

Construção de um jogo educativo virtual e sua aplicação no Ensino de Química

Alexandre D. M. Cavagis e Edegar Benedetti-Filho

Este trabalho descreve a construção e aplicação de um jogo educativo virtual, baseado em conceitos de teoria atômica no Ensino Médio. O software utilizado foi o Construct 3® e a pesquisa envolveu 100 alunos de uma escola pública do Estado de São Paulo. O jogo estimulou o engajamento dos estudantes em compreender com mais profundidade conceitos previamente discutidos em sala de aula, o que reforça seu potencial para o ensino. Os resultados também evidenciam a influência de problemas relacionados a leitura e interpretação em dificuldades na aprendizagem de Química.

► atividades lúdicas, jogos eletrônicos, ensino de ciências ◀



Recebido em 19/06/2024; aceito em 23/10/2024

Introdução

Os jogos sempre fizeram parte do desenvolvimento cognitivo humano, principalmente para as crianças, ajudando-as no aprimoramento de habilidades, como imaginação, interação social e mobilidade física (Piaget, 2004; Vygotsky, 1994). O gosto pelos jogos é intrínseco à cultura humana, descrito ao longo de diversos períodos na história e presente em todas as classes sociais, mostrando que o prazer por jogar está relacionado à própria formação humana (Huizinga, 2000), destacando a relação entre nosso próprio comportamento e o jogo: “[...] que a sociedade exprime sua interpretação da vida e do mundo” (p. 75). Em essência, jogos inspiram liberdade e diversão, pois o praticante pode construir mundos que norteiam sua narrativa e prazer, semelhante ao processo de leitura.

As atividades lúdicas, em especial os jogos, representam um valioso mecanismo para a aprendizagem (Chateau, 1987). Na Grécia antiga, o filósofo Platão (427-348 a.C.) já discutia a importância das atividades lúdicas para a evolução do ser humano e pregava que as crianças deveriam aprender brincando. Aristóteles, seu discípulo, compartilhava do mesmo pensamento e acreditava que os jogos ajudavam na

educação das crianças, uma vez que simulavam as atividades dos adultos. Uma das formas mais utilizadas, na Roma antiga, para ensinar as crianças a ler e escrever era oferecer-lhes guloseimas com formato de letras, produzidas pelas doceiras da cidade (Kishimoto, 2011).

Apesar de toda a transformação social marcada pelos avanços tecnológicos, as atividades lúdicas jamais deixaram de estar presentes no cotidiano das pessoas. O ato de brincar, independentemente de qual forma, desde soltar uma pipa aos desafios dos jogos eletrônicos modernos, traz consigo a essência da ludicidade, harmonizando descontração e aprendizagem.

Atualmente, o jogo em sala de aula não precisa ser encarado de modo diferente da época de Platão e Aristóteles; porém, acaba havendo certa resistência de muitos educadores, geralmente associada ao medo de criar problemas disciplinares, trabalho extra aos professores ou atrasos na programação. Um jogo pode fazer parte do planejamento didático do educador de diversas formas: ministrar conteúdos; ilustrar aspectos relevantes dos assuntos a serem trabalhados; realizar atividades de avaliação; executar exercícios de revisão; promover discussões em grupo, ajudando, dessa forma, no desenvolvimento das relações sociais (Cunha, 2012; Silva e Soares, 2023).

Apesar de toda a transformação social marcada pelos avanços tecnológicos, as atividades lúdicas jamais deixaram de estar presentes no cotidiano das pessoas. O ato de brincar, independentemente de qual forma, desde soltar uma pipa aos desafios dos jogos eletrônicos modernos, traz consigo



a essência da ludicidade, harmonizando descontração e aprendizagem. A tecnologia trouxe novos meios para exercitar a ludicidade, sem que se perca sua função social ou de aprendizagem (Danielli *et al.*, 2023).

No campo educacional, as metodologias de ensino também foram afetadas pela revolução digital das últimas décadas; contudo, o lúdico sempre se fez presente, sobretudo nos anos iniciais de alfabetização. A popularização da Internet, assim como o amplo e crescente acesso dos estudantes às novas tecnologias, também acabam tornando imprescindível que professoras e professores se capacitem para incorporar ferramentas digitais em suas práticas pedagógicas.

Desde o século passado, as tecnologias da informação e comunicação (TICs) são objetos de análises no ambiente escolar (Benedetti-Filho e Rodrigues, 2022). Todavia, por diversos motivos, mesmo nos dias atuais, muitas escolas ainda enfrentam diversos desafios para inserir as TICs no ensino e aprendizagem. Além disso, embora os jogos eletrônicos sejam parte do cotidiano em quase todas as faixas etárias, a ideia de aplicá-los em sala de aula ainda é vista com certo preconceito por muitos educadores, os quais acreditam que dispositivos tecnológicos em sala de aula necessariamente levariam a distrações, prejudicando a aprendizagem (Lopes *et al.*, 2022). Outro fator que alimenta tal receio é a falta de formação continuada, para que profissionais da Educação possam enxergar melhor as potencialidades de aplicação desses recursos (Cavagis e Benedetti-Filho, 2023).

O ensino lúdico e colaborativo, por meio de jogos, propicia uma aprendizagem dinâmica e prazerosa, estimulando as relações interpessoais e ampliando o interesse por conteúdos ministrados (Benedetti-Filho *et al.*, 2019; Benedetti-Filho *et al.*, 2020; Benedetti-Filho *et al.*, 2021; Lazaroto *et al.*, 2024). Nessa perspectiva, a “gamificação”, que se refere à utilização de elementos de jogos em diferentes contextos da vida real, entre os quais a sala de aula, pode promover motivação, seja

somente por diversão, ou associada a um objetivo pedagógico (Oliveira *et al.*, 2017; Figueiredo e Souza, 2021).

Quando adequadamente aplicados no ensino, os jogos podem trazer excelentes contribuições à aprendizagem, ajudando a desenvolver iniciativa para tomada de decisões, maior participação ativa e melhora nas relações interpessoais, lembrando que eles podem ser usados na explicação de conceitos, revisão de conteúdos e, até mesmo, no processo de avaliação.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo construir, aplicar e analisar as contribuições de um jogo educativo virtual na aprendizagem de teoria atômica, visando a avaliar, de modo holístico, a experiência lúdica de estudantes no primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, assim como suas contribuições para a formação continuada do professor de Química.

Metodologia

O jogo educativo virtual “Passatempos em Química” foi elaborado utilizando a plataforma computacional Construct 3[®]. A Figura 1 ilustra a tela principal do software.

Construíram-se três passatempos virtuais, que foram integrados como 3 fases de um único jogo educativo, visando a dar suporte à revisão/fixação de conceitos relacionados à teoria atômica, para alunos no início do Ensino Médio. A Figura 2 ilustra a tela de abertura do jogo, com os ícones para iniciar nova partida, conferir os melhores resultados e acesso a dados sobre o desenvolvedor do aplicativo.

A Figura 3 ilustra a tela da primeira fase do jogo, que consiste em ligar o nome de cada cientista ao ano e a uma imagem relacionada com seu modelo atômico.

A primeira fase exercita o aluno a relembrar, fixar a evolução histórica dos modelos atômicos e associar a abordagem/concepção de átomo de cada cientista. Vence quem fizer todas as associações corretas em menos tempo.

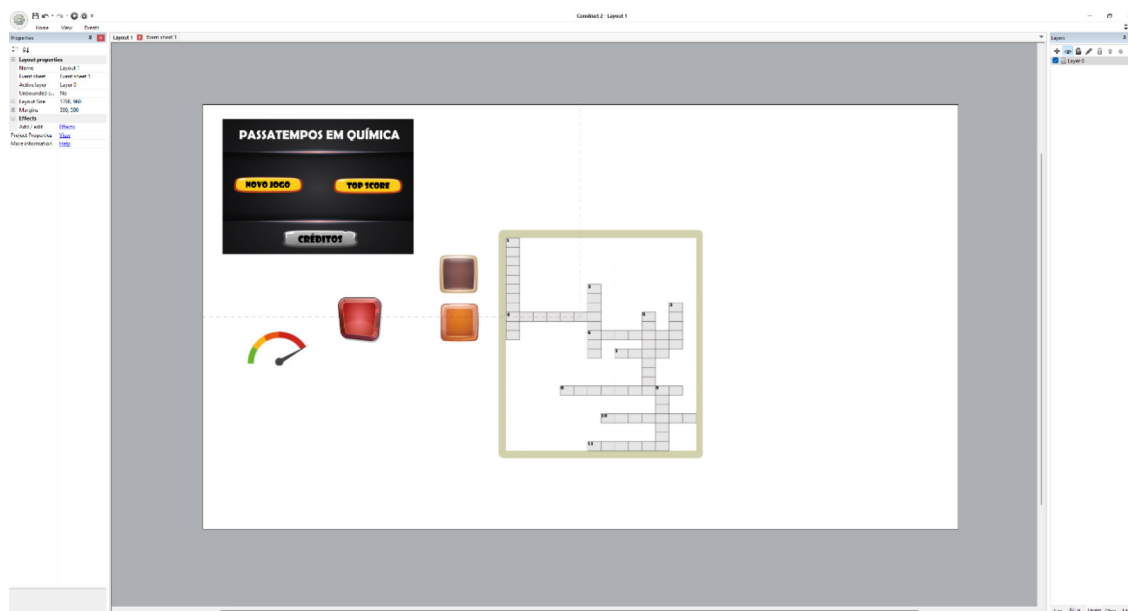


Figura 1: Imagem da tela principal do software Construct 3[®], com alguns elementos gráficos do jogo educativo “Passatempos em Química”. Fonte: Autoria própria

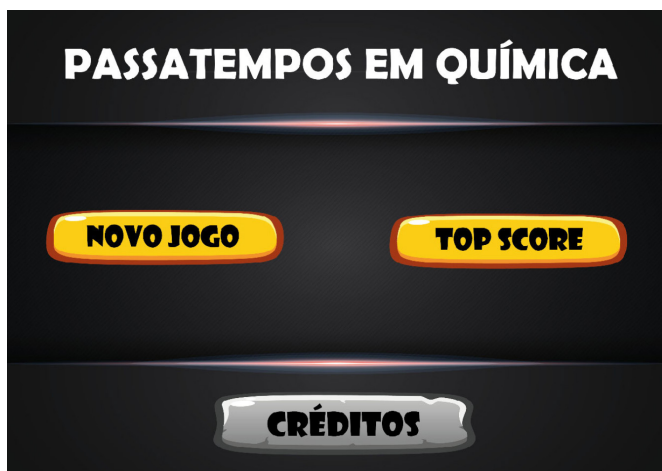


Figura 2: Tela de abertura do jogo educativo “Passatempos em Química”. Fonte: Autoria própria

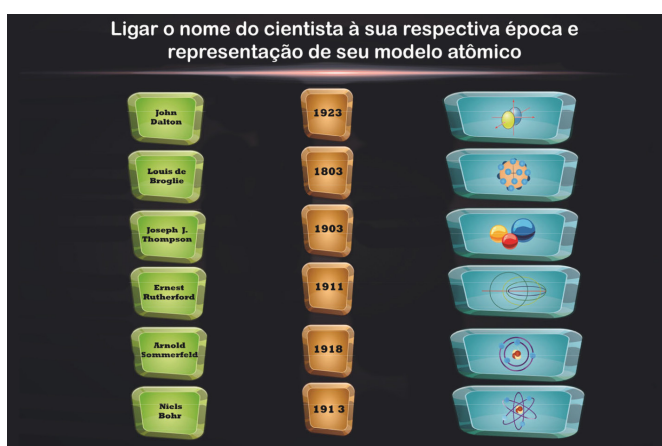


Figura 3: Tela da primeira fase do jogo educativo “Passatempos em Química”. Fonte: Autoria própria

A segunda fase consiste de um jogo de palavras cruzadas, em que o aluno deve ler, interpretar cada dica e preencher as lacunas de cada palavra em até 1 minuto (Figura 4). Acertando em menos tempo, as lacunas da palavra seguinte abrem imediatamente, sem fechar as lacunas anteriores, seguindo essa dinâmica para as onze palavras. Aqui também o menor tempo leva à melhor classificação.

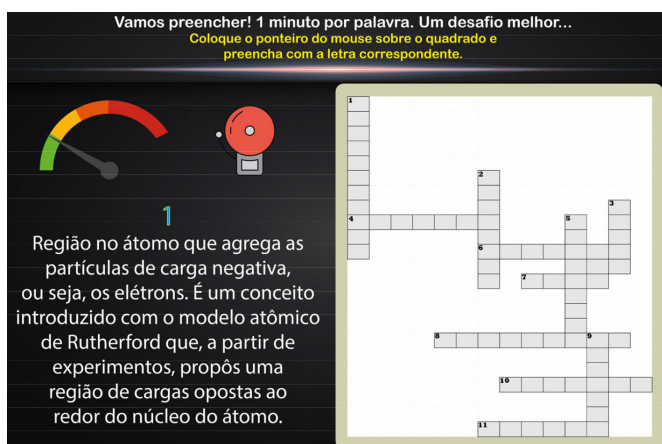


Figura 4: Tela da segunda fase do jogo educativo “Passatempos em Química”. Fonte: Autoria própria

A Figura 5 ilustra uma tela da terceira fase, muito comum em jogos virtuais, que consiste de um jogo da memória, com associações envolvendo conceitos de teoria atômica. No jogo da memória tradicional, geralmente se formam pares com imagens idênticas, enquanto que, neste, os pares são formados pela imagem de um cientista e outra referente à sua ideia de átomo. Assim, além de memorizar as localizações dos quadros na tela, também é necessário acertar a associação entre cada cientista e a imagem correspondente ao seu modelo atômico. Havendo acerto, ambos os quadros ficam abertos e o jogador ganha nova chance. Se a associação não estiver correta, os quadros se fecham, finalizando a fase apenas quando todos os quadros estiverem abertos, com os pares certos. Assim como nas fases anteriores, vence quem terminar primeiro e a classificação geral fica registrada no “top score”.



Figura 5: Tela da terceira fase do jogo educativo “Passatempos em Química”, que associa jogo da memória com teoria atômica. Fonte: Autoria própria

O jogo foi aplicado para três turmas, no início do primeiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública do Estado de São Paulo, envolvendo 100 alunos que participaram de discussões prévias sobre teoria atômica, promovidas pelo professor de Química. Posteriormente, os alunos receberam orientações sobre o uso do software e a atividade foi realizada no laboratório de informática da escola.

A análise dessa atividade lúdica baseou-se em duas abordagens: qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa fundamentou-se na descrição, observação e interpretação, considerando as diretrizes propostas por Bogdan e Biklen (2000). Durante toda a execução, registraram-se em diário de campo os comportamentos dos alunos, seus diálogos e os tempos gastos para concluir cada fase do jogo. Na análise quantitativa, a partir dos dados obtidos ao longo da aplicação do jogo, observaram-se as recomendações descritas por Fonseca (2002), que estabelece a seguinte discussão sobre informações numéricas na área de ensino:

A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de

dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis etc. [Fonseca 2002, p. 20].

Portanto, a pesquisa foi realizada no ambiente escolar, tanto na sala de aula como no laboratório de informática, com participação ativa do professor de Química. Cumpre salientar que a pesquisa foi autorizada pelo representante legal da escola, bem como pelo professor. Todos os levantamentos de dados foram feitos com o devido esclarecimento e acompanhamento pela coordenação da escola, tanto na sala de aula como no laboratório de informática, respeitando-se todos os princípios éticos, o anonimato dos alunos, do professor e da escola, com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) preenchido por todos os envolvidos.

Resultados e discussão

O jogo foi produzido com o software Construct 3[®], que utiliza uma linguagem própria de programação, com comandos das ações pré-estabelecidos, o que facilita seu uso e oferece uma condução intuitiva na criação do jogo. De acordo com Tarouco *et al.* (2005, p. 4), “o desenvolvimento de jogos educacionais envolve a escolha de um tema, público-alvo e objetivos”. O pesquisador McGonigal (2012), por sua vez, acredita que os jogos digitais voltados ao ensino devem contemplar quatro pontos fundamentais: objetivos de metas claras; regras simples; um sistema de retorno ao jogador e a possibilidade de compartilhar suas conquistas. Ao se criar um jogo eletrônico, este também deve apresentar uma composição visual atraente, que possa levar o jogador a uma reflexão e ao senso crítico em relação às imagens inseridas no ambiente virtual (Mattar, 2010).

Por suas características, o Construct 3[®] se mostrou adequado para contemplar essas recomendações: o software tem uma versão gratuita, com funções limitadas de construção, mas é possível desenvolver inúmeros jogos, mesmo com as limitações (na versão paga, não há restrições de funções). Não é necessário acesso à internet para executar o programa: uma vez instalado o software no computador, a chave de ativação fica no IP da máquina, não havendo necessidade de estar conectado a qualquer servidor para execução.

Antes da aplicação do jogo na escola, o professor de Química realizou discussões teóricas em sala de aula sobre teoria atômica, conforme sua metodologia e programação prevista no plano de ensino. Em seguida, ele explicou que haveria uma atividade de revisão usando um jogo virtual de

passatempos, que seria realizada no laboratório de informática na semana seguinte; as regras e mecanismos do jogo foram discutidos com os alunos antes de iniciar a atividade.

Optou-se por essa dinâmica a fim de verificar se os alunos demonstrariam interesse prévio pela atividade e se haveria algum empenho extra para reforçar conhecimentos e conseguir melhores resultados no jogo. Em suas anotações de diário de campo, o professor relatou que a expectativa dos alunos em relação à atividade havia sido bastante positiva, fato que levou vários deles a procurá-lo nos intervalos para discutir dúvidas relacionadas ao tema:

Já ministro aula nesta escola há mais de 12 anos e esses momentos de esclarecimentos de dúvidas com os alunos fora da aula são raros. Mas, surpreendeu a quantidade de alunos que vieram me procurar para rever algum ponto da matéria. Tinha ideia de que o jogo era atraente para os alunos, mas chegar ao ponto de realmente eles se interessarem em estudar os conteúdos só reforça que temos que ter a mente aberta para as novas ferramentas metodológicas. Professor.

No início da atividade, os alunos foram orientados de que o objetivo principal do jogo não era de consagrar vencedores, mas que na verdade todos sairiam ganhadores, reforçando seus conhecimentos sobre teoria atômica de forma divertida e prazerosa. Estabelecer tal diálogo com os alunos é bastante importante, pois esclarecimentos sobre a proposta fornecem uma interpretação correta a todos os envolvidos do que se pretende com uma atividade lúdica de aprendizagem (Felfício, 2011). No entanto, é essencial

que os educadores compreendam e observem a necessidade de equilíbrio entre a função lúdica (o jogo, o desafio e o divertido) e a função educativa (os conceitos a serem ensinados).

Mesmo o professor tendo informado que a atividade era facultativa e não avaliativa, todos os 100 alunos que assistiram às discussões sobre teoria atômica em sala de aula optaram por participar e estiveram presentes na aplicação do jogo.

Como mencionado, os três passatempos virtuais construídos foram integrados como três fases sequenciais de um mesmo jogo e, na fase 1, deve-se relacionar nome de um cientista, ano e uma ilustração relacionada ao seu modelo atômico (Figura 3). Quando todas as associações estiverem corretas, o tempo gasto é registrado e a partida segue para a fase 2 (Figura 4). Todos os resultados armazenados na plataforma do jogo ficam disponíveis para quem quiser conferir. Cumpre destacar que os alunos não se dispersaram durante a atividade, mas se envolveram em uma competição saudável,

[...] o Construct 3[®] se mostrou adequado para contemplar essas recomendações: o software tem uma versão gratuita, com funções limitadas de construção, mas é possível desenvolver inúmeros jogos, mesmo com as limitações (na versão paga, não há restrições de funções). Não é necessário acesso à internet para executar o programa: uma vez instalado o software no computador, a chave de ativação fica no IP da máquina, não havendo necessidade de estar conectado a qualquer servidor para execução.

mantendo-se concentrados no desafio de conseguir o melhor desempenho possível no jogo.

Notavelmente, a fase 2 (Figura 4) foi a que trouxe mais dificuldade. Para preencher as palavras cruzadas, os alunos precisavam ler e interpretar as dicas, com tempo de um minuto para cada palavra.

Na fase 3, os alunos tinham que relacionar os pares entre os pesquisadores e a representação da contribuição de cada um (Figura 5). Cumpre lembrar que a fase 3 exigia, além de conhecimentos em teoria atômica, memória para localizar a posição dos quadros na tela. Concluídas as três fases, a tela mostra tempo gasto em cada fase e o tempo total gasto para concluir o jogo (Figura 6), retornando, em seguida, à tela inicial para iniciar um novo jogo ou visualizar a classificação de todos no ícone “top score”.

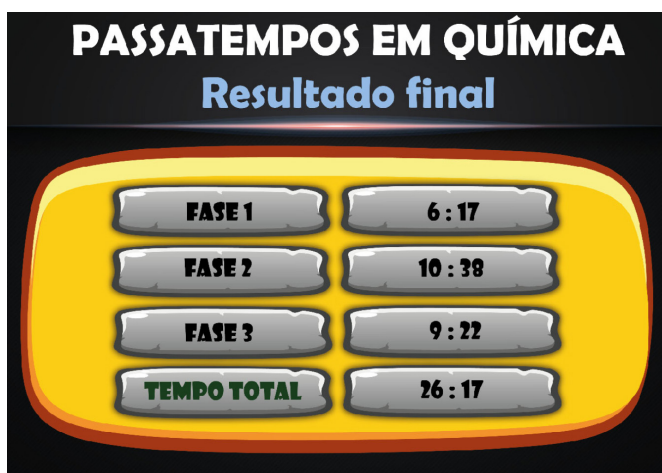


Figura 6: Tela mostrando o desempenho de um aluno no jogo educativo “Passatempos em Química”. Fonte: Autoria própria

Ao término das atividades, analisaram-se os tempos gastos pelos alunos para concluir cada etapa do jogo. Na Figura 7, podemos comparar o desempenho relativo dos alunos nas três fases do jogo, dividindo-os em 4 conjuntos, cada qual representado por três barras referentes a cada uma das três fases. O primeiro conjunto (as três barras mais à esquerda) corresponde aos números de alunos que conseguiram terminar cada fase em menos de 9 minutos. O segundo grupo finalizou cada fase em um tempo entre 9 e 11 minutos, o terceiro grupo entre 11 e 13 minutos e o quarto grupo entre 13 e 15 minutos.

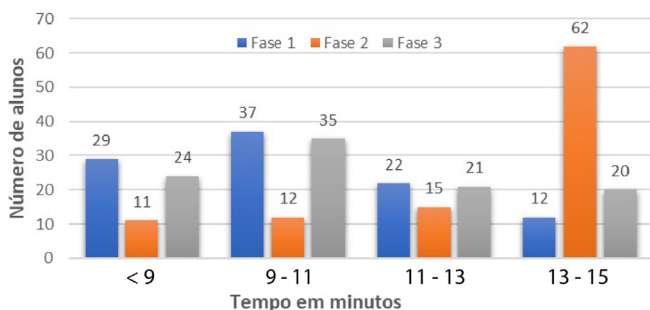


Figura 7: Tempos gastos pelos alunos para conclusão de cada fase do jogo. Fonte: Autoria própria

Observa-se que, na fase 1, os alunos obtiveram melhor desempenho geral. Fica também notável que a fase 2 causou mais dificuldade, até mesmo do que a fase 3, a qual exigia memorização, além da capacidade associativa, que dependia de conhecimentos sobre teoria atômica. Como se vê no gráfico, mais de 60% dos alunos levaram entre 13 e 15 minutos para conseguir concluir as palavras cruzadas. Durante a pesquisa, foi possível observar que esse fato foi decorrente, principalmente, de dificuldades na leitura e interpretação das pistas que levavam às respostas. Nas fases 1 e 3, que exigiam leituras mais curtas e objetivas, as habilidades visuais, mnemônicas e associativas acabaram sendo mais determinantes do que as habilidades de leitura e interpretação exigidas na fase 2.

Relatos registrados em diário de campo demonstram que a atividade lúdica foi bem recebida pelos alunos:

Gosto muito de jogar e algumas vezes até encontrei jogos no celular sobre algum assunto da escola, mas nunca me despertou interesse, não tinha competição, era só eu. Aqui não, a disputa em grupo foi muito bacana e isso me motivou bastante a jogar. Aluna 18.

Gostei muito da aula do professor hoje. Gosto da aula dele, deu aula pra mim no nono ano. Mas essa foi demais, nem sabia que dava para fazer isso aqui na escola. Geralmente os professores dizem que a gente perde tempo jogando e tal... Aluno 29.

Conversamos muitos antes e depois deste jogo, foi bem interessante. Estava ansiosa para jogar, até fiquei praticando em casa para não fazer feio. Aluna 64.

Estratégias pedagógicas diversificadas propiciam melhor condição de estímulo e conduta na vivência escolar, retirando o docente do papel de mero transmissor de conhecimento (Piaget, 1976).

O desempenho na fase 2 reforça a direta relação entre dificuldades de leitura e interpretação e problemas na aprendizagem de Química. Em relação a essa questão, cabe citar um comentário do professor de Química:

Quando me deparei com a dificuldade dos alunos para ler e interpretar as questões na fase das palavras-cruzadas, percebi como é importante o diálogo com outros professores. Vou discutir esse assunto na próxima reunião dos professores para ver o que podemos fazer para melhorar. Eles foram bem nas outras fases... Então, por que somente nessa fase que tem leitura foram tão desastrosos? Isso foi muito importante para ver como eles pensam ao lerem frases simples de conceitos. Acho que devemos fazer outros estudos para tentar verificar quais os melhores caminhos. Vou até ver na internet quais os passos que posso dar. Professor.

A dificuldade demonstrada na fase 2 evidencia o quanto limitações de leitura, interpretação e limitações de

vocabulário acabam sendo empecilhos importantes para a devida significação e apropriação de conceitos científicos. Quando um professor pergunta aos alunos, por exemplo, o que eles pensam sobre as implicações do modelo atômico de Bohr, geralmente desconsidera o fato de que parte considerável deles pode ter dificuldades em responder simplesmente por não entender o significado de “implicações”. Problemas de linguagem acabam desviando o foco dos conceitos científicos; por isso, é importante ter em mente que a alfabetização linguística precede a alfabetização científica, sendo que os resultados apresentados neste trabalho corroboram tal fato.

Os caminhos para solucionar problemas relacionados à linguagem perpassam pelo estímulo de atividades interdisciplinares que envolvam a prática de leitura e interpretação de textos científicos. Colpo *et al.* (2019) reforçam a necessidade de ampliar a prática de leitura na Educação Básica, com discussões em grupo mediadas pelo professor, a fim de qualificar a apropriação da linguagem científica. Nessa perspectiva, a utilização de textos de divulgação científica também é interessante (Zismann *et al.*, 2019), uma vez que a prática de leitura na aprendizagem de Química propicia a apropriação e significação conceitual, essenciais à formação de estudantes mais críticos e participativos (Wenzel *et al.*, 2018).

Analisando as considerações prévias do professor sobre o uso de jogos em sala de aula, conclui-se que havia certo receio da parte dele em relação à aplicabilidade dessa ferramenta lúdica no ensino. Nesse sentido, a participação do docente na pesquisa também foi importante para que evoluísse sua visão:

Faz diversos anos que sou professor, nunca tive a oportunidade de realizar uma atividade com jogos aos meus alunos. Aqui até me culpo um pouco, pois sempre achei o jogo mais para diversão apenas, sem relação com o conteúdo escolar. Fazer esta atividade, direcionada, e observar o avanço que os alunos fizeram, me procurar fora da aula, se dedicar na resolução dos desafios, realmente me surpreendeu. Minha visão sobre isso, hoje, é totalmente diferente. Professor.

Esse relato do professor reforça a importância de cursos de formação continuada que permitam aos docentes atuantes na Educação Básica ter acesso a metodologias inovadoras de ensino, a fim de incorporá-las em suas práticas pedagógicas. Quando o docente é capaz de construir uma reflexão de sua prática pedagógica, a relação professor-aluno pode ser em muito melhorada, como se viu pelo aumento de interesse extraclasse sobre os assuntos de teoria atômica debatidos na sala de aula, inspirado pelo desafio e competitividade saudável proporcionados por esse tipo de abordagem (Steiner, 2003).

Em um grau surpreendente, os costumes, os temas que continuam a orientar nossa vida escolar, nossas convenções pedagógicas, nossas imagens do Mestre

e seus discípulos, juntamente com as rivalidades entre escolas e as doutrinas que competem entre si, têm mantido as mesmas características desde o século VI a.C. O espírito de nossas conferências, os apelos carismáticos de gurus rivais com seus acólitos, muitas das próprias técnicas de retórica do ensino deixariam surpresos os pré-socráticos [Steiner 2003, p. 19].

Ao final da atividade, os alunos se mostraram bastante surpresos e curiosos sobre atividades lúdicas no ensino e pediram novos jogos. Os mais bem classificados de cada sala receberam como prêmio uma caixa de bombons, que foi prontamente compartilhada com os colegas.

Conclusão

A aplicação do jogo de passatempos virtual mostrou-se bem sucedida na revisão e fixação de conceitos relacionados à teoria atômica, despertando interesse extraclasse e estimulando o engajamento dos alunos em aprofundar conhecimentos sobre o tema, conforme os relatos do professor de Química. Os tempos notavelmente maiores para conclusão da fase 2 foram um indicativo de como a aprendizagem de conceitos científicos pode esbarrar em problemas de leitura, interpretação e desenvoltura linguística dos alunos, fato que reforça a necessidade de ampliar a prática orientada de leitura de textos científicos em sala de aula. A pesquisa também contribuiu para a formação do professor de Química, que enxergava o uso de jogos em sala de aula com certa desconfiança, passando a vislumbrar melhor as potencialidades dessa ferramenta no ensino após participar do presente trabalho, o que reitera a carência de cursos de formação continuada, que permitam aos professores ressignificar suas práticas de ensino para além do tradicional.

Alexandre Donizeti Martins Cavagis (cavagis@ufscar.br) é licenciado em Química, bacharel em Química Tecnológica, mestre e doutor em Bioquímica pela UNICAMP. Tem PhD e pós-doutorado pela University of Groningen (Holanda). Atualmente é docente da UFSCar, Sorocaba-SP, Brasil. **Edemar Benedetti-Filho** (edemar@ufscar.br) é licenciado e bacharel em Química, mestre e doutor em Química pela UFSCar. Atualmente é docente da UFSCar, Sorocaba-SP, Brasil.

Referências

- BENEDETTI-FILHO, E. e RODRIGUES, L. A. Emprego do Instagram como ferramenta para a divulgação científica: o papel das bruxas na história da química. *Revista Insignare Scientia*, v. 5, n. 4, p. 317-335, 2022.
- BENEDETTI-FILHO, E.; SANTOS, C. G. P.; CAVAGIS, A. D. M. e BENEDETTI, L. P. S. Desenvolvimento e aplicação de um jogo virtual no ensino de química. *Informática na Educação: teoria & prática*, v. 22, n. 3, p. 144-157, 2019.
- BENEDETTI-FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M. e BENEDETTI, L. P. S. Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratórios de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 1, p. 37-44, 2020.

- BENEDETTI-FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; DOS SANTOS, K. O. e BENEDETTI, L. P. S. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 2, p. 167-175, 2021.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 2000.
- CAVAGIS, A. D. M. e BENEDETTI-FILHO, E. Uso da plataforma Construct 2[®] na formação continuada de professores em jogos educativos virtuais. *Revista ELO – Diálogos Em Extensão*, v. 12, p. 1-13, 2023.
- CHATEAU, J. *O jogo e a criança*. São Paulo: Editora Summus, 1987.
- COLPO, T. A. R.; WENZEL, J. S. e MARTINS, J. L. C. Estratégias de leitura nas aulas de Ciências: um olhar para os anais do ENPEC. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 9, n. 3, p. 141-150, 2019.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- DANIELLI, F.; FREITAS, K. T. D. e CARDOSO, F. L. Modelo de base teórica para criação de jogo digital pensado para o desenvolvimento infantil. *RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 18, n. 00, p. 1-21, 2023.
- FELÍCIO, C. M. *Do compromisso à responsabilidade lúdica: ludismo em ensino de química na formação básica e profissionalizante*. Tese de Doutorado em Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- FIGUEIREDO, M. C. e SOUZA, A. R. Jogo digital e o conceito de aleatoriedade: aplicação e potencialidades para o ensino e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 3, p. 278-286, 2021.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens*. 4^a ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 14^a ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.
- LAZAROTO, A. C.; MASETTO, E. V.; FIORESI, C. A.; LIMA, F. O.; CAETANO, C.; GALLINA, A. L. e SOARES, L. C. Perfil sustentável: um jogo didático para o desenvolvimento da temática biogás. *Química Nova na Escola*, v. 46, n. 2, p. 114-124, 2024.
- LOPES, A. T. R. S.; ALMEIDA, F. A. e PIMENTEL, F. S. C. Implicações pedagógicas do uso de jogos digitais na contação de histórias da educação infantil. *Informática na Educação: teoria & prática*, v. 25, n. 1, p. 71-86, 2022.
- MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- McGONIGAL, J. *A Realidade em Jogo. Tradução de Eduardo Rieche*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2012.
- OLIVEIRA, J. J. S.; MORAIS, R. O.; MEDEIROS, U. K. L. e RIBEIRO, M. E. N. P. Criação do jogo “um passeio na indústria de laticínios” visando promover a educação ambiental no curso técnico de alimentos. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p. 142-152, 2017.
- PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança: Imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo*. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- PIAGET, J. *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.
- RIBEIRO, A. C. e GARCIA, D. X. *A importância da leitura para os futuros profissionais da informação*. In: X EREBD – Encontro Regional de Estudantes de Biblioteconomia e Documentação. Ciência da Informação e Gestão da informação da Região Sudeste e Centro-Oeste – GO, Goiânia, 2009.
- RUSSO, M. F. *Alfabetização: um processo em construção*. 6^a ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- SILVA, C. S. e SOARES, M. H. F. B. Estudo bibliográfico sobre conceito de jogo, cultura lúdica e abordagem de pesquisa em um periódico científico de Ensino de Química, *Ciência e Educação*, v. 29, p. e23003, 2023.
- STEINER, G. *Lições dos mestres*. Rio de Janeiro: Record, 2010.
- TAROUÇO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P. e GRANDO, A. R. S. O aluno como construtor e desenvolvedor de jogos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 3, n. 2, p. 1-8, 2005.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- WENZEL, J. S.; MARTINS, J. L. C. e COLPO, T. A. R. A prática da leitura no ensino de química: modos e finalidades de seu uso em sala de aula. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 3, n. 2, p. 98-115, 2018.
- ZISMANN, J. J.; BACH, T. S. e WENZEL, J. S. A leitura de texto de divulgação científica no ensino de cinética química. *Revista Insignare Scientia*, v. 2, n. 1, p. 127-137, 2019.

Abstract: Construction of a virtual educational game and its application in Chemical Education. This work describes the development and application of a virtual educational game, based on concepts of atomic theory in High School. The software used was Construct 3[®] and the research involved 100 students from a public school in the State of São Paulo, Brazil. The game stimulated students' engagement in deeper understanding concepts previously discussed in classroom, which reinforces its potential for teaching purposes. Results also highlight the influence of problems related to reading and interpretation on learning difficulties in Chemistry.

Keywords: playful activities, electronic games, science education