

Desenvolvimento e Aplicação de Jogos Sérios para o Ensino de Cinética Química
Development and Application of Serious Games for Teaching Chemical Kinetics
Desarrollo y aplicación de juegos serios para la enseñanza de la cinética química

Recebido: 18/04/2020 | Revisado: 28/04/2020 | Aceito: 01/05/2020 | Publicado: 04/05/2020

Thamyla Maria de Sousa Lima

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8824-8016>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: thamyla.sl@gmail.com

Rodrigo de França de Sá Menezes

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2449-5434>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: rodrigo.fsamenezes@gmail.com

Alex Oliveira Barradas Filho

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-7129>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: alex.barradas@ecp.ufma.br

Allan Kardec Duailibe Barros

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1654-0955>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: akduailibe@gmail.com

Davi Viana

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0470-549X>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: davi.viana@lsdi.ufma.br

Luis Jorge Enrique Rivero Cabrejos

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6008-6537>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: luisrivero.cabrejos@gmail.com

João Batista Bottentuit Junior

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4432-0271>

Resumo

A complexidade de caráter não-linear que representa o ato de ensinar não permite ao docente recorrer a uma única forma de abordar o processo de educação no ensino superior. Em outros termos, a sociedade contemporânea recheada de tecnologias de informações com o elevado grau de interatividade exige dos professores uma maior compreensão e busca por diferentes formas e mecanismos motivacionais para os alunos. Nesse contexto, o trabalho aborda o uso de jogos digitais como ferramenta de interação entre alunos e conteúdo de cinética química, como uma metodologia alternativa do processo de ensino e aprendizagem. Para tanto, durante o trabalho foi projetado e construído um tabuleiro interativo (Edutable), um software de gerenciamento lógico e um aplicativo móvel. Em seguida, com base no método de usabilidade, foram realizados estudos de sucesso de tarefa e experiência de usabilidade positiva. Os resultados das avaliações mostraram que, na percepção dos usuários, o jogo de tabuleiro cumpre com o caráter lúdico e educativo obtendo pontuação acima de 80% na escala SUS (*System Usability Scale*), modelo de avaliação aplicado no presente trabalho.

Palavras-chave: Jogos Sérios; Tabuleiro; Cinética Química.

Abstract

The complexity of a non-linear character that represents the act of teaching does not allow the teacher to resort to a single way of approaching the process of education in higher education. In other words, contemporary society filled with information technologies with a high degree of interactivity requires from teachers a greater understanding and search for different motivational forms and mechanisms for students. In this context, the work addresses the use of digital games as a tool for interaction between students and kinetic chemistry content, as an alternative methodology of the teaching and learning process. For this purpose, an interactive board (Edutable), logical management software and a mobile application were designed and built during the work. Then, based on the usability method, task success studies and positive usability experience were performed. The results of the evaluations showed that, in the users' perception, the board game complies with the playful and educational character, obtaining scores above 80% on the SUS (*System Usability Scale*), an evaluation model applied in the present work.

Keywords: Serious Games; Board; Chemical Kinetics.

Resumen

La complejidad de un carácter no lineal que representa el acto de enseñar no le permite al maestro recurrir a una sola forma de abordar el proceso de educación en la educación superior. En otras palabras, la sociedad contemporánea llena de tecnologías de la información con un alto grado de interactividad requiere de los maestros una mayor comprensión y búsqueda de diferentes formas y mecanismos de motivación para los estudiantes. En este contexto, el trabajo aborda el uso de juegos digitales como una herramienta para la interacción entre los estudiantes y el contenido de química cinética, como una metodología alternativa del proceso de enseñanza y aprendizaje. Para este propósito, se diseñó y construyó una placa interactiva (Edutable), un software de administración lógica y una aplicación móvil durante el trabajo. Luego, con base en el método de usabilidad, se realizaron estudios de éxito de tareas y experiencia de usabilidad positiva. Los resultados de las evaluaciones mostraron que, en la percepción de los usuarios, el juego de mesa cumple con el carácter lúdico y educativo, obteniendo una puntuación superior al 80% en el SUS (Escala de usabilidad del sistema), un modelo de evaluación aplicado en el presente trabajo.

Palabras clave: Juegos serios; Tablero; Cinética química.

1. Introdução

Nas últimas décadas, conforme Figueiredo, et al. (2015), no campo da educação, tem se apresentado um interesse e uma necessidade crescente de abordagens pedagógicas que contemplem experiências cognitivas dos alunos, as quais se constituem não só a partir do verbal como também a partir de imagens digital ou eletronicamente produzidas e programadas para experiências pedagógicas, além de atividades interativas, principalmente, entre humanos e computadores. Para Bazzo, et al. (2014), o desafio do ensino-aprendizagem está em encontrar ferramentas que rompam com algumas tradições vigentes, promovendo mudanças estruturais na chamada educação tecnológica, da qual os jogos digitais fazem parte.

A educação, como mencionado por Buchinger & Hounsell (2013), nunca esteve tão relacionada ao entretenimento como está hoje: aprender e ensinar de forma lúdica se tornou objeto de pesquisa e estudos, e, atualmente, já é uma realidade. Foi em 2002 que se deu início ao movimento de Jogos Sérios, que se espalhou rapidamente graças a *Serious Games Initiative* (Susi, et al., 2007). Entende-se como Jogos serios, aqueles que usam a mídia artística dos jogos para dar uma mensagem, ensinar uma lição ou proporcionar uma experiência, sendo sua principal característica a finalidade educacional explícita e

cuidadosamente pensada (Michael & Chen, 2006). Neste sentido, jogos sérios podem ir além das videoaulas e livros, permitindo aos estudantes não apenas o aprendizado, mas a demonstração e aplicação dos conhecimentos aprendidos (Michael & Chen, 2006; Alvarez & Djaouti, 2011).

A aplicação de jogos sérios, remete a um novo conceito, que está intimamente ligado ao processo de ensino e aprendizagem, que é o emprego direto da gamificação, que é elucidado por Alves, et al. (2014):

A gamificação se constitui na utilização da mecânica dos games em cenários non games, criando espaços de aprendizagem mediados pelo desafio, pelo prazer e entretenimento. Compreendemos espaços de aprendizagem como distintos cenários escolares e não escolares, que potencializam o desenvolvimento de habilidades cognitivas [...] (Alves et al., 2014, p. 76).

Tendo posto o que é gamificação, este projeto tem o objetivo de criar um jogo sério a fim de gamificar o estudo das reações químicas, que podem ser definidas como transformações que envolvem o rompimento e a formação de ligações químicas, podendo ser estudadas sob dois aspectos: termodinâmico e cinético. O desenvolvimento deste projeto concentra-se, mais especificamente, no aspecto cinético, que engloba a cinética química. Esta, é a ciência que estuda as velocidades das reações, os diversos fatores que a influenciam e explica a velocidade em termos desses fatores. Abrange tanto o estudo experimental das velocidades das reações, como o desenvolvimento de teorias propostas para explicar os resultados experimentais, ou seja, a cinética é uma parte da química essencialmente empírica, que tem grande potencial de aplicação em jogos sérios.

A exemplo de jogos simples criados para fins educativos de cinética química, está o mencionado por Stahler, et al. (2013), o Dominó Orgânica, baseado na classificação de cadeias e nomenclatura e desenvolvido a partir de dificuldades elencadas por alunos de 2ª série. Entre outros, há também o “Baralho da Cinética”, projetado por Oliveira (2014), que consiste em 39 cartas com perguntas e respostas referentes ao conteúdo de Cinética Química, relacionadas com fatos do cotidiano dos alunos juntamente com as explicações dos seus fenômenos.

Reconhecida a importância que se tem atribuído as atividades lúdicas, mais especificamente ao jogo no processo educativo, decidiu-se fazer um jogo de tabuleiro envolvendo os conceitos de cinética química mais estudados e que apresentam maior dificuldade no ensino superior dos cursos de bacharelado e licenciatura em química,

bacharelado em engenharia química, entre outros cursos. Para isso, através de formulários e entrevistas, foram identificadas as áreas da cinética química que apresentam maior dificuldade de assimilação de aprendizagem e compartilhamento de conhecimento.

Nestes pressupostos, este trabalho propôs cooperar para o ensino e aprendizagem de cinética química através de um jogo digital, recurso didático que contribuirá para modificar a prática pedagógica tradicional baseada apenas em aulas expositivas, possibilitando um ambiente sistemático e interativo para a construção de conhecimento.

2. Metodologia

A pesquisa documental pode ser de fonte direta ou indireta como considera Pereira et al. (2018). Para a realização deste trabalho, desenvolveu-se uma pesquisa documental de fonte indireta por meio do estudo de 48 ementas de disciplinas relacionadas a cinética química de cursos superiores de diferentes universidades federais do Brasil. Esta pesquisa foi realizada a fim de constatar quais temas de cinética química se apresentam com maior frequência e destaque nos cursos de Engenharia, Bacharelado e Licenciatura em Química.

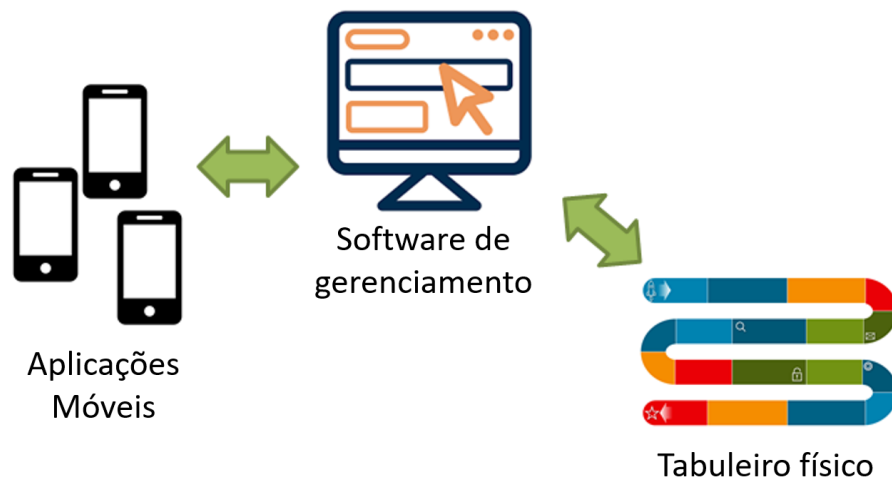
Um ranking, apresentado na seção de resultados, foi sistematizado com os conteúdos designados na pesquisa, a partir das ementas selecionadas. Estes conteúdos foram estruturados conforme organização do livro Físico-Química de Atkins & De Paula (2004). Esse livro foi escolhido devido ao fato de o mesmo ser uma referência na área para o estudo básico de Físico-Química e ter sido utilizado quase que em unanimidade pelas referências encontradas.

Após a análise das ementas, buscou-se realizar o desenvolvimento do jogo, o Edutable. Por fim, buscou-se realizar um teste de usabilidade que visou verificar o impacto do jogo nos participantes e ao mesmo tempo, encontrar pontos de melhoria.

2.1. Desenvolvimento do jogo

O desenvolvimento do Edutable compreendeu três etapas: projeto e construção do protótipo de tabuleiro, gerenciamento lógico (software do tabuleiro) e aplicativo interativo (software para comunicação entre os usuários). A Figura 1 apresenta a estrutura do jogo criado.

Figura 1. Esquema de funcionamento do software do jogo.



Fonte: autoria própria.

A Figura 1 mostra o relacionamento entre os componentes do sistema envolvendo aplicações móveis e o tabuleiro físico intermediados por meio dos sistema de gerenciamento na Web de modo a possibilitar a aplicação educacional.

2.1.1 Projeto e construção do protótipo de tabuleiro

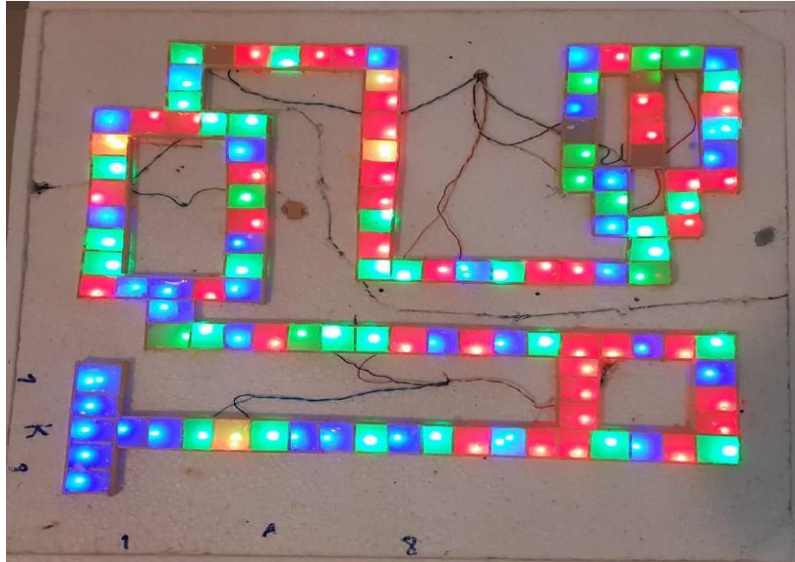
O Edutable foi projetado como um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas, disposto com 122 casas que formam um trajeto a ser trilhado. Os jogadores devem percorrer as casas e cumprir as determinações exigidas pelo jogo, aquele que completar o trajeto com a maior pontuação será considerado o vencedor.

Assim como a maioria dos jogos de tabuleiro, o Edutable foi projetado para implementar uma dinâmica, em que existe bonificação, casas neutras e casas de penalidade. As casas que se apresentam na cor vermelha indicam que o jogador deverá sofrer uma penalidade; as casas que se apresentam na cor verde, indicam uma casa com pergunta, e no caso de resposta certa, o jogador ganha um benefício através da Roleta de Benefícios; e as casas que se apresentam na cor azul indicam uma casa com pergunta, e no caso de resposta certa, o jogador ganha pontos.

O protótipo do tabuleiro foi construído artesanalmente, consoante Figura 2, utilizando-se de materiais de baixo custo e alguns dispositivos eletrônicos para interatividade do jogo, segundo apresenta a seguinte lista: Placa de poliestireno expandido, utilizada como base; Palitos de picolé, para construção das casas; 3 LEDs de 3mm em cada casa, nas cores

vermelho, verde e azul; Estanho para solda dos componentes eletrônico; Placa de prototipagem Arduino UNO; Circuito controlador de LEDs MAX7219.

Figura 2. Protótipo construído do jogo de tabuleiro.



Fonte: autoria própria.

A Figura 2 ilustra o protótipo físico utilizado para fins do jogo de tabuleiro do sistema educacional.

2.1.2 Gerenciamento lógico (software)

O software que gerencia e faz comunicação com o jogo foi criado na linguagem de programação JavaScript, utilizando tecnologia Node.js, que leva o processamento e renderização do código para o lado do servidor (back-end), o que possibilita aplicações rápidas, escaláveis e estáveis.

O gerenciamento lógico Edutable possui uma proposta simples, que consiste no mapeamento do tabuleiro por uma matriz e da execução das ações dos jogadores, o qual atualiza a matriz. Em outros termos, o software é programado para fazer a comunicação entre os dispositivos móveis e o tabuleiro físico.

2.1.3 Aplicativo interativo

Um aplicativo móvel foi desenvolvido com a finalidade de promover a interatividade entre o jogador e o tabuleiro, de forma que ao utilizar este aplicativo em um smartphone, o usuário pode conectar-se ao tabuleiro. Foi empregado o framework IONIC3, porque este possui funcionalidades nativas para criar e compilar uma aplicação mobile perfeita.

As Figuras 3.a e 3.b apresentam imagens do aplicativo móvel, em que a primeira apresenta o usuário respondendo a uma pergunta e a segunda apresenta as cartas de efeito do jogo.

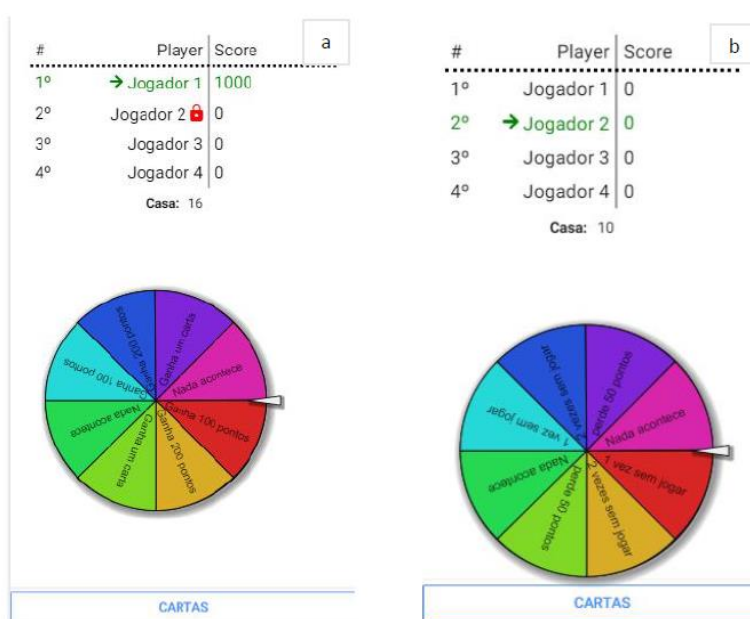
Figura 3. Imagens do aplicativo móvel. a) Mostra jogador respondendo pergunta no jogo. b) Mostra as cartas de efeito.



Fonte: autoria própria.

As Figuras 4.a e 4.b apresentam, respectivamente, as roletas de bonificação e de penalidades.

Figura 4. Imagens do aplicativo móvel. a) Mostra jogador sendo bonificado. b) Mostra jogador sendo penalizado.



Fonte: autoria própria.

2.2 Teste de usabilidade

A fim de verificar a funcionalidade do jogo por completo, foram realizados testes de integração entre partes: tabuleiro físico, software de gerenciamento e aplicativo móvel. Além disso, foram feitos testes de usabilidade com o propósito de verificar se o jogo cumpre seu caráter lúdico e educativo.

2.2.1 Tarefas realizadas pelos participantes

As tarefas realizadas para testar o Edutable por completo estão apresentadas na Figura 5. O objetivo de testar o jogo foi analisar como um usuário o avalia e qual o seu nível de satisfação.

Ao todo, foram 10 participantes que realizaram e responderam ao questionário das tarefas. Eles foram escolhidos de forma aleatória, mas com a condição de que já tivessem cursado a disciplina de Físico-Química.

Todos pertenciam à Universidade Federal do Maranhão e a um dos seguintes cursos: Bacharelado em Ciência e Tecnologia ou Licenciatura em Química.

Figura 5. Ficha de descrição do cenário das tarefas do estudo de usabilidade.

Cenário das Tarefas do Estudo de Usabilidade	
<p>Este estudo foi desenvolvido para obter resultados sobre a funcionalidade do jogo em questão, O Edutable. A seguir, estão as tarefas para você completar, que nos ajudarão a obter esses resultados.</p> <p>Enquanto você estiver concluindo, é importante concentração. Dessa forma, ao executar cada tarefa, por favor, diga o que lhe parece confuso, o seu entendimento e assim por diante.</p>	
Tarefa 1:	Conecte o smartphone ao sistema.
Tarefa 2:	Crie uma partida ou entre em uma.
Tarefa 3:	Gire a roleta e mova o pino correspondente no tabuleiro físico.
Tarefa 4:	Responda a uma pergunta.
Tarefa 5:	Use uma carta de efeito.
<p>Consentimento:</p> <p>Afirmo que sou estudante universitário e desejo participar do estudo de usabilidade deste jogo. Todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais, e meu nome não será identificado em hipótese alguma. Estou ciente que posso fazer perguntas ou desistir da colaboração a qualquer momento, sem qualquer penalidade.</p>	
_____	_____
Assinatura do aluno	Data

Fonte: autoria própria.

O cenário apontado para estudo de usabilidade dos sistemas contém cinco tarefas que representam os passos necessários para um usuário avaliar o Edutable. A tarefa 1 representa o primeiro passo, que é a instalação do aplicativo. A tarefa 2 representa o início do jogo. A

tarefa 3 é ação de jogar no tabuleiro. A tarefa 4 trata-se de uma penalidade e o último passo é a tarefa 5, que é usar uma carta de efeito.

2.2.2 Modelo de avaliação aplicado

Para a avaliação do Edutable foi selecionado o modelo de avaliação SUS (*System Usability Scale*) (Brooke, 1996). Ele foi escolhido por ser um questionário amplamente aceito na literatura, tendo sido aplicado em vários trabalhos relacionados a jogos educativos como em Lorenzini, et al. (2015), Jercic, et al. (2012) e Shewaga, et al. (2018).

A escala de avaliação SUS contém 10 itens que avaliam usabilidade e pode ser usada em qualquer tipo de sistema. Sua pontuação varia de 0 a 100 (Brooke, 1996). No Quadro 1 apresenta-se os itens que a compõe, estes foram traduzidos para português.

Quadro 1. Escala de avaliação SUS.

Pergunta	Respostas				
	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.	1	2	3	4	5
2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	1	2	3	4	5
3. Eu achei o sistema fácil de usar.	1	2	3	4	5
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	1	2	3	4	5
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	1	2	3	4	5
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	1	2	3	4	5
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	1	2	3	4	5
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	1	2	3	4	5
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.	1	2	3	4	5
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	1	2	3	4	5

Fonte: Adaptado de Brooke (1996).

3. Resultados e Discussão

De acordo com o ranking de assuntos das 48 ementas selecionadas foram identificados os assuntos mais recorrentes. Assim, tópicos com maior frequência no ranking tiveram

também uma maior frequência no jogo. O banco de questões foi então elaborado com base no ranking de conteúdos predominantes, este último representado no Quadro 2.

Quadro 2. Frequência de conteúdos sobre cinética química em 48 ementas de cursos superiores.

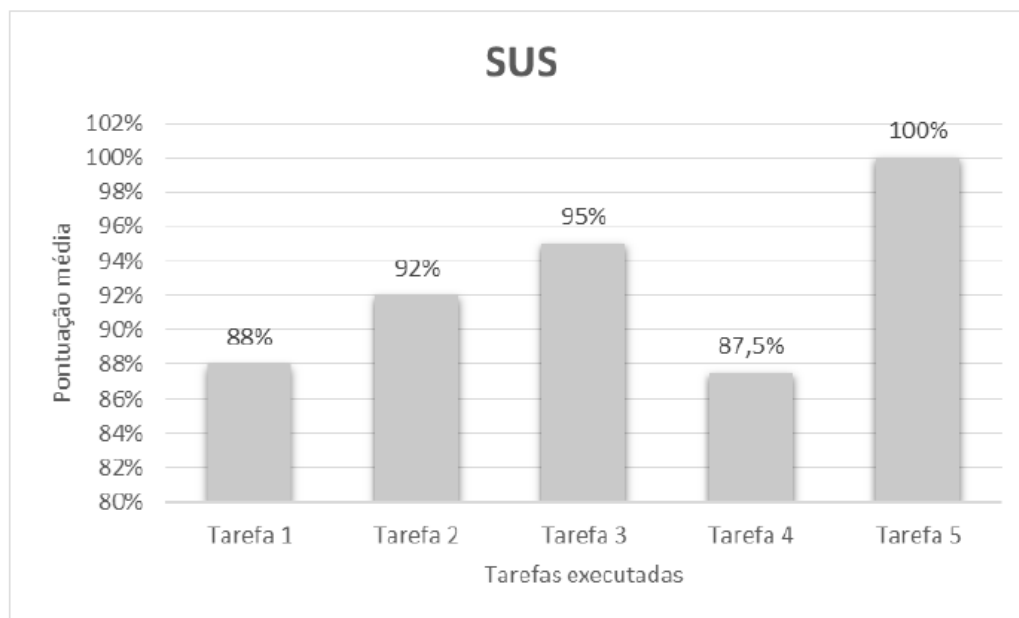
CONTEÚDO	FREQUÊNCIA
Cinética química empírica	100,00%
Leis de velocidade	100,00%
Ordem de reações	100,00%
Fatores que influenciam na velocidade de uma reação	100,00%
Métodos físicos e químicos para determinação da constante de velocidade de uma reação	68,75%
Catalise	50,00%
Homogênea	50,00%
Heterogênea	45,83%
Cinética das reações homogêneas elementares	37,50%
Cinética química empíricas técnicas experimentais	35,42%
Teoria das colisões	33,33%
Mecanismos de reações	31,25%
Catalise enzimática	31,25%
Cinética das reações homogêneas elementares reversíveis	31,25%
Cinética das reações homogêneas elementares consecutivas	31,25%
Cinética das reações homogêneas elementares paralelas	27,08%
Cinética das reações homogêneas elementares enzimáticas	25,00%
Cinética das reações homogêneas elementares catalíticas	25,00%
Cinética das reações homogêneas elementares irreversíveis	25,00%
Cinética das reações heterogêneas	20,83%
Teoria do complexo ativado	18,75%
Equação de Arrhenius	16,67%
Teoria do estado de transição	16,67%
Cinética das reações elementares poliméricas	14,58%
Energia de Ativação	12,50%
Isotermas de adsorção	10,42%
Fotoquímica	6,25%
Equação de Eyring	4,17%
Dinâmica molecular	2,08%

Fonte: Autores.

Todos os 10 participantes do estudo finalizaram as tarefas com sucesso. Baseado apenas no sucesso binário, ou seja, no teste de sucesso da tarefa (sessão 3.2.1), o aproveitamento foi de 100%. Em relação a experiência de usabilidade (sessão 3.2.2), segundo o SUS, é possível afirmar que os resultados foram satisfatórios, porque pontuações do SUS abaixo de 68 representam sistemas com experiências relativamente pobres e insatisfação do

usuário, e pontuações acima de 80 pontos representam experiências muito boas com alto índice de satisfação dos usuários, como mostra o gráfico da Figura 6.

Figura 6. Pontuação média do *System Usability Scale* (SUS).



Fonte: autoria própria.

Analisando o gráfico da Figura 6, é observado que, apesar de todos os resultados apresentarem pontuação acima de 80%, as tarefas 1 e 4 foram menos pontuadas, de forma que são passíveis de melhora.

4. Considerações Finais

Neste trabalho foram apresentadas considerações e resultados da criação do jogo Edutable e sua utilização na abordagem educativa. O Edutable é um jogo interativo de tabuleiro integrado a um sistema lógico e um aplicativo de acompanhamento, o que demonstra grande potencial para utilização tanto em salas de aula como em lições de casa, por professores e educadores que ensinam cinética química e que estejam dispostos a ser flexíveis na metodologia de ensino e aprendizagem.

Quanto aos resultados dos testes de funcionalidade e eficiência, percebe-se que o jogo possui um sistema que exhibe resultados sólidos quanto à satisfação dos usuários que participaram dos estudos. E que, segundo o método adotado para testes, o jogo é considerado excelente, apresentando pontuação média de 93%, tal resultado supera níveis de satisfação de

jogos que possuem essa mesma finalidade. Além disso, esse método possibilitou a identificação de favoritismos e possíveis problemas, com bastante precisão, como na tarefa 1 e 4, que tratam, respectivamente, da instalação do aplicativo do jogo e da etapa de responder perguntas do conteúdo de cinética química. Estas tarefas, apesar do nível de pontuação, foram menos pontuadas, o que indica que é necessário utilizar outra metodologia de avaliação para detectar, com ainda mais precisão, os pontos de melhora e aprimorar o jogo.

É importante ainda, salientar que há muito que se trabalhar com relação a jogos educativos no ensino superior, o que confirma o grande potencial que possui essa área de trabalho. Assim, as possibilidades para desenvolvimento de outros jogos são diversas e devem ser exploradas por outros pesquisadores.

Referências

Alvarez, J. E. & Djaouti, D. (2011). An introduction to Serious Game Definitions and Concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management*, 11 (1), 11-15.

Alves, L. R. G., Minho, M. R. D. S., & Diniz, M. V. C. (2014). Gamificação: diálogos com a educação. In Fadel, L. M. et al. (Org.). *Gamificação na Educação*. São Paulo, Pimenta Cultural.

Bazzo, W. A., Bazzo, J. L. S., & Pereira, L. T. V. (2014). *Conversando sobre educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.

Buchinger, D. & Hounsell, M. S. (2013). Jogos sérios competitivo-colaborativos: um mapeamento sistemático da literatura. *II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) & XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013)*. doi: 10.5753/CBIE.SBIE.2013.275.

Figueiredo, M., Paz, T., & Junqueira, E. (2015). Gamificação e educação: um estado da arte das pesquisas realizadas no Brasil. *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015)*, 1154-1163. doi: 10.5753/cbie.wcbie.2015.1154.

Jercic, P., Astor, P. J., Adam, M., Hilborn, O., Schaff, K., Lindley, C., & Eriksson, J. (2012). A serious game using physiological interfaces for emotion regulation training in the context of financial decision-making. In *20th European Conference on Information Systems (ECIS 2012)* (pp. 1-14). AIS Electronic Library (AISeL).

Lorenzini, C, Faita, C., Carrozzino, M., Tecchia, F., & Bergamasco, M. (2015). VR-Based Serious Game Designed for Medical Ethics Training. *Salento AVR 2015, 9254*, 220-232. doi:10.1007/978-3-319-22888-4_16.

Michael, D. R. & Chen, S. L. (2006). *Serious Games: Games That Educate, Train and Inform*. Boston: Cengage Learning PTR.

Oliveira, W. C. D. (2014). Aprendizagem e diversão no ensino de química com o uso de jogos didáticos. *Monografia (Especialização) - Curso de Química*, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Pereira, AS. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 2 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Stahler, T. B., Schollmeier A. M. L., Fracari, T. O., Malheiros N. R. C., & Ellensohn R. (2013). Jogos educativos: uma experiência no ensino de química. *EDEQ (2013)*, 33. Retrieved from <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2724>.

Shewaga, R., Uribe-Queveda, A., Kapralos, B., Lee, K., & Alam, F. (2018). A Serious Game for Anesthesia-Based Crisis Resource Management Training. *Computers in Entertainment, 16(2)*, 1-16. doi: 10.1145/3180660.

Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious Games - An Overview. *Political Science*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Serious-Games-%3A-An-Overview-Susi-Johannesson/35627442d7073968b06868821722e5db8c21062d>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Thamyla Maria de Sousa Lima – 28%
Rodrigo de França de Sá Menezes – 12%
Alex Oliveira Barradas Filho – 12%
Allan Kardec Duailibe Barros – 12%
Davi Viana – 12%
Luis Jorge Enrique Rivero Cabrejos – 12%
João Batista Bottentuit Junior – 12%