

Apresentação e validação do jogo digital *Gametum*: uma abordagem interativa para o ensino da Meiose

Presentation and validation of the digital game *Gametum*: an interactive approach to teaching meiosis

Maria Gabriela Pissinati Trindade¹, Melyna Gonçalves de Rezende¹,
Leandro da Silva Barcellos¹, Maria do Carmo Pimentel Batitucci¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari, Goiabeiras, Vitória, Espírito Santo, Brasil

mg.pissinati.trindade@gmail.com, mel_melyna@hotmail.com, leandrobarcellos5@gmail.com, docarmo_batitucci@yahoo.com.br

Recibido: 28/08/2023 | Corregido: 16/04/2024 | Aceptado: 26/05/2024

Cita sugerida: M. G. Pissinati Trindade, M. Gonçalves de Rezende, L. da Silva Barcellos, M. do C. Pimentel Batitucci, "Apresentação e validação do jogo digital *Gametum*: uma abordagem interativa para o ensino da Meiose," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 39, pp. 77-87, 2024. doi:10.24215/18509959.39.e8.

Esta obra se distribuye bajo Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0

Resumo

Esse estudo tem como objetivo apresentar e discutir o processo de validação do jogo digital *Gametum*. Para tanto, foi feita uma pesquisa quali-quantitativa do tipo exploratória, utilizando questionários que permitiam atribuir notas a diferentes quesitos e respostas discursivas. Oito professores e nove graduandos em Ciências Biológicas realizaram a validação. Com a Análise de Conteúdo, interpretamos os comentários relacionando-os às notas dos quesitos. Os resultados permitiram confirmar que o jogo está adequado no que diz respeito ao conteúdo, linguagem e atratividade, sendo capaz de prender a atenção dos jogadores; e obter subsídios para realizar alterações no design dos personagens, revisar o texto das dicas e perceber a necessidade de criação de um manual de instruções. Espera-se que *Gametum* auxilie docentes e formadores no processo de ensino-aprendizagem de Genética.

Palavras-chave: Ensino de biologia; Jogo digital; Recurso de ensino; Divisão celular.

Abstract

This study aims to present and discuss the validation process of the digital game *Gametum*. To achieve this, exploratory qualitative-quantitative research was conducted, using questionnaires that allowed for grading different aspects and providing discursive responses. Eight teachers and nine undergraduate students in Biological Sciences participated in the validation. Through Content Analysis, we interpreted the comments by relating them to the grades given to the aspects. The results confirmed that the game is suitable in terms of content, language, and attractiveness, being able to capture players' attention; and provided insights for making changes to the character designs, revising the text of hints, and realizing the need for creating an instruction manual. It is hoped that this resource will assist educators and trainers in the teaching-learning process of Genetics.

Keywords: Biology teaching; Digital game; Teaching Resource, Cell division.

1. Introdução

A introdução à Genética e seus conceitos iniciais representam um grande desafio de assimilação aos alunos, os quais podem estender o déficit na compreensão desses conceitos até o Ensino Superior [1]. Nesse sentido, é necessário pensar em estratégias que auxiliem no aprendizado de assuntos como o processo da Meiose, que apesar de sua complexidade, envolve conceitos de Biologia Celular, os quais são importantes para o entendimento da reprodução humana, herança genética, variabilidade genética, cromossomos, alelos e Evolução [2].

A Meiose envolve a redução do número de cromossomos e do conteúdo de DNA das células germinativas à metade e garante com a ocorrência do *crossing-over* a variabilidade genética, o que torna viável a reprodução sexuada e manutenção do número de cromossomos das espécies. Esse processo ocorre a partir de duas divisões celulares consecutivas: a Meiose I (onde ocorre a segregação dos cromossomos homólogos); e a Meiose II (semelhante à Mitose) [2]. O entendimento desse conteúdo não é tão claro para vários estudantes por motivos como: o vocabulário específico e termos técnicos [3], a forma como a matéria é exposta na sala de aula, os recursos usados como ferramenta de ensino [4] e falta de conexão dos conteúdos aprendidos com o cotidiano dos alunos [5].

Reconhecendo a relevância e a complexidade do ensino de Genética, pesquisadores(as) têm buscado o uso de diferentes recursos de ensino para auxiliar docentes no trabalho de sala de aula. Esse movimento pode ser visto, por exemplo, na revista *Genética na Escola*, dedicada à divulgação de materiais didáticos, dentre os quais se destacam os jogos educativos.

Os jogos podem se apresentar como uma importante ferramenta para a área educacional. Quando aplicados ao ensino, em geral, apresentam um efeito motivador, proporcionam diversão e entretenimento em ambiente agradável e bastante interativo, que incentiva a incorporação de conhecimento pelo aluno [6]. Os jogadores podem aprender como seguir regras e obter habilidades como: criatividade, autonomia e originalidade, tudo isso pela simulação das situações apresentadas em diferentes jogos [7]. Ramos e Campos [8] fizeram uma revisão sobre diversos jogos digitais no ensino de Ciências e Biologia. Essa análise evidenciou que a maioria dos resultados dos artigos envolvidos na pesquisa tem desfecho positivo, indicando que os jogos digitais auxiliam no aumento de aproveitamento, proporcionam um ensino mais motivador, abordaram conceitos teóricos e contribuíram com o desenvolvimento de habilidades importantes como a resolução de problemas e a organização de ideias.

Diante das potencialidades que os jogos podem trazer para o campo educacional, cada vez mais esse recurso tem sido empregado em sala de aula para motivar e auxiliar os estudantes no aprendizado. Todavia, é necessário que eles sejam apropriados para o ambiente escolar. Pietro *et al.* [9] consideram que os jogos caracterizados como educacionais devem ser inseridos em algum contexto e situação de

ensino; possuir objetivos pedagógicos específicos; ter uma metodologia que guie os estudantes, facilitando a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de habilidades.

O crescimento da utilização de ferramentas tecnológicas nas salas de aula pode auxiliar no processo de aprendizagem. Dito isso, existem muitas vantagens em envolver as novas tecnologias na educação, pois podem enriquecer a dinâmica na sala de aula, diversificando metodologias. Além disso, as tecnologias oferecem agilidade e eficiência tanto para alunos, quanto para professores [10] [11].

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo apresentar o jogo digital *Gametum*, que aborda as etapas da Meiose e sua relação com outros conteúdos, como a Genética e a Gametogênese, e discutir seu processo de validação. Essa ferramenta digital foi concebida com o propósito de auxiliar no processo de aprendizagem desses tópicos, levando em consideração as vantagens proporcionadas pelos jogos digitais e as dificuldades encontradas no ensino da Meiose no ambiente escolar. Assim sendo, o jogo *Gametum* foi elaborado no sentido de trazer aos alunos uma condição mais lúdica do ensino do tema. Nele, os participantes terão uma visão geral do conteúdo, poderão interagir e fixar conceitos essenciais para o aprendizado desse tópico em Biologia.

2. O jogo *Gametum*

As imagens do jogo foram produzidas no *Adobe PhotoShop* e *Adobe Illustrator*, e a programação foi realizada via *Software Construct 3*. *Gametum* foi desenvolvido para ser um recurso de ensino que permite que o aluno possa testar seus conhecimentos sobre a Meiose. Ele pode ser jogado em computadores e *notebooks*, e encontra-se disponível em: <https://meiose-game.itch.io/>. As figuras apresentadas neste manuscrito mostram o jogo com modificações feitas após sua validação.

O jogo é composto de três fases principais. As duas primeiras são relativas à Meiose I e a terceira corresponde à Meiose II. O jogo funciona como um quebra-cabeça. Para completá-lo, os alunos devem selecionar a figura no campo inferior da tela e arrastá-la até o espaço adequado. A ordem correta das peças equivale à sequência temporal de eventos da Meiose.

Gametum também apresenta um "sistema de vidas", ou seja, o jogador perde duas vidas cada vez que faz o encaixe errado de uma peça, e perde uma vida ao solicitar uma dica. A perda dos pontos é observada com o decaimento da barra vermelha, localizada no canto esquerdo superior da tela. Caso o jogador peça muitas dicas ou erre a posição das peças várias vezes, o jogo entra em *game-over* e deve ser reiniciado. A Figura 1 apresenta a jogabilidade, "sistema de vidas" e dicas que auxiliam na montagem do quebra-cabeça.

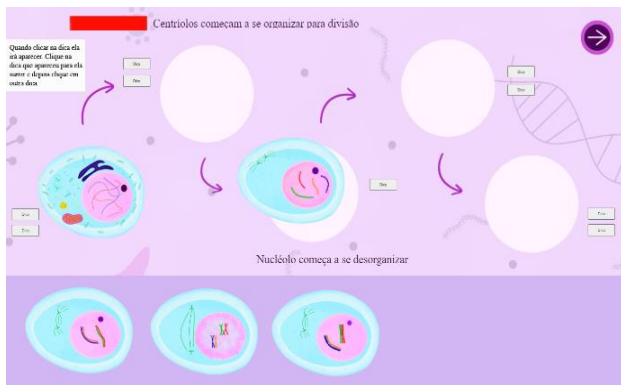


Figura 1. Fase 1 do jogo Gametum.

A tela anterior ao fim do jogo (Figura 2) mostra os gametas já formados, relacionando o assunto da Meiose com a Gametogênese. Nela, o jogador pode conhecer, ao clicar nos ícones de lâmpadas, todas as estruturas que formam os gametas (espermatozoide e ovócito II). *Gametum* também conta com um *minigame* que aborda erros na segregação cromossômica (Figura 3), desafiando o jogador a repará-los. Esse recurso pode ser explorado pelo professor para uma extensão do assunto ou destaque a erros específicos do processo. O intuito das etapas finais é relacionar diferentes tópicos de Biologia, como a segregação cromossômica e gametogênese a Meiose, para uma melhor percepção de processos que ocorrem no corpo humano.

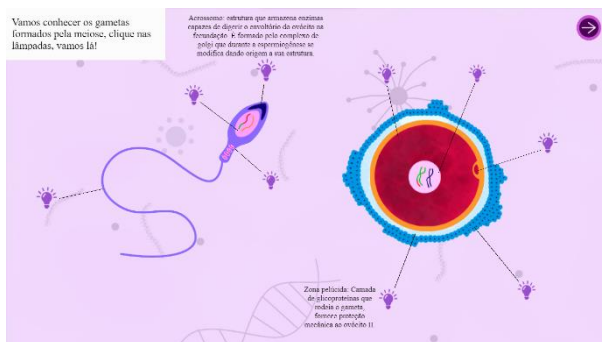


Figura 2. Tela interativa com gametas formados.

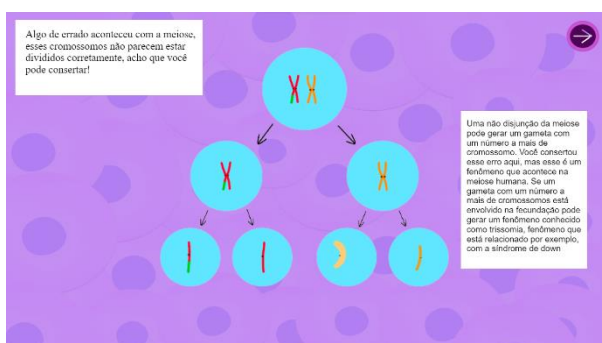


Figura 3. Etapa anterior ao final do jogo, com *minigame* sobre erros de segregação cromossômica.

3. Metodologia

Esta é uma pesquisa quali-quantitativa e do tipo exploratória. As escolhas metodológicas convergem com a busca pela ampliação da familiaridade com o objeto em

estudo, o jogo *Gametum*, visando a seleção das variáveis mais pertinentes para exploração posterior [12]. A validação foi feita por pares [13] e contou com a participação de docentes de Ciências/Biologia da Educação Básica e graduandos do curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública. A escolha por esses dois perfis de participantes visou contemplar a visão: (i) de profissionais com experiência de sala de aula, os quais poderiam projetar o uso do jogo por alunos da escola básica, a partir de suas vivências; e (ii) de graduandos, que permitiria vislumbrar o uso do jogo *Gametum* também no Ensino Superior, além deste ser um público possivelmente mais familiarizado com jogos digitais, por serem de gerações nativas digitais. Assim sendo, elaboramos um questionário para docentes e outro para graduandos, sendo que ambos foram construídos com base na ferramenta *Learning Objects Review Instrument (LORI)* e no modelo *Gameflow*.

LORI [14] é um instrumento de medição quantitativa da qualidade de recursos de ensino que estão prontos para uso. Ele apresenta nove critérios na escala Likert, os quais se relacionam com avaliação do conteúdo do jogo, a qualidade, satisfação proporcionada, capacidade de despertar interesse e atenção do aluno, além da usabilidade e acessibilidade. Adaptamos essa ferramenta de modo a contemplar tais itens em afirmações nas quais os participantes assinalaram o grau de concordância.

No questionário dos professores (Tabela 1), a pergunta 5 foi extraída de Leacock e Nesbit [14], sem adaptações. Ela foi selecionada para contemplar a heurística sobre o design e apresentação. As perguntas 2 e 4 foram inspiradas no modelo LORI para contemplar as heurísticas de alinhamento com o objeto de aprendizagem; e usabilidade e interação, respectivamente.

O *GameFlow* avalia diferentes características de um jogo, como a concentração do jogador, desafio proporcionado, habilidades necessárias para jogar, objetivos, imersão, interação entre jogadores e o tempo para resolução das fases. Esse modelo lista uma série de elementos com critérios, a partir dos quais nos baseamos para formular as perguntas 1 e 3 do questionário dos professores. Tais questões contemplaram os seguintes elementos de avaliação do *Gameflow*: concentração; habilidades dos jogadores; respectivamente [15].

No questionário dos graduandos (Tabela 3), que ainda não atuam como profissionais da docência, as questões 1, 2, 4 e 5 foram construídas com base nos seguintes elementos e critérios do *Gameflow*, respectivamente: objetivos claros; concentração; habilidade do jogador; e controle sobre o jogo. Já a pergunta 3 foi formulada com base nas heurísticas de motivação do LORI.

Assim sendo, as ferramentas de produção e coletas de dados desta pesquisa foram um questionário para professores e um para graduandos em Ciências Biológicas. Nessas ferramentas, os participantes puderam avaliar diversas características, atribuindo notas de 0 a 10 para diferentes aspectos, ou seja, a nota 10 correspondia a concordância com todos os critérios questionados e notas

menores indicavam que os avaliadores não concordaram plenamente com os critérios abordados. Ambos os questionários continham campos discursivos para que os respondentes pudessem fornecer opiniões e comentários sobre a experiência proporcionada pelo jogo; sugerir melhorias possíveis; abordar aspectos não contemplados nas perguntas objetivas; e tecer elogios, críticas, dúvidas etc. Assim, foram coletados dados quantitativos (notas atribuídas para cada um dos quesitos do questionário), analisados conforme o número de participantes que atribuíram a nota a cada elemento; e dados qualitativos (comentários escritos e opiniões acerca do jogo) [16], sendo estes interpretados por meio da Análise de Conteúdo [17]. Buscamos estabelecer significado para as respostas discursivas em relação às notas dos critérios, a partir de padrões ou semelhanças observadas.

O estudo foi conduzido de forma virtual, devido ao período de pandemia, no ano de 2021, e os dados foram coletados remotamente pela impossibilidade de encontros presenciais com graduandos e professores. Por meio de um aplicativo de mensagens instantâneas, individualmente foram convidados docentes que possuíam um contato prévio com os pesquisadores. O critério de seleção foram: formação em Licenciatura em Ciências Biológicas e estar atuando na Educação Básica. Oito professores aceitaram participar e receberam um *link* de acesso a um formulário no *Google Forms*. O formulário continha: termo de consentimento livre e esclarecido, o qual garantia, entre outras coisas, o anonimato da participação; o *link* de acesso ao *Gametum* (<https://meiose-game.itch.io/>); e o formulário para docentes.

Com os graduandos, o convite foi feito nos grupos de estudantes também em um aplicativo de mensagens instantâneas. Nove pessoas aceitaram e receberam um *link* de acesso a um formulário no *Google Forms*, o qual abarcava: termo de consentimento livre e esclarecido, o qual garantia, entre outras coisas, o anonimato da participação; o *link* de acesso ao *Gametum* (<https://meiose-game.itch.io/>); e o formulário para graduandos em Ciências Biológicas. O critério de inclusão foi estar cursando ou já ter concluído a disciplina de Genética da graduação.

Todo o processo foi feito de maneira remota e assíncrona, isto é, não acompanhamos a validação *in loco*, sendo que os participantes não tiveram uma orientação preliminar, uma vez que as orientações eram aquelas presentes no próprio jogo, como visto na Figura 4.

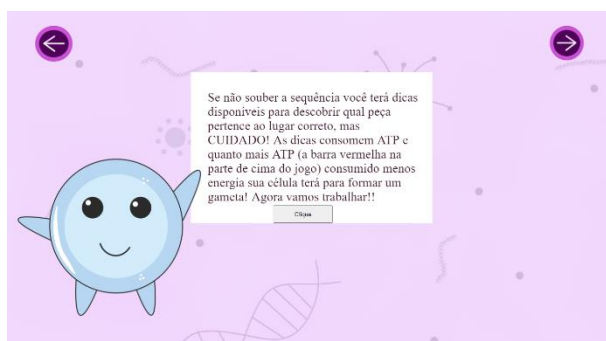


Figura 4. Tela de introdução do *Gametum* com orientações acerca da jogabilidade.

4. Resultados e discussão

Nesta seção apresentamos e discutimos os resultados das validações. As notas para as heurísticas, critérios e conceitos foram tabuladas e analisadas juntamente das respostas discursivas, estas interpretadas por meio da Análise de Conteúdo. No primeiro subtópico, é discutida a validação dos professores da Educação Básica e no tópico seguinte a validação pelos graduandos em Ciências Biológicas.

4.1 Validação dos Professores

Os critérios de avaliação do *Gametum* e as notas atribuídas pelos professores estão na Tabela 1.

Tabela 1. Questionário dos professores. As notas variaram de 4 a 10. Os números em negrito indicam a quantidade de professores que atribuíram a nota.

Perguntas	Notas						
	4	5	6	7	8	9	10
(1) É possível ficar concentrado no jogo?		1	1		3	1	2
(2) O jogo está em conformidade e coerência com os conteúdos apresentados?					1	1	6
(3) Você considera que o jogo foi capaz de orientar e conduzir os alunos (através de mensagens ou dicas) na interação aluno e computador?				2	3	1	2
(4) O jogo é fácil e intuitivo para o aprendizado, ou seja, é possível aprender os comandos e jogar sem problemas com as instruções fornecidas?	1			1	2	1	3
(5) A apresentação permite um aprendizado eficiente?			2	1	1	1	3

Diferentes estudos evidenciam que os jogos têm a capacidade de auxiliar no desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas, sendo o aumento do poder de concentração uma delas [18], [19], [20]. A pergunta 1 (Tabela 1) é referente a capacidade do jogo *Gametum* promover a concentração. O resultado mostra que, assim como outros jogos digitais, *Gametum* consegue promover a concentração do usuário. Ao observar a Tabela 1, vê-se que a maioria atribuiu notas entre 8 e 10 para esse quesito (apenas dois atribuíram as notas 5 e 6), o que nos permite entender que o jogo favorece a concentração.

Sabe-se que manter a atenção dos alunos é um dos grandes desafios encontrados por docentes. Ela está relacionada a diversos elementos, como o foco e a concentração, além da motivação, que é referente ao interesse do aluno nas aulas e na participação das atividades [21]. Ou seja, quanto maior a atenção, mais concentrados estarão os alunos e, consequentemente, mais motivados. Nesse sentido, outros jogos já foram estudados e avaliados como capazes de fazer o aluno permanecer concentrado por longos períodos, levando a sentir-se motivado a prosseguir nas tarefas [22]. Sendo assim, era esperado que as notas para o quesito concentração fossem mais altas, o que ocorreu na validação.

Todavia, alguns professores não consideraram que o *Gametum* favorecia tanto a concentração, e deram notas 5 e 6. Diante disso, alguns dos elementos foram pensados e modificados na versão final para atender esse critério, como a remodelação dos personagens.

A segunda pergunta (Tabela 1) é referente ao alinhamento do jogo com o objeto de aprendizagem. O conteúdo abordado foi a Meiose e alguns aspectos relacionados, como alterações na divisão celular e gametas. Todos os professores atribuíram notas entre 8 e 10, sendo que a maioria atribuiu nota 10. É essencial que o jogo apresentado esteja em conformidade com o conteúdo e explorando diversos tópicos dentro do assunto de Meiose, afinal, não se pode abdicar da rigorosidade conceitual e de outros aspectos do conteúdo a ser ensinado. Assim, de acordo com os docentes, *Gametum* atende no quesito conformidade com conteúdo.

É importante ressaltar que diante da dificuldade do ensino da Meiose e a importância de auxiliar no entendimento desse conteúdo, a literatura registra outros jogos criados por diferentes autores(as) com a função de facilitar ou se constituírem como uma ferramenta de ensino-aprendizagem para melhorar a aplicação do conteúdo. Como exemplo, temos a ferramenta de ensino “Cromossomo-permuta”; a versão digital do jogo intitulado “Game Meiose” [23]; “Trilha Meiótica” [5]; e “Caminhando para a divisão celular” [24].

Outro aspecto importante na validação de um jogo digital educativo corresponde às habilidades dos jogadores na execução do jogo. Isso foi abordado na pergunta 3 (Tabela 1). As notas dos professores foram entre 7 e 10. Cabe destacar que, para esse critério ser atendido, era necessário que a interface e as mecânicas de *Gametum* fossem fáceis de utilizar. Além disso, os jogadores deveriam ser ensinados a jogar por meio de tutoriais contidos no jogo [15].

A pergunta 4 tem relação com a usabilidade do jogo, que abrange a previsibilidade da interface e se os usuários conseguiram jogar utilizando as instruções fornecidas do próprio *Gametum*. Para esse critério, a maioria dos professores atribuiu notas de 7 a 10, e apenas um professor considerou o critério como nota 4. Para que o jogo seja eficiente, os alunos devem conseguir navegar pelas opções do jogo sem dificuldades. Logo, almeja-se que a interface não atrapalhe a aprendizagem do aluno e qualquer erro

cometido esteja relacionado ao alcance do objeto de aprendizagem, e não à navegação [14]. Entendemos que é fundamental a interação clara e eficaz entre jogador e máquina. Portanto, o fato de termos notas abaixo de 10 nos levou a revisar toda a dimensão instrucional de *Gametum*.

Na versão final do jogo, foram acrescentadas instruções iniciais na fase 1, como indicado na figura 1. Ademais, concluímos que é válida a elaboração de um manual de instruções à parte. Este é um aspecto que emergiu da investigação do recurso de ensino, sendo esperado na pesquisa exploratória.

A pergunta 5 é referente à apresentação do jogo e sua relação com o aprendizado do conteúdo de Meiose. Um *design* de apresentação eficaz pode contribuir para a aprendizagem. Evidências apontam que a combinação de textos com imagens, áudios, vídeos, animações e gráficos pode beneficiar muito esse processo [25]. Nesse sentido, buscou-se investigar se a apresentação favorecia o aprendizado ou se havia elementos prejudiciais. Para a obtenção de um jogo educacional atrativo, é necessário que o design seja bem elaborado, trabalhando tanto a questão do entretenimento quanto aspectos educacionais [26]. Os resultados da pergunta 5 revelam que a maioria dos professores atribuiu notas entre 8 e 10, o que permite concluir que a estética de *Gametum* favorece o processo de aprendizado dos jogadores.

Além da avaliação por meio de notas, o questionário também trazia um espaço para comentários com as seguintes perguntas: “*Você aplicaria o jogo em suas aulas?*” e “*Quais suas constatações finais sobre o Gametum? Sinta-se livre para escrever seu feedback*”. Relacionamos os comentários com as notas atribuídas no intuito de aprofundar a compreensão da visão dos professores sobre o recurso de ensino. Os comentários realizados pelos professores estão disponíveis na Tabela 2. Eles foram subdivididos em 4 categorias e empregamos nomes fictícios.

Tabela 2. Comentários dos professores e categorias correspondentes.

Categorias	Comentário(s)
Sugestão de uso	<p>Professor 1: “É uma ótima estratégia a ser aplicada após a exposição do conteúdo em aula”;</p> <p>Professor 3: “Utilizaria como atividade de fixação e de revisão. Além de atividades voltadas para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)”;</p> <p>Professor 4: “Com toda certeza utilizaria como forma de exercício e de forma avaliativa”.</p> <p>Professor 8: “Achei uma ferramenta ótima para usar em sala de aula ou mesmo como tarefa de casa”</p>

Potencialidades	<p>Professor 2: “<i>Ele facilita a organização do pensamento e a visualização do processo de formação dos gametas</i>”;</p> <p>Professor 7: <i>Excelente proposta de leitura de imagens para associação a conteúdos teóricos.</i></p> <p>Professor 6: “<i>Para jogar, o aluno precisará aplicar os conhecimentos adquiridos (os nomes, as estruturas, o processo de divisão) em sala e é bem possível que o jogo gere maior curiosidade quanto ao conteúdo trabalhado do que somente a aula expositiva</i>”.</p>
Crítica ao design	<p>Professor 5: “<i>Acho que seria mais interessante se os nomes das fases aparecessem, assim, no momento de sistematização do conteúdo os alunos teriam mais conhecimento agregado. Talvez seria interessante uma nova fase para o jogo, quando os alunos deveriam associar o esquema desenhado ao nome da fase</i>”</p>
Desafios para o uso do jogo	<p>Professor 8: “<i>Aplicaria para alunos do ensino fundamental, mas dependendo do perfil da turma e da possibilidade dos alunos usarem o computador na escola. Atualmente não tem laboratório de informática e a maioria dos alunos não têm acesso a computador</i>”</p>

A liberdade para escrita refletiu-se em uma diversidade de assuntos abordados. Quatro docentes elogiaram *Gametum* por permitir exercitar e testar o conhecimento, além de sugerirem seu uso em sala de aula após a exposição do conteúdo, como forma de fixar, reforçar ou avaliar o que foi ensinado (o que pode auxiliar na preparação para exames). Esse ponto abordado é coerente com a literatura, pois jogos educativos podem auxiliar na construção, aprimoramento da aprendizagem e fixação da teoria por meio de elementos lúdicos e dinâmicos [27]. Tais sugestões podem ser tomadas como base para estudos posteriores, pois um recurso de ensino apresenta diferentes possibilidades e potencialidades a serem exploradas. O fato de jogar vislumbrando diferentes possibilidades de uso, pode ser um indício de que os docentes entendem que *Gametum* pode ser utilizado em salas de aula da escola básica, ou seja, apresenta conformidade com o conteúdo de Meiose.

Os Professores 2 e 7 destacaram a visualização do processo de formação de gametas por meio do jogo, a qual poderia auxiliar na organização do pensamento do aluno ao associar

imagem e conceitos. A possibilidade de explorar, de maneira lúdica, a visualização de processos dificilmente observáveis é uma das potencialidades dos jogos digitais. A visualização pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, mas é preciso destacar que se trata de um modelo didático, não de uma cópia fiel da realidade. Ainda sobre a dimensão visual, o Professor 5 sugeriu que os nomes das fases da Meiose aparecessem, como forma de auxiliar na sistematização do conhecimento. Destaca-se que o jogo foi pensado para contemplar a Meiose, como um todo, e não para sistematizar suas fases colocando-as em “caixas”. *Gametum* pretende promover uma integração da matéria, em que não são tratados apenas tópicos relacionados à Meiose, mas também outros pontos que contemplem a formação das células gaméticas. Considera-se que a divisão do conhecimento por tópicos pode dificultar a compreensão dos alunos sobre processos de forma mais ampla, o que pode gerar desinteresse em determinados temas e dificultar que eles associem diferenças e semelhanças entre as distintas áreas do saber [28]. Nesse sentido, a sugestão dada pelo participante não foi adotada, mas destaca-se que, dependendo da forma como o docente medeia a aula utilizando o jogo, é possível pausar ou fazer capturas de tela (*print*), permitindo nomear as fases.

O Professor 6 comentou que o jogo é mais atrativo em relação a uma aula unicamente expositiva. O participante parece reconhecer o potencial de *Gametum* em gerar curiosidade nos estudantes e exercitar os conhecimentos adquiridos. Contudo, o docente realizou uma comparação entre as estratégias de ensino, a qual exige a ponderação de que a aula expositiva unidirecional é um contexto pouco propício ao envolvimento do estudante, por ser centrada no docente, cabendo ao discente um papel passivo de memorização; paralelamente, aulas utilizando jogos (digitais ou físicos) são apontadas como potencialmente favoráveis ao engajamento, motivação, curiosidade e comprometimento. Além disso, a aplicação de um recurso digital, como já descrito por outros autores, pode promover a percepção de “quebra” da rotina de uma aula explosiva tradicionalmente realizada. Todavia, é importante frisar que aulas expositivas apresentam potencialidades e limitações, bem como todos os métodos, abordagens e recursos de ensino. É possível utilizar a aula expositiva em conjunto com o jogo, assim como o Professor 1 indicou [22], [29], [30].

A consequência da utilização dos jogos digitais está relacionada, em geral, ao ganho de produtividade e maior envolvimento dos estudantes [31]. Entretanto, a utilização de um jogo digital requer, antes de tudo, os meios materiais necessários para sua utilização. No caso de *Gametum*, precisa-se de computador com acesso à internet. O Professor 8 mencionou a falta de laboratório de informática na escola, o que é uma limitação para a utilização de jogos digitais. Nesse sentido, Barbosa, Garroux e Senne [32] relataram que, apesar de apresentarem ferramentas como computadores, *tablets*, *datashows*, as escolas públicas brasileiras ainda enfrentam dificuldades em relação ao número de equipamentos disponíveis em relação ao número de alunos por turma; a baixa velocidade da internet

fornecida; a dificuldade na manutenção dos equipamentos; e a utilização de novas tecnologias apenas voltadas para funções básicas, sem maiores integrações pertinentes ao currículo.

Essa é uma ponderação importante explicitada por um participante que possui conhecimento da realidade escolar. Destaca-se que *Gametum* não exige um computador de alto desempenho para funcionar e, posteriormente, almeja-se adaptado para ser compatível com *smartphones*.

Após a validação, um dos participantes da pesquisa decidiu realizar uma aplicação de *Gametum* e relatar a experiência para nós. O docente utilizou o jogo com duas turmas da terceira série do Ensino Médio por meio de um *data show*, projetando a imagem no quadro e realizando os comandos conforme as ideias dos alunos, os quais já haviam tido aulas expositivas sobre a Meiose no início do Ensino Médio. No relato dessa experiência, o professor observou um ambiente mais descontraído no qual a turma pode revisar o conteúdo da Meiose, sendo importante no processo de preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

No que diz respeito à jogabilidade, o docente relatou que não houve problemas, além de destacar a dimensão visual de *Gametum*: “[...] a forma do jogo de associação dos desenhos e da localização correta ajudou bastante, porque as imagens fazem eles puxarem na cabeça o conteúdo teórico, então foi ajudando bastante e eu fiz algumas intervenções que foi fazendo eles lembrarem mais facilmente os conteúdos da Meiose”. O docente ratificou a importância da mediação dele para o melhor entendimento do conteúdo por parte da turma, na qual o trabalho cooperativo permitiu que os alunos tivessem momentos de reelaboração do saber e uma atuação mais ativa no processo de aprendizagem [33], conforme eram desafiados a responder suas questões. Por conseguinte, é essencial a presença do docente mediando a aula com o jogo, visando um melhor aproveitamento do recurso que foi desenvolvido com o intuito de auxiliar o professor no processo de ensino.

Pensar a aplicação de jogos digitais requer que o professor considere algumas questões como: o que quero que os alunos aprendam? Em que momento da aula o jogo será inserido? Como desenvolver a aula? Em que local ocorrerá o desenvolvimento da aula? Além disso, é necessário refletir sobre a própria experiência de jogador, ter proximidade com o universo do jogo em questão, refletir e testar [34]. Também é crucial que o professor converse com os alunos, durante o jogo, sobre o que aprenderam ao jogar e se eles podem dar sugestões sobre como melhorar a atividade, afinal, são eles o público-alvo da ferramenta e o feedback dos jogadores é relevante.

Consideramos relevante a experiência relatada pelo docente, ainda que não tenha feito uma análise sistematizada, porque aponta indícios que potencialidades de *Gametum* a serem exploradas posteriormente, como sua capacidade de auxiliar na revisão de conteúdos e preparação para exames.

Os jogos digitais conseguem estimular e enriquecer as atividades de ensino-aprendizagem e reunir a prática educativa com recursos tecnológicos, mas apresentam

muitos desafios quanto a sua utilização como recurso pedagógico, os quais exigem estudos para serem aplicados de forma eficiente [35].

4.2 Validação dos graduandos em Ciências Biológicas

Os critérios de validação do *Gametum* e as notas atribuídas pelos graduandos em Ciências Biológicas estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Questionário dos graduandos. As notas foram de 8 a 10. Os números em negrito indicam a quantidade de estudantes que atribuíram a nota.

Perguntas	Notas		
	8	9	10
(1) Em sua avaliação, o jogo transmitiu o conteúdo de maneira clara?			9
(2) O jogo prendeu sua atenção?	2	1	6
(3) Você se sentiu instigado a aplicar seus conhecimentos no jogo?	1		8
(4) O jogo foi capaz de te orientar e conduzir (através de dicas, recursos visuais e mensagens)?	2	2	5
(5) E sobre os erros, você acredita que o jogo tenha uma baixa taxa de erros (bugs)?	2	4	3

A avaliação do jogo pelos estudantes do Ensino Superior foi, em geral, bastante positiva, pois todas as notas ficaram entre 8 e 10. A primeira pergunta, que abordou a dimensão do conteúdo de Meiose do jogo, recebeu pontuação máxima dos nove graduandos. Esse resultado converge com o apontado pelos docentes, que sugeriram concordar que *Gametum* possui conformidade e coerência com os conteúdos conceituais. Para os graduandos, o jogo transmite claramente os conteúdos, sendo esta uma confirmação importante, pois, como dito anteriormente, o zelo pela dimensão conceitual é fundamental para que o jogo contribua com o aprendizado correto do conteúdo.

A segunda questão contemplou o aspecto da atenção. Os resultados da tabela 3 mostram que os graduandos tiveram a atenção retida durante o jogo. A variação nas notas foi inferior à observada no resultado dos professores (Tabela 1). Contudo, o fato dela ter existido foi suficiente para ratificar a necessidade de rever aspectos relacionados à

concentração, como a remodelação dos personagens para a versão final.

A terceira pergunta foi especialmente importante pelo fato de alguns dos respondentes estarem cursando a disciplina de Genética. Oito dos nove participantes atribuíram nota máxima ao quesito, ou seja, sentiram-se instigados a aplicar seus conhecimentos durante o jogo. Pereira [36] aponta que os jogos podem promover a oportunidade dos estudantes exercitarem o conhecimento, a lógica, o raciocínio e outras habilidades para solucionar problemas de diferentes formas, haja vista que os jogadores são expostos a situações nas quais o conhecimento científico é requerido e avaliado. Logo, ao jogar, o aluno precisa demonstrar seus saberes. Esse resultado sinaliza que *Gametum* pode ser um recurso para o Ensino Básico e Superior.

A questão 4 contemplou a dimensão instrucional do jogo, isto é, se os jogadores conseguiram jogar somente com as orientações contidas no próprio jogo. O resultado convergiu com o dos professores, em que os respondentes consideraram que *Gametum* apresenta orientações claras. Vale ponderar que é possível que os graduandos tenham tido maior facilidade ao jogar, porque muitos deles são 'nativos digitais', ou seja, pessoas nascidas após a popularização da internet e das tecnologias digitais de informação e comunicação [37]. A familiaridade com jogos e recursos de informática podem influenciar no desempenho do participante no jogo e no processo de validação. Isto posto, é essencial a clareza e a objetividade em todas as instruções de recursos digitais para contemplarem um público maior.

Por fim, a quinta questão averiguou se o jogo continha erros (*bugs*), os quais poderiam prejudicar o desempenho dos jogadores e demais ações. Apesar das notas elevadas, a variação observada motivou uma revisão completa na programação de *Gametum*. Uma das atualizações realizadas diz respeito à funcionalidade das dicas. Uma modificação na programação desse recurso foi realizada para consertar os possíveis erros e, além disso, foram acrescentadas instruções na fase 1 (Figura 1) para melhorar o entendimento dos jogadores sobre esse mecanismo.

A Tabela 4 mostra os comentários no espaço livre do questionário dos graduandos, no qual se empregaram nomes fictícios.

Tabela 4. Comentários dos graduandos e categorias correspondentes

Categoria	Comentário(s)
Estética do jogo	Graduando 1: "Achei o jogo muito didático e prendeu bastante a minha atenção, além de ser muito bonito e fofo. O conteúdo foi passado de forma de fácil entendimento e colabora bastante para o aprendizado de genética"; Graduando 5: "Eu achei o jogo muito interessante para ser aplicado em sala de aula. As figuras são ótimas para entender as fases da

	<i>meiose e seus mecanismos básicos. Os comandos são simples e as cores são bonitas";</i> Graduando 6: "Bem claro na apresentação visual do conteúdo".
Conteúdo	Graduando 3: "Gostei muito da proposta e acredito que tenha resumido bem os processos e informações principais da gametogênese e dos elementos que a compõem".
Linguagem	Graduando 2: "Achei o jogo extremamente didático, com uma linguagem muito acessível, dispõe de imagens que trabalham com o lúdico e que torna o aprendizado ainda mais interessante".
Possibilidade de uso	Graduando 4: "Acredito que, no mundo atual, a proposta de um game para avaliação seja uma via interessante, pois motiva alunos a estarem exercitando o que foi aprendido em sala."

De maneira geral, os estudantes de Ciências Biológicas teceram elogios ao *Gametum*. Os graduandos 1, 5 e 6 destacaram a dimensão estética do jogo, considerado visualmente atraente, sendo que isso contribuiu para prender a atenção; e com imagens que auxiliam no entendimento das fases da Meiose. Tais comentários convergem com as respostas à segunda questão (Tabela 3) e com os comentários dos professores 2 e 7 (Tabela 2). O graduando 2 também sinalizou para o aspecto visual e acrescentou que considerou a linguagem utilizada no jogo acessível.

Imagens e linguagem integram a interface do jogo, que é um elemento complexo e precisa equilibrar estética, ludicidade e aspectos pedagógicos, não sendo essa uma tarefa simples [38]. Assim sendo, esse conjunto de resultados permite concluir que *Gametum*, com as alterações no design dos personagens, atende a dimensão estética.

O graduando 3 elogiou o fato de o jogo sintetizar os principais elementos da gametogênese, o que sinaliza para uma confluência com a avaliação positiva do conteúdo do jogo (pergunta 1, tabela 3) e com o resultado da validação dos professores (Tabela 1). Por fim, o graduando 4 sugeriu a possibilidade do uso de *Gametum* como ferramenta de avaliação dos estudantes, pois o jogo digital parece ser algo que integra a cultura atual, possivelmente referindo-se aos nativos digitais e a popularização dos jogos eletrônicos. O feedback positivo dos estudantes do Ensino Superior é animador, pois sugere que esses futuros professores enxergam jogos digitais como uma ferramenta pertinente e interessante em sala de aula. A revisão de Ramos e Campos [39] sobre uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia, revelou que o número de pesquisas

envolvendo jogos digitais tem aumentado, com resultados positivos no interesse de alunos e nas notas, ainda que o campo careça de estudos sobre como utilizar os jogos digitais de maneira eficiente em sala de aula.

Esse é um elemento importante porque existem docentes e discentes que enxergam o jogo apenas como um passatempo, isto é, acreditam que aula envolvendo jogos não possui o mesmo valor ou seriedade da aula expositiva unidirecional [40]. Nesse sentido, é preciso que existam jogos eficientes e que a formação de (futuros) professores os prepare para utilizar esse recurso em sala de aula.

Considerações finais

Este estudo buscou apresentar e discutir o processo de validação do jogo digital *Gametum*. A partir das notas e dos comentários discursivos de professores e graduandos em Ciências Biológicas, foi possível: confirmar que o jogo está adequado, no que diz respeito ao conteúdo, linguagem e atratividade, sendo capaz de prender a atenção dos jogadores; e obter subsídios para realizar alterações no design dos personagens, revisar o texto das dicas e perceber a necessidade de criação de um manual de instruções, visando abranger públicos com menor grau de familiaridade com jogos ou recursos digitais. As modificações estéticas e textuais já foram incorporadas a versão final do jogo (<https://meiose-game.itch.io/>), enquanto o manual será adicionado o mais breve possível.

A indicação de que *Gametum* pode ser utilizado para exercitar conhecimentos, revisar conteúdos e preparar o estudante para exames, converge com vários resultados [41], [42] e [43], que investigaram o uso de jogos digitais para o ensino de Anatomia, Física e Geografia, respectivamente. Essa parece ser uma característica dos jogos educativos digitais. Como apontado na revisão de Ramos e Campos [39], esse tipo de recurso de ensino tem contribuído para a melhora das notas dos estudantes, conforme trabalham conceitos e a resolução de problemas de maneiras variadas, o que estimula a retenção da atenção, como aconteceu com *Gametum* e outros jogos digitais para o ensino de Biologia, a saber: “Ecojustiça: ensinando justiça ambiental” [44], “Explorando a molécula do DNA - RPG Digital” [45], “Dungeons and troubles” [46] e “Pac-Euglena: um PacMan celular vivo” [47].

Enxerga-se, por fim, como contribuição deste estudo, a disponibilização de um recurso de ensino validado que pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Genética, em diferentes etapas da educação. Os participantes da pesquisa ainda sugeriram formas de utilização de *Gametum*: exercitar o conteúdo trabalhado, avaliação e revisão para exames. Tais possibilidades de uso podem ser exploradas em estudos posteriores, visando compreender formas eficazes de incorporação de jogos ao planejamento e ao trabalho docente.

Referencias

- [1] A. B. Araujo, F. A. F. Gusmão, “As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira” em Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, vol. 10, no. 1, 2017, pp. 1-11.
- [2] S. A. Santiago, H. F. Carvalho, “A fragilidade do ensino da Meiose”, *Ciência & Educação*, vol. 26, 2020.
- [3] C. K. G. D. Borges, C. C. Da Silva, A. R. H. Reis, “As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio”. *Experiências em Ensino de Ciências*, vol. 12, no. 6, pp. 61-75, 2017.
- [4] J. Moura, M. D. S. M. de Deus, N. M. N. Gonçalves, and A. Peron, “Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil—breve relato e reflexão”, *Semina: ciências biológicas e da saúde*, vol. 34, no. 2, pp. 167-174, 2013.
- [5] R. Lorbieski. L. S. S. Rodrigues and L. P. G D’Arce, “Trilha meiótica: o jogo da Meiose e das segregações cromossômica e alélica”, *Genética na escola*, vol. 5, no. 1, pp. 25-33, 2010.
- [6] H. Hsiao, “A brief review of digital games and learning. In: 2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL’07). IEEE, 2007, pp. 124-129.
- [7] L. M. R. Tarouco, L. C. Roland, M. C. J. M. Fabre, M. L. P. Konrath, “Jogos educacionais”, *RENOTE: revista novas tecnologias na educação*, vol. 2, no. 1, 2004.
- [8] D. K. Ramos, T. R. Campos, “O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, no. 2, pp. 450-473, 2020.
- [9] L. M. Prieto, M. D. C. B. Trevisan, M. I. Danezi and G. M. Falkembach, “Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais”, *Renote*, vol. 3, no. 1, 2005.
- [10] R. Daniel. “A docência no ensino superior e as novas tecnologias”, *Revista Eletrônica Latus Sensu, ano*, vol. 3, 2008.
- [11] R. C. Soltoski, M. P. Souza, “A Influência do Uso das Novas Tecnologias da Educação”. em Anais do VI Encontro de Produção Científica e Tecnologia, 2011.
- [12] A. C. Gil, *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.
- [13] H. Moreira, “Critérios e estratégias para garantir o rigor na pesquisa qualitativa”, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, vol. 11, no. 1, pp. 405-424, 2018.
- [14] T. L. Leacock, J. C. Nesbit, “A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources”, *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 10, no. 2, pp. 44-59, 2007.

- [15] P. Sweetser, P. Wyeth, "GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games". *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 3, no. 3, pp. 3-3, 2005.
- [16] T. E. Gerhardt, D. T. Silveira, "Métodos de pesquisa". *Porto Alegre: Editora da UFRGS*, 2009
- [17] M. L. P. B. Franco, "Análise de conteúdo." Brasília: Liber Livro Editora, 2007.
- [18] M. González, A. Kittredge, I. Sanchez, B. Fleischer, *et al.*, "Jogos com cartões podem melhorar habilidades numéricas." *Revista Neuroeducação*, v. 8, 2016.
- [19] C. N. Tonéis. "A lógica da descoberta nos jogos digitais" Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [20] D. Bavelier, C. S. Green, "O poder dos games para turbinar o cérebro." *Revista Scientific American Brasil*, v. 169, 2016.
- [21] D. K. Ramos, B. S. Anastácio, C. M. Jacob and M. C. Oliveira, "A atenção dos alunos em sala de aula: um estudo com professores do ensino fundamental". *Práxis Educacional*, v. 15, no. 33, pp. 320-337, 2019.
- [22] S. P. Ribeiro. "Contribuições do Jogo Cognitivo Eletrônico ao aprimoramento da Atenção no Contexto Escolar". Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- [23] S. A. Santiago. "Ferramentas de ensino: auxiliando a compreensão da Meiose." Tese de Doutorado - Programa Pós-graduação em Biologia Celular e Estrutural do Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas/ Instituto de Biologia, Campinas, 2022
- [24] B R. De Carvalho, C. A. S. Pereira, A. P. C. Pereira and L. D. F. O. Souza, "Caminhando para a divisão celular: proposta de jogo para o ensino de Meiose e mitose." *Revista Ciências & Ideias*, vol. 11, no. 3, pp. 12-25, 2020.
- [25] I. Vekiri, "What is the value of graphical displays in learning?". *Educational psychology review*, vol. 14, no. 3, pp. 261-312, 2002.
- [26] K. Fernandes, E. Aranha, M. Lucena, . "Estratégias para elaboração de game design de jogos digitais educativos: uma revisão sistemática." In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), 2018, pp. 585.
- [27] A. P. F. Saidelles, L. C. D. Cruz, R. M. Kirchner, O. L. Pivotto, *et al.*, "Jogo didático como auxiliar para o aprendizado em química". Anais: XVI Jornada Nacional da Educação. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2012.
- [28] A. C. Gerhard, J. F. B. da Rocha, "A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio", *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 17, no. 1, pp. 125-145, 2016.
- [29] D. Felber, J. C. Krause, L. D. Venquiaruto, "O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física." *Revista Insignare Scientia-RIS*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [30] M. A. Andreato, "Aula expositiva e Paulo Freire." *Ensino Em Re-Vista*, vol. 26, no. 3, pp. 700-724, 2019.
- [31] S. Harris, K. O'Gorman, "Mastering gamification: Customer engagement in 30 days: the revolutionary way to attract customers, keep them coming back for more, and take your business to the next level." *Packt Publishing Ltd*, 2014.
- [32] A. F. Barbosa, C. Garroux, F. Senne, "Pesquisa TIC Educação e os desafios para o uso das tecnologias nas escolas de ensino fundamental e médio no Brasil", *Revista História Hoje*, vol. 3, no. 5, pp. 293-297, 2014.
- [33] V. C. Bulgraen, "O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento", *Revista Conteúdo, Capivari*, vol. 1, no. 4, pp. 30-38, 2010.
- [34] D. K. Ramos, F. S. C. Pimentel, "Cognição, aprendizagem e jogos digitais", *BG BUSINESS GRAPHICS EDITORA*, vol. 13, 2021.
- [35] R. Savi, V. R. Ulbricht, "Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios", *Renote*, vol. 6, no. 1, 2008.
- [36] R. F. Pereira, "Desenvolvendo jogos educativos para o ensino de Física: um material didático alternativo de apoio ao binômio ensino aprendizagem." Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, 2008.
- [37] M. Prensky, "Digital Natives Digital Immigrants." In: PRENSKY, Marc. *On the Horizon*. NCB University Press, Vol. 9 No. 5, October, 2001. Acesso em 03 abr. 2024.
- [38] K. T. Fernandes, M. J. N. R. Lucena, E. H. D. S. Aranha, "Uma Experiência na Criação de game design de Jogos Digitais Educativos a partir do design thinking". *Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 16, no. 1, 2018.
- [39] D. K. Ramos, T. R. Campos, "O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, no. 2, pp. 450-473, 2020.
- [40] L. D. S. Barcellos, J. A. D. S. Bodevan, G. R. Coelho, "A ação mediada e jogos educativos: um estudo junto a alunos do ensino médio em uma aula de Física". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 38, no. 2, pp. 853-882, 2021.
- [41] V. X. S. S. Gomes, A. M. C. P. Marinho, C. Carneiro, "Jogo digital como estratégia para aprendizagem da anatomia do aparelho locomotor humano na perspectiva de discentes do curso de educação física". *Revista Tecnologias na Educação*, vol. 17, no. 8, pp. 1-11, 2016.

[42] C. S. Santos, R. S. da Costa, G. V. Fernandes, G. M. Rufino, et al., "Jogos digitais como metodologia para o ensino remoto de física". *Revista Física no Campus*, vol. 2, no. 2, pp. 7-14, 2022.

[43] Á. S. D. Oliveira, "Jogos digitais no ensino da geografia: contribuições didáticas e interativas para aprendizagem em ambientes remotos. Trabalho de Conclusão de Curso (curso de licenciatura plena em geografia) Universidade do Estado da Bahia, 2021.

[44] T. S. Lustosa, A. Pereira, "Jogo Ecojustiça: ensinando justiça ambiental". *Revista Práxis*, vol. 14, no. 27, 2022

[45] D. S. Barros, H. M. Lebrão, L. A. Bezerra, S. V. da Silva, et al., "O uso de role-playing game como estratégia facilitadora no processo de ensino e aprendizagem de genética". *International Journal Education And Teaching*, vol. 3, no. 2, 2020.

[46] M. S. B. Pereira, R. S. Cordeiro, R. F. de Souza, M. B. L. dos Santos, et al., "Avaliação do uso de RPG para revisão de Biologia pelos estudantes da terceira série do Ensino Médio". *Brazilian Journal of Development*, vol. 6, no. 8, 2020.

[47] A. T. Lam, J. Griffin, M. A. Loeun, N. J. Cira, et al., "Pac-Euglena: A Living Cellular Pac-Man Meets Virtual Ghosts". In: *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2020, pp. 1-13

Maria Gabriela Pissinati Trindade

Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado), pela UFES, mestre e doutoranda em biologia vegetal. Integrante do Laboratório de Genética Vegetal e Toxicológica, com experiência em jogos educacionais.

Melyna Gonçalves de Rezende

Professora de Ciências e Biologia, graduada em Ciências Biológicas pela UFES. Experiência como estagiária como professora de laboratório e EJA.

Leandro da Silva Barcellos

Graduado e mestre em Física, doutorando em Educação pela UFES. Expertise no Ensino de Física com métodos investigativos, abordagem (CTS), formação de professores de Ciências e uso educacional de jogos.

Maria do Carmo Pimentel Batitucci

Professora titular (UFES). Doutora em Ciências Fisiológicas (UFES), Mestrado em Melhoramento de Plantas (UFV), Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas (UFMG). Professora Permanente do PPGBV (UFES).

Informação de Contato dos Autores:

Maria Gabriela Pissinati Trindade

Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras
Vitória – ES, 29075-910
Brasil
mg.pissinati.trindade@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6024-4515>

Melyna Gonçalves de Rezende

Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras
Vitória – ES, 29075-910
Brasil
mel_melyna@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-7714-2522>

Leandro da Silva Barcellos

Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras
Vitória – ES, 29075-910
Brasil
leandrobarcellos5@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8912-3052>

Maria do Carmo Pimentel Batitucci

Av. Fernando Ferrari, 514. Goiabeiras
Vitória – ES, 29075-910
Brasil
docarmo_batitucci@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-3485-4448>