

Cell Interact um jogo para aprender biologia celular

João Vitor de Souza Chagas¹, Wallace do Carmo Moraes², Aura Conci¹

¹Instituto de Computação –Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rio de Janeiro, Brasil

²Instituto de Biologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro(UFRJ)
Rio de Janeiro, Brasil.

{joaovsc, aconci}@id.uff.br, wallacedcmoraes@ufrj.br

Abstract. *This paper discusses the use of educational games for learning biology. Traditional methods of teaching cell biology are limited to 2D figures in textbooks and images taken through a microscope, which can make it difficult to understand the internal structure of a cell. This article presents Cell Interact, an interactive quiz-style game for learning cell biology. In order to evaluate the gameplay and learning aspects of this game, a test was carried out with 12 undergraduate Biology students, by sending a digital form to the participants. In this game it is possible to interact with a three-dimensional animal cell. The game showed that it has the potential to be used as a complementary methodological tool in cell biology. It is still under development and needs more questions.*

Keywords: *Educational games, cellular biology, teaching tools.*

Resumo. *Neste trabalho, é abordado sobre o uso de jogos educativos para aprendizagem da disciplina de biologia. Os métodos tradicionais de ensino de biologia celular se limitam a figuras 2D em livros e a imagens obtidas através do microscópio, o que pode resultar na dificuldade de compreensão da estrutura interna de uma célula. Este artigo apresenta o Cell Interact, um jogo no estilo Quiz interativo para aprendizagem de biologia celular. Para avaliação dos aspectos de jogabilidade e aprendizagem deste jogo, foi realizado um teste com 12 alunos do curso de graduação em Biologia, através do envio de um formulário digital para os participantes. Neste jogo é possível interagir com uma célula animal tridimensional. O jogo mostrou que possui potencial para ser utilizado como uma ferramenta metodológica complementar na disciplina biologia celular. O mesmo está em desenvolvimento e precisa de implementação de mais perguntas.*

Palavras-Chave: *Jogos educativos, biologia celular, ferramentas de ensino.*

1. Introdução

Os métodos tradicionais de ensino vêm sofrendo alterações com o decorrer dos anos, resultando no crescimento do uso de tecnologia para auxiliar na aprendizagem. Neste contexto, os jogos têm atuado como um dos principais aliados na educação, tendo em vista que no método tradicional de ensino toda a dinâmica e conhecimento fica ligado a um único emissor, nesse caso, o professor. Nesta circunstância, fica explícita a demanda de novas ferramentas metodológicas para auxiliar no processo de aprendizagem para diversificar as formas de acesso ao conhecimento [de Nadai Victal et al. 2015, Paiva and Tori 2017].

O uso de jogos educativos como ferramentas metodológicas auxiliares de ensino estão ganhando cada vez visibilidade. O motivo dessa popularidade é a capacidade que os jogos possuem de gerar um maior engajamento e proporcionar para os alunos uma maior interatividade com o conteúdo, abordando assuntos complexos de forma mais eficaz e lúdica, resgatando o interesse pelo aprendizado [Chagas et al. 2020, Santiago et al. 2021]. A aplicação de novas tecnologias para essa área pode resultar na criação de novas ferramentas de ensino mais interativas e acessíveis, que podem contribuir efetivamente no processo de aprendizagem do aluno [Chagas et al. 2022]. Além disso, o uso dessas ferramentas podem diversificar as formas de se obter conhecimento, ao invés da forma tradicional em que a aprendizagem fica restrita aos livros e ambiente escolar [Costa et al. 2018].

Os jogos educativos podem simular situações desafiadoras estimulando o interesse dos alunos na resolução de problemas. Além de que, deve fornecer auto-avaliação do desempenho do aluno [Santos and Pereira 2019]. Nesse contexto, é importante que todos os jogadores estejam ativamente envolvidos em todas as etapas dessa interação. Como resultado, o ensino de biologia pode ser adaptado em forma de jogo para auxiliar estudantes com dificuldades em determinadas partes desta disciplina. A dificuldade enfrentada pelos estudantes de citologia (estudo das células) muitas das vezes está relacionada ao fato de pouco contato visual com as células, já que normalmente são necessários o uso de um microscópio, amostra, lamina, lamínula (uma pequena lâmina utilizada para revestir (espalhar) o material sobre a lâmina que irá ser analisada no microscópio) e as vezes até corantes específicos para visualização de certas estruturas. Com isso, o aluno fica completamente limitado a estudar apenas no laboratório ou com ilustrações de um livro [Silveira 2013].

Neste artigo apresentamos um jogo acessível desenvolvido para *smartphones*. O objetivo deste é auxiliar no aprendizado de biologia celular, em que o jogador é desafiado a responder perguntas sorteadas pelo sistema, através da interação com uma célula 3D. Após a conclusão de todos os desafios, é exibida a quantidade de acertos e erros do jogador. Este jogo pode auxiliar estudantes que possuam dificuldades em compreender as principais funções das organelas na biologia celular, através de uma representação, interação e Quiz (Jogo de pergunta e resposta) com uma célula tridimensional, no qual aluno poderá interagir com cada estrutura celular e saber suas respectivas formas e funções. O jogo foi desenvolvido para estudantes que possuem dificuldade de entender sobre biologia celular apenas com ilustrações do livro [Pozo and Crespo 2009, Dantas et al. 2016, Duarte and Santos 2022].

2. Trabalhos Relacionados

A aplicação de jogos educativos na disciplina de biologia pode se transformar em uma ferramenta poderosa, capaz de auxiliar no processo de aprendizagem e na consolidação do conteúdo. Com a utilização de jogos é possível proporcionar para os alunos um momento de aprendizagem agradável e estimulante. Sendo assim, complementado as metodologias utilizadas por professores. Além disso, um jogo é capaz de simular situações de aprendizagem que não são possíveis em livros didáticos e aulas expositivas [da Conceição et al. 2020]. Os jogos utilizados no processo de aprendizagem de biologia podem ser divididos principalmente em dois tipos de mecânicas. O primeiro tipo utiliza a mecânica de quiz, envolvendo perguntas e respostas. O segundo tipo consiste

em jogos baseados em turnos, geralmente aplicados em *boardgames* e jogos analógicos [Dias et al. 2023]. Atualmente, existem poucos jogos de biologia celular que são disponibilizados em plataformas digitais, isso dificulta a acessibilidade a essas experiências mais interativas e sua disseminação [Silva and Spiegel 2022]. Além disso, a maioria dos jogos é em 2D e limitam-se principalmente à representação de células em duas dimensões, o que torna a experiência bastante similar ao uso de livros didáticos.

Para a elaboração deste artigo, foi realizada uma pesquisa por trabalhos que exploram o uso de jogos digitais educativos no ensino de biologia, com ênfase naqueles que ofereçam soluções lúdicas, imersivas e interativas para os alunos, atuando como eficientes ferramentas metodológicas.

Em 2018, foi desenvolvido um jogo educativo para PC (*Personal Computer*) com foco no ensino de biologia celular utilizando o *software Scratch* [da Conceição and Vasconcelos 2018]. O jogo apresenta imagens no formato PNG (*Portable Network Graphics*), criadas no *software* de apresentação *PowerPoint*, que representam as estruturas e organelas das células vegetais. Para jogar, basta pressionar a tecla espaço no teclado para iniciar. Ao clicar com o cursor do mouse no ícone localizado na ponta de cada reta que representa uma estrutura ou organela, será exibida uma dica sobre ela. Em seguida, o jogador deve arrastar o nome da estrutura ou organela para o ícone correspondente. Se a resposta estiver correta, a bolinha ficará verde; caso contrário, ficará vermelha e a caixa de texto retornará automaticamente à lista de nomes. Na Figura 1 é possível ver uma *Gameplay* do jogo proposto. Ao clicar na bandeira verde, o jogo é finalizado e exibida uma contagem de erros e acertos. Se houver mais acertos do que erros, um personagem animado parabenizará o jogador. Se a quantidade de erros e acertos for igual, o personagem informará e incentivará o aluno a melhorar. Se houver mais erros do que acertos, o personagem lamentará e incentivará o jogador a não desistir de tentar novamente. O objetivo do jogo é consolidar o conhecimento sobre as funções e nomes das estruturas presentes em uma célula vegetal, trabalhando a memória do aluno por meio das interações com a célula. Este jogo demonstrou bons resultados sobre o aspecto de aprendizagem dos alunos, que se sentiam mais estimulados a aprender sobre esse conteúdo.

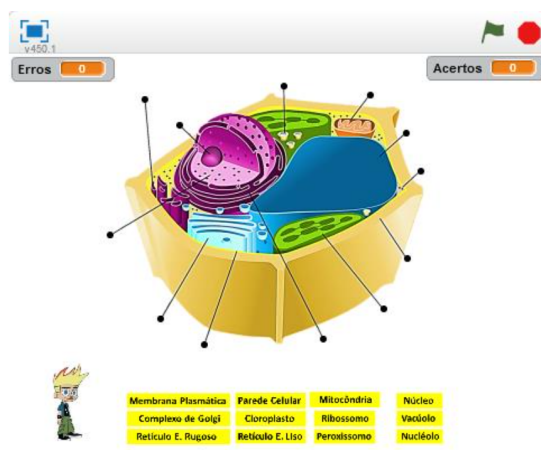


Figura 1. Tela do jogo proposto por [da Conceição and Vasconcelos 2018].

Em 2020, foi desenvolvido um jogo educativo voltado para o ensino de biologia celular, abordando a permeabilidade seletiva da membrana plasmática [Albrecht and de Oliveira 2020]. O jogo foi criado no *software Game Maker Studio*, disponível apenas para plataforma *Windows*. Ao acessar o menu principal, o jogador pode escolher entre cinco fases disponíveis, sendo as principais: Osmose, Difusão simples, Difusão facilitada, Transporte ativo e a fase especial "Mais desafio?". Nessa fase especial, o jogador enfrenta simultaneamente os quatro processos de troca de substâncias, com maior quantidade de moléculas circulando em maior velocidade pela tela. O menu principal também apresenta o "Tutorial", que explica a forma correta de jogar, e o menu "Conteúdo", que fornece informações sobre o conteúdo abordado no jogo. Na Figura 2 é possível ver uma *Gameplay* do jogo proposto.

O jogo foi testado por alunos do ensino médio e estudantes do ensino superior que estavam cursando biologia celular. Foi utilizado como uma ferramenta metodológica para auxiliar no processo de aprendizagem, e o jogo demonstrou um grande potencial para o ensino, pois os alunos o consideraram desafiador e divertido. As análises realizadas destacaram que o jogo abrange o conteúdo curricular, que é um dos maiores desafios dos jogos educativos.

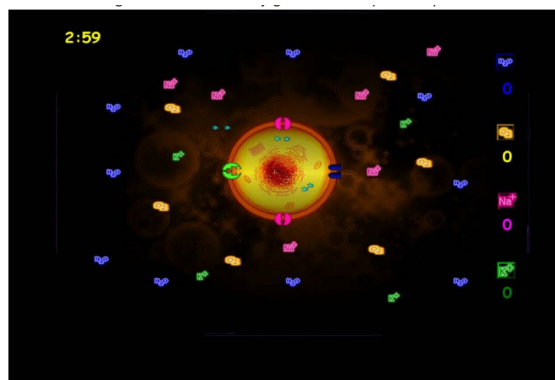


Figura 2. Tela de desafios apresentados dentro do jogo proposto por [Albrecht and de Oliveira 2020].

Em 2022 um jogo analógico chamado de Célula Adentro foi desenvolvido com o objetivo de ensinar biologia celular de forma lúdica e investigativa [Silva and Spiegel 2022]. Durante o período da pandemia da Doença de Coronavírus 2019 (COVID-19), o jogo foi adaptado para a plataforma digital Tabletopia, que possui acesso gratuito. O jogo consiste em um tabuleiro que representa um corte de célula eucariótica, contendo algumas organelas. Os jogadores devem resolver desafios de biologia celular, seguindo mecânicas semelhantes a jogos tradicional de tabuleiro. Eles lançam um dado e movem seu peão pelo tabuleiro de acordo com o número tirado no dado. Podem parar em casas que possuem cartões de pistas, dos quais existem 10 disponíveis, relacionados a organelas destacadas no tabuleiro. Há também casas de sorte ou azar que podem ajudar ou atrapalhar o progresso do jogador. Os cartões de pistas contêm informações sobre o caso a ser desvendado. O jogo pode ser jogado de duas formas: competitiva e cooperativa. Na modalidade competitiva, vence o jogador que resolver o caso primeiro. Na modalidade cooperativa, os jogadores formam duplas, com o objetivo de

obter o máximo de pistas dentro de um prazo de 20 minutos. Em seguida, formam uma equipe e têm 30 minutos para solucionar o caso. O jogo mostrou-se necessário em suas versões analógica e digital, levando em consideração as diferentes realidades existentes. Na Figura 3 é possível ver uma *Gameplay* do Célula Adentro.



Figura 3. Tela de jogo Célula Adentro [Silva and Spiegel 2022].

3. Desenvolvimento do Jogo

Neste trabalho apresentamos um jogo educativo, o *Cell Interact*, para dispositivos móveis com o sistema operacional *Android*. O jogo possui como finalidade fornecer uma ferramenta metodológica para o ensino de biologia celular para os alunos de graduação em nível superior, através quiz interativo e representação da célula animal tridimensional. Este jogo visa ser acessível aos usuários através do baixo custo do hardware necessário para sua utilização. Objetiva-se com isto criar uma alternativa mais interativa para auxiliar o aprendizado dos estudantes na disciplina de biologia celular em comparação aos métodos tradicionais de ensino.

Para o desenvolvimento desta versão do jogo, foram utilizados as seguintes ferramentas:

- *Game Engine*: Unity 2021.3.16f para a criação das mecânicas do jogo, cenários interativos e interface do usuário.
- *Software de Modelagem 3D*: Blender 2.8, utilizado para criar as organelas celulares tridimensionais, que são as estruturas localizadas na região interna de uma célula [Marguet et al. 2013]. Além disso, também foi utilizado para fazer a texturização dos elementos tridimensionais e montagem da célula. O modelo 3D da célula criado neste jogo será disponibilizado neste link: <https://1drv.ms/u/s!AmT197JRDvchvX9iSECU83D1sTUf?e=ffHtCU>
- *Software de Edição de Imagem*: Adobe Photoshop, usado para criação da HUD (*Heads-Up Display*) do jogo, que são os elementos 2D que apresentam informações da sessão do jogo sem que o jogador tenha de desviar o olhar do seu ponto de vista habitual [Fagerholt and Lorentzon 2009].

No jogo, o usuário deverá responder corretamente perguntas sorteadas pelo sistema. Para responder as questões, é necessário que o jogador selecione corretamente a organela correspondente a pergunta, através do toque na tela onde está localizado a organela no modelo da célula 3D. Com a finalidade de auxiliar o usuário nesta tarefa, foi implementado a capacidade de rotacionar a célula apenas deslizando o dedo na tela do

smartphone para os lados, junto com um *feedback* visual de qual organela está vinculada ao botão de resposta, conforme mostrado na Figura 4. Com o objetivo de reduzir os possíveis erros que podem acontecer durante a seleção da resposta, foi implementado também um mecanismo para enviar a resposta apenas após o usuário pressionar o botão desejado por um segundo.



Figura 4. Gameplay do jogo Cell Interact.

Nesta versão do jogo foi implementado apenas a célula animal, e suas respectivas organelas conforme mostrado na Figura 5. Cada organela é responsável por uma tarefa nesse sistema, essas informações podem ser encontradas de forma resumida na Tabela 1 [Junqueira and Carneiro 2015].

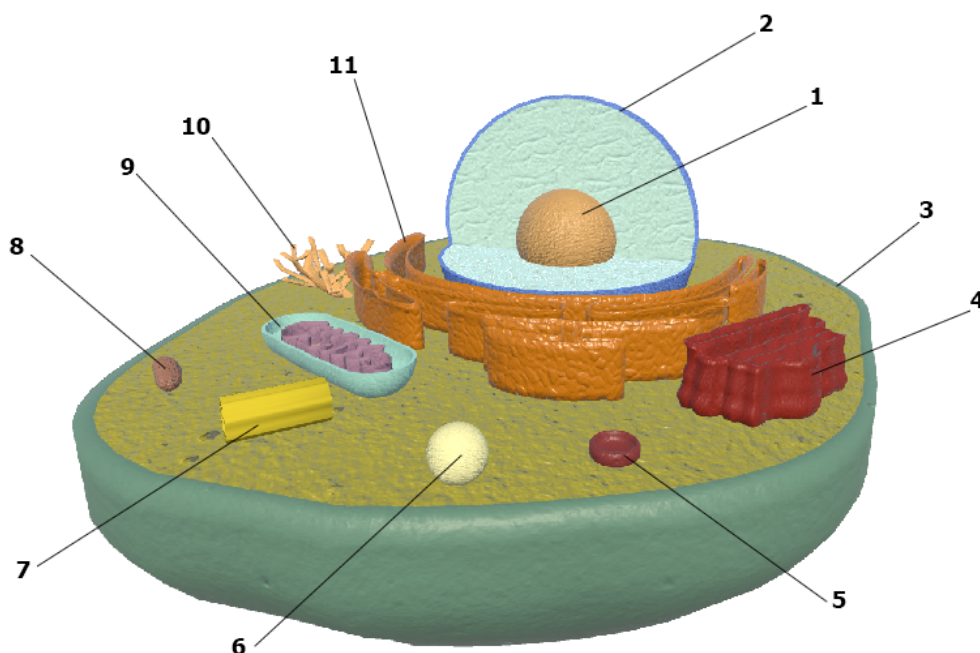


Figura 5. Célula animal tridimensional criada para o jogo Cell Interact.

Tabela 1. Especificações das organelas implementadas no jogo.

ID	Nome	Função
1	Nucléolo	Faz a síntese de RNA ribossômico.
2	Núcleo	Armazena as informações genéticas.
3	Membrana plasmática	Delimita e protege a célula. Controla a entrada e saída de substâncias.
4	Complexo de Golgi	Forma os lisossomos e o acrossoma.
5	Lisossomo	Faz a digestão celular.
6	Peroxisomos	Quebra a H ₂ O ₂ (Peróxido de Hidrogênio).
7	Centríolos	Faz a divisão celular.
8	Ribossomo	Faz a síntese de proteína.
9	Mitocôndria	Faz a respiração celular.
10	REL (Retículo Endoplasmático Liso)	Faz a síntese de lipídeos.
11	RER (Retículo Endoplasmático Rugoso)	Faz síntese de proteínas que saem da célula.

Este jogo possui um fluxo de *GamePlay* linear, conforme mostrado na Figura 6, onde o principal objetivo é responder corretamente as perguntas implementadas para conseguir a aprovação na disciplina de biologia celular. Nesta primeira versão do jogo, uma pergunta é sorteada pelo sistema. Em seguida, a resposta do usuário é verificada. Caso ele tenha acertado, a questão será contabilizada como um acerto. Se não, será contabilizado um erro. Após o usuário responder 11 perguntas, o sistema irá calcular com base na quantidade de acertos e erros se o aluno passou ou ficou de recuperação na disciplina. Caso o aluno tenha obtido uma quantidade de acertos maior ou igual a 7 ele será aprovado, senão estará de recuperação e terá que passar novamente pelos desafios.

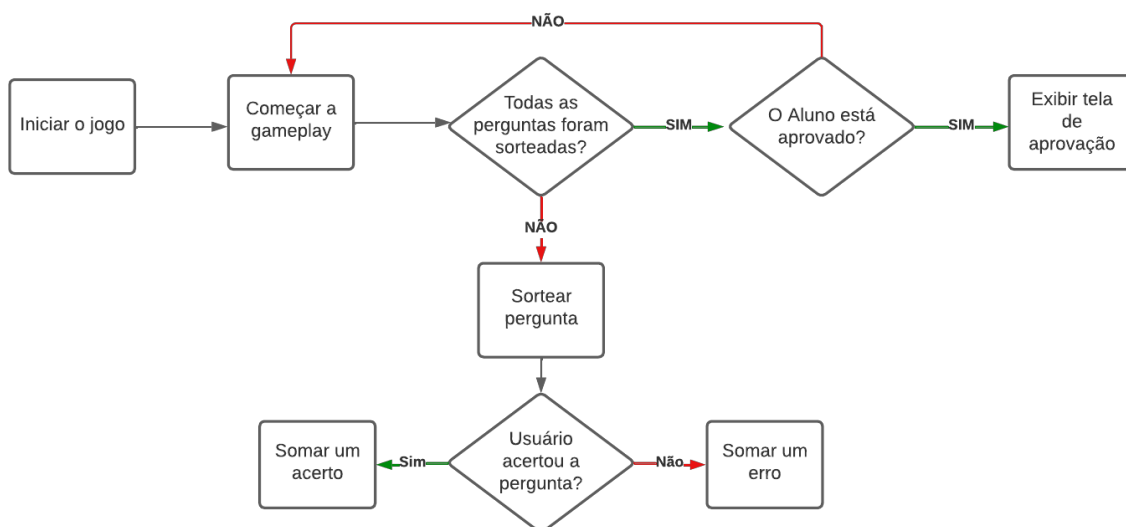


Figura 6. Fluxo da *Gameplay* do Cell Interact.

3.1. Teste de validação

Com o objetivo de avaliar os aspectos de jogabilidade e aprendizagem do jogo proposto, foram realizados testes com um grupo de 12 jogadores do curso de graduação em Biologia. Para essa análise, um formulário digital contendo cinco questões foi enviado aos participantes do teste. O formulário foi dividido em duas partes: As duas primeiras perguntas foram destinadas à avaliação dos aspectos de jogabilidade, enquanto as perguntas restantes foram destinadas à avaliação do aspecto de aprendizagem. O objetivo das perguntas feitas no formulário é avaliar, em uma escala de 1 a 5, o nível de satisfação dos jogadores e sua aprendizagem na disciplina de biologia celular com o jogo. Nessa escala, o valor 1 representa grande discordância e o valor 5 representa grande concordância. Ao final do teste, cada usuário foi solicitado a concordar ou discordar das seguintes afirmações:

- É fácil interagir com a célula 3D;
- O *feedback* fornecido pelo jogo é efetivo;
- O jogo possui um potencial para auxiliar no ensino de citologia;
- O jogo facilita a compreensão da estrutura interna de uma célula;
- A representação da célula 3D ilustra bem as organelas.

Os resultados da pesquisa estão consolidados na Tabela 2.

Tabela 2. Média das avaliações obtidas da pesquisa.

Número	Questão	Média
1	É fácil interagir com a célula 3D	4
2	O <i>feedback</i> fornecido pelo jogo é efetivo	4,2
3	O jogo possui um potencial para auxiliar no ensino de citologia	4,8
4	O jogo facilita a compreensão da estrutura interna de uma célula	4,5
5	A representação da célula 3D ilustra bem as organelas	4,7

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo apresenta uma proposta de jogo educativo de biologia com o objetivo de proporcionar maior interatividade e imersão nos estudos. O *Cell Interact* foi desenvolvido como uma ferramenta metodológica complementar para auxiliar os alunos no processo de aprendizagem de biologia celular, utilizando apenas um *smartphone*. O jogo oferece aos alunos uma experiência mais imersiva e lúdica por meio de um quiz interativo com uma representação tridimensional de uma célula, em contraste com os métodos tradicionais encontrados em livros. O *Cell Interact* proporciona uma forma simples de aprender e consolidar o conhecimento sobre biologia celular. Atualmente, o jogo está em desenvolvimento e precisa ser atualizado com mais perguntas. Os Testes de jogabilidade e aprendizagem foram realizados com um pequeno grupo de alunos de graduação do curso de biologia. O jogo mostrou-se promissor na representação da estrutura celular por meio de um modelo tridimensional e sistema de quiz, apresentando potencial para auxiliar alunos que possuam dificuldades para compreender biologia celular apenas com representações gráficas em livros ou análises laboratoriais com microscópios.

Para futuras melhorias do jogo, planeja-se implementar célula vegetal; estender o número de organelas representadas tridimensionalmente; Aumentar a complexidade dos desafios; incluir representação dessas células tridimensionais em Realidade Aumentada.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e a FAPERJ por apoiarem esse trabalho.

Referências

- Albrecht, M. P. S. and de Oliveira, F. E. (2020). Jogo eletrônico para o ensino de biologia celular. *ACTIO: Docência em Ciências*, 5(3):1–18.
- Chagas, J., Santiago, P., and Conci, A. (2020). Bn anatomy an interactive augmented reality system for learning bone anatomy. *Proceedings of the GET*.
- Chagas, J. V., Teixeira, G. T., Ribeiro, M. L., and Conci, A. (2022). Um jogo para auxiliar na aprendizagem de química orgânica. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1030–1038. SBC.
- Costa, D. L., Abrantes, D., Albert, F., and Bacelar, M. (2018). Revisão bibliográfica dos aspectos e métodos componentes da gamificação na educação. *Feedback*, 10(1):6.
- da Conceição, A. R., Mota, M. D. A., and Barguil, P. M. (2020). Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de ciências e biologia: concepções e práticas docentes. *Research, Society and Development*, 9(5):e165953290–e165953290.
- da Conceição, J. H. C. and Vasconcelos, S. M. (2018). Jogos digitais no ensino de ciências: contribuição da ferramenta de programação scratch. *Revista Areté— Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 11(24):160–185.
- Dantas, A. P. J., Dantas, T. A. V., Farias, M. I. R., Silva, R. P., and Costa, N. P. (2016). Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In *Congresso Nacional de Educação*, volume 3.
- de Nadai Victal, E. R., Junior, H. A. P., Rios, P. T. G., and de Menezes, C. S. (2015). Aprendendo sobre o uso de jogos digitais na educação. In *Anais do XXI Workshop de Informática na Escola*, pages 444–453. SBC.
- Dias, C. D. C., Júnior, R. S., Silva, V. D., Azevedo, S. C., and Neto, M. D. M. (2023). Utilização de jogos digitais para o ensino de ciências biológicas. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, 14(42):125–138.
- Duarte, A. C. O. and Santos, L. C. (2022). Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular. *Research, Society and Development*, 11(12):e590111235215–e590111235215.
- Fagerholt, E. and Lorentzon, M. (2009). Beyond the hud. *Master of Science Thesis, Department of Computer Science and Engineering, Chalmers University of Technology, (Göteborg, Sweden)*.
- Junqueira, L. C. and Carneiro, J. (2015). Biologia celular e molecular. In *Biologia celular e molecular*, pages 364–364.
- Marguet, M., Bonduelle, C., and Lecommandoux, S. (2013). Multicompartmentalized polymeric systems: towards biomimetic cellular structure and function. *Chemical Society Reviews*, 42(2):512–529.
- Paiva, C. A. and Tori, R. (2017). Jogos digitais no ensino: processos cognitivos, benefícios e desafios. *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1–4.

- Pozo, J. I. and Crespo, M. Á. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.
- Santiago, P. C., de Souza Chagas, J. V., and Conci, A. (2021). Um game para auxiliar no aprendizado do esqueleto humano. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 932–939. SBC.
- Santos, A. A. and Pereira, O. J. (2019). A importância dos jogos e brincadeiras lúdicas na educação infantil. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 11(25):480–493.
- Silva, D. R. and Spiegel, C. N. (2022). Avaliação do jogo célula adentro na plataforma digital tabletopia. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1039–1047. SBC.
- Silveira, M. L. d. (2013). Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.