de resposta, apesar de também apresentar um maior desvio padrão, indicando que, no geral, o grupo selecionado apresenta uma predisposição para utilização de jogos de celular, no entanto, aponta para a existência de respostas bastante diferentes (concorda totalmente e discorda totalmente). Olhando especificamente para as respostas da afirmativa Q2, apenas um participante respondeu com o menor valor da escala (um).

Além disso, os resultados relacionados às afirmativas Q3 e Q4 chamam atenção para o fato de que os participantes do estudo apesar de se mostrarem com facilidade com a disciplina de Química (o que também foi confirmado pelo professor da disciplina), a média de concordância para a afirmativa que relaciona os elementos químicos com o cotidiano foi mais baixa e com um desvio padrão maior, indicando uma maior dispersão das respostas, ou seja, o nível de concordância dos participantes com a afirmativa apresentada foi bastante variado, apesar de nenhum participante ter respondido com o menor nível da escala (um). Isso indica que conseguir estabelecer relação dos elementos químicos com coisas do cotidiano não é um consenso entre os participantes, sendo que alguns acreditam conseguir criar essas relações facilmente e outros não.

No final da atividade, cada grupo de trabalho apresentou uma proposta de jogo diferente. O grupo dos *curiosos* criou uma proposta de jogo do gênero aventura, o grupo dos *ansiosos* criou uma proposta de jogo do gênero quebra-cabeça e o grupo dos *extrovertidos* propôs um jogo do gênero estratégia. O gênero do jogo é uma classificação que geralmente se baseia na interação de jogabilidade (*gameplay*), no entanto, não existe uma única taxonomia padrão [Connolly et al. 2012]. Sendo assim, optou-se por escolher uma taxonomia similar ao da indústria de jogos [Herz 1997]. A Figura 2 mostra o esboço final criado na etapa de encerramento da atividade por cada um dos grupos.

Figura 2. Desenhos das propostas dos grupos: (a) Curiosos, (b) Ansiosos e (c) Extrovertidos.



O grupo dos *curiosos* propôs um jogo em que o personagem enfrenta diferentes obstáculos no decorrer de cada fase que devem ser combatidos com elementos químicos, ou seja, embora trata-se de uma aventura, a intenção é fazer o uso de uma situação que pode ser vivenciada no cotidiano. Para cada obstáculo, o personagem tem opções de elementos químicos a serem utilizados no contexto apresentado. Caso escolha um elemento que faz sentido, o jogo continua. Caso contrário, uma vida é perdida. No final da fase

são apresentadas características dos elementos utilizados com as devidas explicações do que daria certo e errado. Por exemplo, imagine um cenário que se passa em um ambiente constituído pelo ar atmosférico e o personagem precisa utilizar um balão para subir ou descer a fim de desviar dos obstáculos. Portanto, é necessário que o balão contenha um gás nobre (elementos da família 18 da TP) para passar pelos obstáculos, pois são elementos que na temperatura ambiente se encontram no estado gasoso, sendo que alguns são mais densos que o ar atmosférico como o Argônio (Ar) e o criptônio (Kr), enquanto outros são menos densos como é o caso do Hélio (He) e Neônio (Ne).

O grupo dos *ansiosos* propôs um jogo onde o personagem deve juntar objetos do mundo real que são compostos por determinados elementos químicos e separar aqueles que não possuem o elemento em questão. Caso tenha agrupamento com um item que não é constituído pelo elemento em questão (que não poderiam estar juntos) o quebra-cabeça explode e uma vida é perdida. Cada fase do jogo teria um elemento principal e vários níveis poderiam ser criados, aumentando-se o nível de dificuldade com mais peças do quebra-cabeça e itens mais difíceis de identificação. Por exemplo, almejando agrupar itens constituídos pelo elemento alumínio (Al), materiais feitos de latão não poderiam ser juntados, fazendo com que o cenário exploda e o personagem não acumule pontos.

Por fim, o grupo dos *extrovertidos* idealizou um cenário onde o personagem do jogo possui uma mochila com elementos químicos que podem ser utilizados em batalhas com objetos do mundo real. Nesse sentido, o personagem precisa atacar ou se defender utilizando os elementos químicos existentes em sua mochila, cujo resultado depende das propriedades de cada elemento. A cada batalha vencida, novos elementos são angariados e passam a fazer parte da mochila do personagem. Cada fase seria uma batalha e, à medida em que as fases são passadas, as batalhas se tornam mais difíceis, podendo até ser necessário juntar elementos químicos para torná-los mais poderosos. Algumas batalhas podem conter bônus de elementos químicos caso o personagem consiga vencer até um tempo pré-definido. Por exemplo, imagine um cenário cujo ambiente emite algum tipo de radiação e o personagem precisa de um escudo formado por algum elemento para se proteger. Assim, se o ambiente emite raios-X, o escudo deve ser de chumbo.

Consolidando as propostas com o intuito de contemplar as características sugeridas pelos diferentes perfis em uma única ferramenta, propõe-se a criação de um jogo digital do gênero aventura com cenários baseados no cotidiano dos estudantes (por exemplo, cidades, escolas, casas, etc.). O personagem caminha nesses cenários e encontra obstáculos que devem ser ultrapassados com a utilização de elementos da TP. Dependendo do obstáculo, a sua resolução pode envolver um quebra-cabeças de elementos químicos. No final de cada fase, poderá ter uma batalha baseada nas propriedades de cada elemento e, ao vencê-la, o personagem ganha os elementos químicos do objeto que ele conseguiu derrotar. A ideia da consolidação não representa uma exclusão de características dos perfis, mas, sim, permite que o jogo possa acomodar fases com características diferentes que atendam vários perfis de estudantes.

6. Considerações Finais

A associação dos elementos químicos da TP com o cotidiano dos estudantes faz com que o aprendizado fuja da ideia de decorar propriedades e definições por meio de uma abordagem expositiva e seja levado a um patamar de aprendizagem contextualizada e aplicada.

Entretanto, a falta de recursos didáticos nas escolas aliada a metodologia tradicional de ensino torna esse processo mais difícil para os professores. Assim, para tornar o ensino da TP mais agradável e prazeroso para os estudantes e oferecer um recurso didático mais estimulante ao professor, propõe-se a criação de um jogo digital educativo para ensino contextualizado dos elementos da TP.

Para isso, foi realizada uma sessão de Design Participativo durante o processo de concepção da ferramenta com estudantes do Ensino Médio em uma escola pública. A partir das atividades de três grupos, foram idealizadas três diferentes propostas que foram consolidadas em um jogo digital para proporcionar aos estudantes habilidades relacionadas à observação, análise, tomada de decisão, criação de estratégias e autonomia durante o processo de aprendizagem dos elementos químicos.

Como trabalhos futuros, o software será implementado iterativamente para que possa ser avaliado quantitativamente e qualitativamente pelos estudantes e professores (usuários finais). A ideia é realizar estudos de caso na disciplina de química de uma escola pública de Ensino Médio com a coleta de *feedback* para evolução da proposta. Estudantes da mesma escola foram selecionados para criar cenários para subsidiar a implementação das fases do jogo. Além disso, pretende-se criar uma ferramenta Web administrativa para permitir que os próprios professores forneçam parâmetros para criação das fases do jogo e, ainda, permitir que eles possam acessar os dados de utilização de seus estudantes para acompanhamento da aprendizagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de Uberlândia (FACOM/UFU e PROPP/UFU), da Escola Estadual Messias Pedreiro e do CNPq.

Referências

- Alves, J. N., Almeida, A. M. F., Vieira, M. D., Carvalho, A. R., e Leite, M. A. G. L. (2018). IFQuimical: uma proposta de mediação no processo ensino-aprendizagem de química. In *Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018)*, páginas 61–70. SBC.
- Battarbee, K., Suri, J. F., e Howard, S. G. (2014). Empathy on the Edge. Scaling and Sustaining a Human-Centered Approach in the Evolving Practice of Design. <https://www.ideo.com/news/empathy-on-the-edge>. Acessado em 01/03/2019.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., e Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2):661–686.
- Druin, A. e Fast, C. (2002). The Child as Learner, Critic, Inventor, and Technology Design Partner: An Analysis of Three Years of Swedish Student Journals. *International Journal of Technology and Design Education*, 12(3):189–213.
- Franco-Mariscal, A. J. e Cano-Iglesias, M. J. (2009). Soletrando o Br-As-I-L com Símbolos Químicos. *Química Nova na Escola*, 31(1):31–33.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., Blanco-López, A., e España-Ramos, E. (2016). A Game-Based Approach To Learning the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification. *Journal of Chemical Education*, 93(7):1173–1190.

- Gee, J. P. (2013). *Good Video Games and Good Learning: Collected Essays on Video Games, Learning and Literacy*. Peter Lang Inc., 2 edition.
- Herz, J. C. (1997). *Joystick Nation: How Computer Games Ate Our Quarters, Won Our Hearts and Rewired Our Minds*. Little, Brown and Company, Boston, MA, USA.
- Lago, B. L. (2017). Al-Kimia: How to Create a Video Game to Help High School Students Enjoy Chemistry. In Ma, M. e Oikonomou, A., editors, *Serious Games and Edutainment Applications: Volume II*, chapter 11, páginas 259–272. Springer International Publishing.
- Nannen, V. (2012). Abordagens participativas para o design: metodologias e plataformas sociotécnicas como suporte ao design interdisciplinar e aberto a participação. Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo. Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital.
- Plass, J. L., Homer, B. D., e Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4):258–283.
- Portz, L. G. e Eichler, M. L. (2013). Uso de jogos digitais no ensino de Química: um Super Trunfo sobre a tabela periódica. *Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, 33.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill, New York.
- Prensky, M. (2010). *Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!* Phorte Editora, São Paulo.
- Ribeiro, R. J., Silva Junior, N., Frasson, A. C., Pilatti, L. A., e Silva, S. d. C. R. d. (2015). Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, 13(1):1–10.
- Rocha, F. B., Rocha, D. P., Monção, N., Bezerra Neto, R. P., Costa, J. G. C., Farias, K. d. M., Lima, B. V., e Santana, A. M. (2017). Abaquim - um jogo educativo para auxílio na aprendizagem de distribuição eletrônica química. In *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*, páginas 907–916. SBC.
- Silva, E. L. (2012). Tecnologias digitais na educação: dois anos de pesquisa com web-quest na prática pedagógica – desafios e possibilidades. In *Anais do IX ANPED SUL Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*. UFSC.
- Spinuzzi, C. (2005). The Methodology of Participatory Design. *Technical Communication*, 52(2):163–174.
- Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., e Chagas, A. A. P. (1997). Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, 20(1):103–117.
- Vygotsky, L. S. (1989). *A formação social da mente*. Martins Fontes, São Paulo.
- Vygotsky, L. S. (2005). *Pensamento e linguagem*. Martins Fontes, São Paulo.
- Watanabe, M. e Recena, M. C. P. (2008). Memória orgânica – um jogo didático útil no processo de ensino e aprendizagem. In *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)*. UFPR/DQ.