

Matemáticos da Selva: A Digital Game for Teaching Mathematics in Middle School

Hiago Henrique de Sousa, Pedro Moises de Sousa

Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Rio Paranaíba, Brasil

hiago.sousa@ufv.br pedromoises@ufv.br

Abstract—This paper presents the development and application of Matemáticos da Selva, a digital educational game focused on teaching mathematics to middle school students. Developed using Unity3D, the game aims to provide an engaging and enjoyable way to teach mathematics. In the game, players use the help of animals to defend forests from monsters threatening to destroy them, and through mathematical knowledge, they gain benefits to ensure the forests' safety. Matemáticos da Selva was tested in a school with a class of 22 students and demonstrated positive results as an educational tool, contributing to the use of digital games in teaching.

Index Terms—digital games, educational games, mathematics, tower defense.

I. INTRODUÇÃO

Há a muito tempo no Brasil um déficit na área de ensino escolar, como mostra os dados do Pisa (Program for International Student Assessment), que é realizado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) a cada 3 anos, desde 2009 o país não vê grandes diferenças em seus resultados, estando sempre nas posições mais baixas do *ranking*, na avaliação de 2022, o Brasil ficou entre 62º e 69º colocado, entre 81 países no âmbito da matemática, 73% dos estudantes ficaram abaixo do padrão mínimo da OCDE e somente 1% teve um desempenho elevado [1].

A forma de ensino da matemática nas escolas segue um padrão sem grandes mudanças; continua parecida com o que era antigamente, utilizando somente o quadro e livros para ensinar. É necessário encontrar uma forma de ensino diferente para engajar os estudantes de maneira que os faça querer aprender mais sobre essa disciplina tão importante [2].

Uma alternativa para chamar a atenção dos alunos, que pode ajudar na área da matemática, é a implementação de jogos lúdicos durante as aulas, usados para auxiliar no desenvolvimento disciplinar e cognitivo dos estudantes, além de serem ótimos para socialização interpessoal, contribuindo para várias áreas do desenvolvimento do aluno, não apenas no âmbito disciplinar. [3].

Outra alternativa que vem crescendo ao longo dos anos, devido a avanços tecnológicos e ao fácil acesso a aparelhos eletrônicos, é o uso de jogos digitais educacionais, que conversam com o público mais jovem, gerando um interesse muito grande neles. Esses jogos proporcionam um desenvolvimento positivo nos alunos tal como os jogos lúdicos tradicionais [4].

A partir dessa última alternativa dada, o jogo Matemáticos da Selva foi desenvolvido de forma descontraída e engajante para auxiliar no ensino da matemática e raciocínio lógico de turmas do 9º ano do Instituto Paulo Freire em Rio Paranaíba. Visa transmitir conhecimento por meio de dicas passadas por animais sobre assuntos como ordem de expressões numéricas, fração, fatoração, simplificação e também com perguntas periódicas ao longo das fases que concedem recompensas para os jogadores. O jogo tem como objetivo principal despertar o interesse dos alunos na disciplina de matemática a partir da mecânica de recompensas, pois como o jogador recebe um prêmio por acertar as perguntas, isso faz com que ele se sinta recompensado por saber o conteúdo proposto em sala de aula, criando um motivo a mais para aprender matemática.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Jogos Educacionais

Nas tribos africanas, jogos eram utilizados com o intuito de melhorar as competências dos jovens da tribo [5]. No ambiente escolar, eles podem ser empregados para introduzir e revisar matérias, além de avaliar o aprendizado dos estudantes. São um meio eficaz de facilitar o aprendizado, estimular o desenvolvimento intelectual e melhorar as relações interpessoais dos alunos [5]. Uma definição que pode ser dada para jogo educacional é de uma atividade competitiva, com regras, que tem finalidade educacional e estimula a aprendizagem dos estudantes [5].

B. Computação Gráfica

De acordo SO/IEC 2382 Parte 13 de 1996 (International Standards Organization) a Computação Gráfica tem como definição: “Conjunto de métodos e técnicas de converter dados para um dispositivo gráfico, via computador” [14]. Ela vem sendo inserida cada vez mais no cotidiano das pessoas, muitos profissionais trabalham com computação gráfica em diversas áreas como na medicina, no cinema para efeitos visuais, na criação de jogos, mapeamentos geográficos [14].

C. Jogos Digitais

A partir de [7] podemos entender por jogos digitais, ”as atividades lúdicas constituídas por uma série de ações e decisões que culminam em uma condição final. Estas ações e decisões são limitadas por um conjunto de regras e pelo

universo do jogo, que nesse caso, são regidos por programas de computador”.

Os jogos digitais vem desempenhando um papel muito importante em diversas áreas como uma ferramenta de ensino efetiva e como uma alternativa mais cativante para ensinar assuntos abstratos e técnicos. Jogos que são utilizados para ensinar o alfabeto para crianças, militares jogando jogos para treinarem para combates reais, empresários testando e melhorando técnicas em jogos de administração [10].

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção são apresentados trabalhos feitos por Moraes [8], Carvalho [13] e Siqueira [9] que serviram de base para este artigo.

Produzido por Moraes [8] o jogo digital de matemática Ilha das Funções Quadráticas tem como foco revisar o conteúdo de função quadrática através de resoluções de questões sobre o assunto de forma lúdica. O objetivo do jogador é embarcar em uma aventura na ilha a fim de expulsar os invasores que estão nela. O jogo foi desenvolvido utilizando de duas plataformas online, o Inkarnate e o Genially. Avaliado por professores de matemática, alcançou um resultado positivo. Ilha das Funções Quadráticas tem mecânicas parecidas com o Matemáticos da Selva, como as perguntas com alternativas e as dicas que aparecem quando o jogador pede informação aos animais, uma divergência entre os jogos é o conteúdo abordado, já que o jogo de [8] tem um foco em funções quadráticas e o Matemáticos da Selva em outras matérias, como simplificação e fração.

GeoMemory é um jogo digital, de autoria de [13], foi desenvolvido com o auxílio da ferramenta *Unity3D*, tendo uma versão para computadores e para navegadores. Ele tem como principal mecânica a junção de um jogo da memória com os conceitos de geometria, por exemplo, uma combinação da imagem de um círculo com o seu nome, o jogo é dividido em quatro fases. Docentes de matemática, enviaram *feedbacks* e positivos no quesito de disciplinas ensinadas, mas negativo no que se refere a parte gráfica do jogo. Há muitas diferenças entre o GeoMemory e o jogo Matemáticos da selva, como em sua matéria principal e mecânica, mas há uma semelhança, já que em certas perguntas do Matemáticos é necessário fazer a correlação de uma informação dada com a resposta, como é no jogo de [13].

Para auxiliar no ensino de matemática, foi produzido por Siqueira [9] o jogo digital Masmorra da Matemática. Desenvolvido no *Unity3D*, é um RPG *TopDown*, onde o jogador explora a masmorra e enfrenta desafios relacionados à disciplina. Professores responderam uma avaliação sobre o jogo, os desenvolvedores receberam respostas positivas em relação aos gráficos e jogabilidade. Masmorra da Matemática, assim como Matemáticos da Selva, faz o uso de questionários para testar o conhecimento do jogador. Outro fator semelhante é a recompensa por acertar essas perguntas, no jogo de [9] os inimigos se tornam mais fracos, facilitando a jornada do jogador, já em Matemáticos da Selva, há uma recompensa em dinheiro que permite comprar mais animais e melhorias ao longo do tempo.

Sequência	Jogo	Aprendizagem	Ensínamento
1ª Fase	O jogador utiliza da ajuda de animais, que funcionam como torres que atiram objetos para impedir os monstros de chegarem no final do caminho, protegendo assim a floresta	Ordem de resolução de expressões numéricas e fração	Perguntas a cada 5 ondas, cada animal dá uma dica de uma matéria específica para ajudar o jogador a responder as perguntas corretamente
2ª Fase	O jogador utiliza da ajuda de animais, que funcionam como torres que atiram objetos para impedir os monstros de chegarem no final do caminho, protegendo assim a floresta. O jogador tem mais torres disponíveis. Há mais inimigos	Anterior e Fatoração	Perguntas a cada 5 ondas, cada animal dá uma dica de uma matéria específica para ajudar o jogador a responder as perguntas corretamente
3ª Fase	O jogador utiliza da ajuda de animais, que funcionam como torres que atiram objetos para impedir os monstros de chegarem no final do caminho, protegendo assim a floresta. O jogador tem mais torres disponíveis. Há mais inimigos.	Anteriores e Simplificação	Perguntas a cada 5 ondas, cada animal dá uma dica de uma matéria específica para ajudar o jogador a responder as perguntas corretamente

IV. METODOLOGIA

O jogo Matemáticos da Selva se baseou em um processo incremental e iterativo, diferenciando-se dos modelos convencionais de desenvolvimento presentes nos manuais de engenharia de software [11]. Esse processo é dividido em 5 etapas: análise de requisitos, projeto, implementação, avaliação e implantação. Essas etapas são desenvolvidas de forma cíclica, garantindo uma evolução contínua do projeto.

A. Análise de Requisitos

Na análise de requisitos, é necessário definir como será o funcionamento do jogo, as interações que o usuário será capaz de fazer e os objetivos a serem cumpridos. Como é um jogo educacional, professores da área e funcionários que trabalham no Instituto Paulo Freire foram consultados para ajudarem a decidir o conteúdo a ser trabalhado e a forma mais eficaz para transmitir essa matéria.

B. Projeto

Nessa etapa, os requisitos que foram definidos anteriormente são realizados, para isso é necessário determinar as ferramentas que serão utilizadas para o desenvolvimento do projeto. Além disso, também foram definidos a essência do jogo, a proposta e matérias abordadas em cada fase (Tabela 1)

A ferramenta escolhida para a implementação do jogo foi o Unity 3D, um motor gráfico com muitos recursos para

o desenvolvimento de jogos de diversos tipos, a linguagem utilizada para a criação de scripts no software é o C#. Além do Unity, foram utilizados o site *freesound* para coleta de efeitos sonoros e o site *itch.io* para coleta de *sprites*, *assets* e músicas.

C. Implementação

Na etapa de implementação, foram desenvolvidos os scripts para o funcionamento lógico do jogo na linguagem de programação C#. A interface gráfica e as fases foram criadas no software *Unity3D*. Os *sprites*, músicas e *assets* utilizados no jogo foram selecionados no site *itch.io*, onde estavam disponíveis de forma gratuita. Já os efeitos sonoros vieram do site *freesound*.

D. Avaliação

O jogo foi avaliado durante todo o seu desenvolvimento, principalmente para encontrar e corrigir erros em sua programação e em seu visual, também para observar se o ensino estava sendo transmitido da maneira desejada. Quando o jogo estava finalizado, foi realizada uma avaliação com alunos do 9º ano da Escola Estadual Doutor Paulo Borges na cidade de Patos de Minas. A escola foi escolhida pela sua localização, e a avaliação teve como objetivos testar a usabilidade do jogo, identificar possíveis problemas e verificar sua eficácia no ensino de matemática.

Para a coleta de dados, após o teste do jogo, foi passado para os alunos um questionário, que foi aprovado pelo comitê de ética institucional(CAAE:69875823.0.0000.5153). Antes da realização do teste e da coleta de dados, foram obtidos os consentimentos dos pais e responsáveis dos alunos participantes[12].

E. Implantação

Como o jogo foi desenvolvido com foco educacional, ele foi inserido em ambiente escolar. O jogo está disponível em versões para Windows e Linux no site <https://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/> da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba para todos que desejarem jogar.

V. RESULTADOS

A. Descrição do Jogo

O jogo Matemáticos da Selva tem como objetivo principal proteger diversas florestas do ataque de monstros. Para isso, o jogador deve usar a ajuda dos animais, que são especialistas em matemática e oferecem dicas sobre diversos conteúdos da disciplina. Cada fase aborda um tópico diferente de matemática, na fase 1, são apresentados conceitos sobre a ordem de resolução de expressões numéricas e frações, na fase 2 sobre fatoração e na fase 3 sobre simplificação.

Além dos conteúdos que vão aumentando, a dificuldade ao longo das fases também vai crescendo, pois vai surgindo uma quantidade maior e mais variada de inimigos, desencadeando um número maior de ondas. Em contrapartida, para auxiliar o jogador novos animais vão aparecendo junto de novos conteúdos de matemática.

B. Menu Principal

No menu principal (Figura 1), o jogador pode interagir com quatro botões diferentes, o botão de jogar, onde é possível escolher entre 3 fases diferentes para jogar; e em cada fase, o jogador é colocado em uma nova floresta, com um caminho diferente por onde os monstros passam.

No botão dicas, encontram-se as principais informações para o jogador ter um bom entendimento sobre as mecânicas do jogo; e tem o botão sair que fecha o jogo.

Há também um botão que leva para a área do professor, onde ele pode escolher uma fase específica e inserir, editar ou excluir perguntas que serão respondidas durante essa fase.

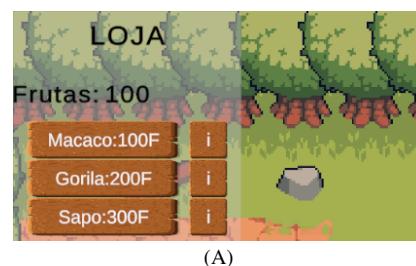


Figura I
MENU PRINCIPAL [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

C. Fases

Durante as fases do jogo, há um menu na parte esquerda onde é possível o jogador administrar seu dinheiro, representado por frutas, adquirir animais para defender a floresta e acessar as informações de cada animal (Figura 2.A).

No canto superior direito, é mostrada a quantidade de vida do jogador e o número de ondas de inimigos que devem ser defendidas. Estas ondas são grupos de inimigos que se juntam para atacar a floresta, quando eles são destruídos, a próxima onda é enviada. Em cada onda a quantidade e a velocidade de surgimento dos inimigos aumenta(Figura 2.B).



(A)



(B)

Figura II
(A) LOJA, (B) VIDA E ONDAS [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

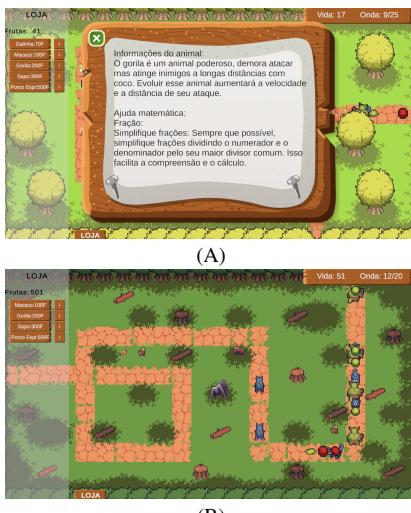
Há também um botão de informações para cada um dos animais, onde é fornecida uma descrição da funcionalidade

dele, contendo informações sobre sua velocidade e área de ataque e melhorias (Figura 3.A).

Outro ponto importante dessa área de informações é a dica que o animal dá sobre uma determinada matéria de matemática para ajudar o aluno responder as perguntas ao longo do jogo. Cada animal tem uma dica sobre um conteúdo diferente.

Os inimigos vêm pelo caminho de terra e, quando eles chegam no final dessa estrada, o jogador perde vida (Figura 3.B). O jogador deve colocar os animais em locais estratégicos, pois cada um deles tem uma distância de ataque diferente. É importante espalhar os animais para cobrir uma grande parte do mapa; assim, se algum inimigo conseguir passar por alguns animais, ainda haverá a possibilidade de derrotá-lo.

Cada animal pode ser melhorado até cinco vezes. Cada melhoria tem o custo maior que a anterior e cada animal tem o custo de melhoria baseado em seu preço de compra. Essa melhoria é uma maneira de fortalecer o animal, aumentando sua área de ataque e sua velocidade.



(A) TELA DE DICA, (B) FASE 2 [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

D. Perguntas

A cada cinco ondas, será apresentado ao jogador uma pergunta aleatória com quatro alternativas sobre um dos assuntos abordados na fase. A matéria que a pergunta aborda pode ser vista na parte superior do quiz (Figura 4), se respondida corretamente o jogador receberá 10 pontos de vida e 100 frutas, facilitando assim a defesa da floresta.



Figura IV
QUIZ [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

E. Avaliação

O jogo Matemáticos da Selva foi apresentado na Escola Estadual Doutor Paulo Borges em Patos de Minas para alunos do 9º ano do ensino fundamental. Foi entregue aos estudantes um questionário aprovado pelo comitê de ética, que continha um total 11 perguntas para avaliação do jogo. Foram coletados na escola um total de 22 questionários respondidos. Em cada pergunta, a resposta era dada a partir de um nível de satisfação, indo do nível 1, muito insatisfeito até o nível 5, muito satisfeito (Figura 5).



Figura V
NÍVEIS DE SATISFAÇÃO [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

A pergunta inicial foi sobre o tempo de uso de computadores. Os resultados mostram que 36,4% dos alunos utilizam computadores há mais de 5 anos, 36,4% utilizam há menos de 6 meses, 13,8% utilizam entre 2 e 5 anos, 9,1% entre 1 e 2 anos e, por fim, 4,5% utilizam entre 6 meses e 1 ano (Figura 6).

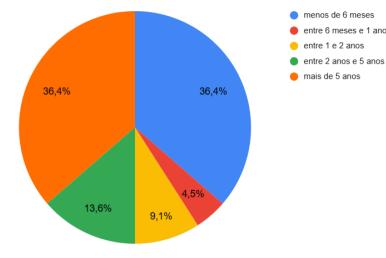


Figura VI
TEMPO DE USO [FONTE: PRÓPRIO AUTOR]

Sobre a questão do auxílio do jogo para o ensino dos alunos, 94,5% acreditam que o jogo é uma ferramenta que pode ser realmente usada para auxiliar nos estudos de matemática (Figura 7.A). No quesito do gráfico observa-se que 94,5% dos estudantes acharam o gráfico muito atrativo, indicando que gostaram bastante do visual (Figura 7.B).

Embora muitos alunos tivessem pouco contato com computadores, o foco do jogo na utilização do mouse minimizou

as dificuldades associadas à falta de familiaridade com computadores. Isso é confirmado pelos resultados da pesquisa, que mostram que 90,9% dos alunos concordaram que o jogo era fácil de jogar e entender (Figura 7.C).

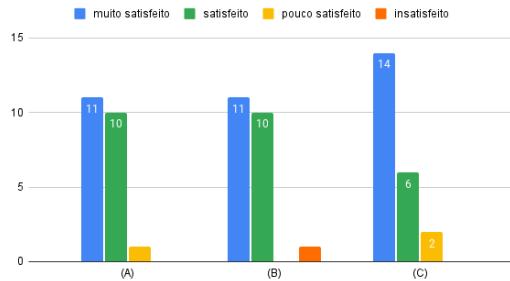


Figura VII
(A) AUXÍLIO DOS ESTUDOS (B) VISUAL ATRATIVO (C) USO E ENTENDIMENTO (FONTE: PRÓPRIO AUTOR)

VI. CONCLUSÃO

O jogo Matemáticos da Selva está sendo desenvolvido com a finalidade de ser uma ferramenta divertida e cativante para auxiliar no ensino da matemática no 9º ano do ensino fundamental. Foi criado com o auxílio de diversas ferramentas como o *Unity3D* e o *Visual Studio*, além de sites como *itch.io* e *freesound*. Por se tratar de um jogo educacional, contou com a colaboração de professores de matemática para a seleção dos tópicos a serem abordados e também na definição do que os alunos poderiam gostar de ver no jogo.

Para testar e avaliar a usabilidade, o jogo foi aplicado inicialmente na Escola Estadual Doutor Paulo Borges em uma turma do 9º do ensino fundamental. Com base nos resultados preliminares obtidos, Matemáticos da Selva foi bem aceito pela maioria dos estudantes. Esse teste inicial demonstrou que o jogo tem potencial para ser uma opção de ferramenta de apoio para auxiliar nas aulas. As mecânicas do jogo foram efetivas para transmitir os conteúdos abordados, e situações como as perguntas que ofereciam recompensas no jogo, fizeram com que os alunos precisassem entender as dicas dos animais para assim acertarem as questões e ganharem prêmios.

Para versões futuras, pretende-se aplicar o jogo em outras escolas, testando e melhorando sua efetividade como um instrumento de ensino auxiliar. Além disso, serão adicionados novos conteúdos matemáticos, como a área da geometria, o que incluirá novos animais e fases para explorar essas matérias. Outra melhoria planejada é adaptar o jogo para uma versão mobile.

REFERENCES

- [1] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), "Notas sobre o Brasil no Pisa 2022" 2023 Available: //download.inep.gov.br/acoesinternacionais/pisa/resultados/2022/
- [2] E. Medran Rangel, "O lúdico no ensino de Matemática: uma revisão sobre o uso de jogos didáticos no processo de ensino-aprendizagem: The use of didactic games as a complementary method of the teaching-learning process," Journal of Education Science and Health, vol. 3, no. 1, pp. 01-09, Feb. 2023. [Online]. Available: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/187>.
- [3] G. C. da Silva, "JOGOS PEDAGÓGICOS TRADICIONAIS E DIGITAIS: FERRAMENTAS DE ESTIMULAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DOS ALUNOS COM DIFÍCULDADE DE APRENDIZAGEM," Revista Científica FESA, vol. 1, no. 11, pp. 47-62, Feb. 2022. [Online]. Available: <https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/112..>
- [4] R. K. Abrao, L. C. dos Santos, A. P. da Silva Quixabeira, and A. G. C. Muniz, "JOGOS ELETRÔNICOS E A EDUCAÇÃO FÍSICA: ENTRE LAZER E AS POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS," 2022. [Online]. Available: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/6317>.
- [5] P. A. G. Dias, "Jogos educacionais: neurociência e aprendizagem," 2021. [Online]. Available: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2048>.
- [6] J. M. Dias and T. de C. Santos, "O ENTRELACE DA CARICATURA COM AS CURVAS DE BÉZIER. POSSIBILIDADES NO ENSINO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA," ETD Educação Temática Digital, vol. 23, pp. 1079-1097, Oct. 2021.
- [7] A. C. R. Pacheco and H. R. Costa, "PRESSUPOSTOS DE AVALIAÇÃO NA APLICAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA," 2023. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/epec/a/tMx689rT8F6Gkv8r95DKKwj/?lang=pt>.
- [8] F. D. de Moraes, R. M. Ellensohn, and C. S. Barin, "ILHA DAS FUNÇÕES QUADRÁTICAS: UM JOGO DIGITAL DESENVOLVIDO COM O USO DO GENIALLY," Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, vol. 5, no. especial, Feb. 2022. [Online]. Available: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12936>.
- [9] "Gamificação do ensino de matemática: Criação de um jogo digital como recurso didático," 2023. [Online]. Available: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/31379/>
- [10] M. Prensky, Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: Editora Senac, 2021.
- [11] R. S. Pressman and B. R. Maxim, Engenharia de software-9. McGraw Hill Brasil, 2021.
- [12] "Avaliando um Jogo Educacional para o Ensino de Inteligência Artificial - Qual Metodologia para Avaliação Escolher?," in Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação, Cuiabá, Brazil, 2020, pp. 66–70. doi: 10.5753/wei.2020.111131. Available: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/111131>.
- [13] "GeoMemory: Jogo Digital de Memória para o Estudo de Formas Geométricas," Revista Novas Tecnologias na Educação, vol. 21, pp. 319–330, Dec. 2023. doi: 10.22456/1679-1916.137753. Available: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/137753>.
- [14] "Jogos educacionais: neurociência e aprendizagem," CADERNOS UNINTER DE INTERSABERES, 2021. Available: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2048>.