

# Desenvolvimento e avaliação de um jogo com comandos de voz para estimular o interesse das crianças pela matemática

## RESUMO

**Elayne da Silva Torres**  
[elaynne@comp.ufs.br](mailto:elaynne@comp.ufs.br)  
<http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

**Hendrik Teixeira Macedo**  
[hendrik@comp.ufs.br](mailto:hendrik@comp.ufs.br)  
[orcid.org/0000-0002-6477-756X](http://orcid.org/0000-0002-6477-756X)

Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

**Kênia Kodel Cox**  
[kenia@comp.ufs.br](mailto:kenia@comp.ufs.br)  
[orcid.org/0000-0002-0261-4618](http://orcid.org/0000-0002-0261-4618)

Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

O game design de jogos educativos acusa problemas na mecânica e contextualização do conteúdo educacional. Existem dois aspectos que precisam ser considerados ao se propor um jogo desse tipo: o elemento educativo e o entretenimento. Este trabalho descreve o desenvolvimento e avaliação do jogo “Cálculo de Aventura”, que teve o cuidado de explorar ambos os aspectos de forma equilibrada, a fim de estimular o interesse das crianças pela matemática. Um grande estudo sobre elementos de game design foi conduzido. A mecânica do jogo também acrescentou um terceiro aspecto, inovador, como elemento extra de motivação: os comandos do jogo são controlados por pequenos comandos de voz. O jogo é um RPG de turnos para crianças a partir de 9 anos de idade, cujos desafios impostos estão relacionados às quatro operações básicas da matemática. O jogo foi aplicado em dinâmicas dentro da sala de aula em algumas escolas públicas do Estado de Sergipe. Um total de 85 crianças fizeram parte do processo de validação da prática. Um perfil tecnológico desses alunos também foi traçado. Um outro conjunto de testes foi realizado de modo a avaliar a adequação do jogo enquanto ferramenta didática para o ensino da matemática. Nesse caso, 20 graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe foram voluntários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Jogo educativo. Matemática. Game Design. Diversão. Comandos vocais.

## INTRODUÇÃO

A matemática é a disciplina com menor média final de desempenho em sala de aula e com maior taxa de reprovação; essa taxa, inclusive, só aumenta conforme progride-se o ano escolar. Naturalmente que a raiz do problema é multifacetada, mas acreditamos que o desenvolvimento de jogos eletrônicos que permitam lidar com a matemática de maneira lúdica pode ajudar a mitigar essa situação e deve ser estimulado.

A tentativa de casamento entre a matemática e jogos eletrônicos não é nova. Entretanto, muitas soluções correntes pecam em um quesito fundamental: a diversão. Com efeito, grande maioria das iniciativas focam no ensino do conteúdo e o aspecto da diversão é relegado ao segundo plano. O jogo educativo precisa ser divertido para continuar sendo um jogo e precisa ser guiado pelas regras (TONDORF; DA SILVA HOUNSELL, 2022).

Machado (2014, p. 551) cita as definições das regras do jogo de vários autores. Alguns autores as definem como fator determinante para criar um contexto para as ações do jogador: “a mecânica de jogo é formada quando o jogador aplica as ações para os elementos do jogo. São interações que produzem um resultado significativo, que “importa” no contexto do jogo.” O contexto educativo deve ser totalmente adaptado ao contexto em que se passa o jogo para não haver quebra de contextos, nem ficar nítida a divisão entre entretenimento e educação: chega de jogo “de aprender”, as crianças querem jogo “de jogar”.

Aprender é consequência dos erros e acertos no jogo “de jogar”. Ainda de acordo com a autora, para a criação de um jogo eletrônico educativo que seja divertido ao mesmo tempo que passe as informações, é importante uma equipe multidisciplinar para concepção inicial do jogo para que a escolha da mecânica esteja alinhada ao conteúdo. Ela também destaca alguns elementos presentes nos jogos lúdicos que motivam o jogador e que devem estar presentes nos jogos eletrônicos educativos: a fantasia, o desafio que leva o jogador a querer alcançar a maestria, recompensa, passagem de fases e constante evolução, fluxo e *feedback* imediato.

O objetivo deste artigo é o de apresentar o desenvolvimento e avaliação de um jogo educativo para crianças a partir de 9 anos a fim de estimular o interesse pela matemática, buscando-se o equilíbrio entre dois aspectos fundamentais: o elemento educativo e o entretenimento. Busca-se motivar a criança ao trazer uma dinâmica lúdica dentro da sala de aula e com design projetado em seu interesse recorrente nos demais jogos eletrônicos. Considerando que o interesse das crianças pelo uso de jogos em dispositivos móveis tais como tablets e smartphones é alto, o jogo foi projetado para uso nessas plataformas. Ademais, foi introduzido um elemento inovador na mecânica: o reconhecimento automático de voz como mecanismo de controle dos personagens de jogo. O objetivo foi o de explorar também como essa nova forma interação interfere na motivação pelo uso e dinâmica do jogo.

O método de trabalho consistiu num levantamento adequado sobre aspectos de game design e seus principais problemas (seção ASPECTOS DE GAME DESIGN), análise técnica consubstanciada sobre jogos eletrônicos para dispositivos móveis que exploram o conteúdo da Matemática (seção ANÁLISE DE JOGOS PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA EM PLATAFORMAS MÓVEIS), definição dos aspectos de

game design e arquitetura do jogo em questão, incluindo o processo de reconhecimento de comandos vocais (seção DESENVOLVIMENTO DO JOGO "CÁLCULO DE AVENTURA") e validação do uso do jogo em diferentes ambientes de ensino com respectivos resultados e discussão (seção RESULTADOS E DISCUSSÃO).

### **ASPECTOS DE GAME DESIGN**

O designer do jogo educativo deve trabalhar em conjunto com pedagogos, professores, psicólogos, conteudistas e designers instrucionais. Essa parceria é importante para que o jogo não seja apenas uma série de conteúdo interativo ou apenas divertido. Os profissionais precisam definir que informação o jogo deve passar. Se você tem um problema bem definido, você pode planejar soluções de aprendizado muito melhores (MACHADO, 2014). O designer deve ter experiência em vários tipos de jogos para elaboração do projeto de um jogo.

Como etapa metodológica deste trabalho, entrevistas com profissionais que atuam como designer de jogos foram realizadas, abordando as seguintes questões:

1. Qual é o primeiro passo que um designer de jogo deve seguir para um conceito inicial de jogo?
2. O que você faria para que esse tipo de jogo não fosse comparado aos exercícios digitais?
3. Você concorda que jogar e desenvolver jogos é uma experiência complexa? Por quê?

Para Joe Kim, ex-professor de game design do Instituto de Artes de Vancouver, designer da equipe que produziu o jogo *Need For Speed* pela empresa *Electronic Arts* (EA) e que trabalhou no jogo brasileiro *Hempire*, produzido pela *LBC Studios* em parceria com a *Lumentec* da cidade de Aracaju em Sergipe:

1. O processo geral que eu sigo é levantar as questões importantes: qual a sua audiência, orçamento, plataforma, restrições e objetivo do jogo;
2. Eu teria cuidado com a cadência do jogo. Se você estiver fazendo um jogo de matemática, talvez não deva fazer muitos enigmas matemáticos seguidos. Talvez a matemática deva ser o foco secundário da mecânica, para distrair o jogador de perceber que é um jogo "educacional";
3. O desenvolvimento é complexo porque existem muitos elementos que fazem um jogo divertido ou não, como a interface do usuário, o ritmo, o tema, o estilo, o fluxo e o desafio. Compreender cada parte é difícil e implementar incorretamente uma delas pode tornar o seu jogo não divertido. Também é frequentemente difícil detectar qual elemento está fazendo com que o jogador não se divirta.

Ernst Eskelsen, artista conceitual (*concept artist*), designer e ilustrador de jogos independente, também argumenta sobre encapsular o conteúdo educacional em segundo plano e sobre a importância visual no engajamento do

público, que costuma ser deixada de lado por conta de muitos desenvolvedores independente terem outras ocupações:

1. O que muitas pessoas pecam é não dar o incentivo visual necessário. Se você não dá esse incentivo através de uma boa arte, um roteiro dinâmico ou algo assim, você perde boa parte do público.
2. Sim, eu acho que *Civilization* está aí pra isso. Ele é educativo e mega interessante. Acho que a ideia de um jogo educativo de sucesso é fazer com que o educativo seja parte do roteiro, e não algo principal. Por exemplo, as pessoas aprendem muito mais sobre administração de recursos com jogos como *SimCity* do que com jogos institucionais do carinha que tem um “lava rápido”.

Para Albuquerque e Fialho (2009, p. 3), “Um jogo de ação, por exemplo, que inclua com frequência janelas com perguntas sobre um determinado conteúdo, não está contextualizando o conteúdo no jogo, mas forçando o jogador a saltar entre dois tipos de atividades distintas.” Muitos aplicativos de tabuada e lógica tentam se passar por jogo como “Rei da Matemática Jr” (ODDROBO SOFTWARE AB, 2022), mas eles são apenas tabuadas iterativas ou se comportam como réplica dos exercícios de sala.

Embora “Rei da Matemática Jr” tenha um conteúdo diversificado de lógica e matemática, essenciais na formação da criança, ele ainda não se comporta como jogo. Possui apenas som ambiente e age como um exercício digital do mesmo conceito de aprendizado passado na aula da “vida cotidiana” e não foi projetado com foco na diversão.

Um exemplo de jogo que tem o contexto educativo apresentado de forma nitidamente separada é o “*Math Run*” (BABY CORTEX, 2017). Esse é um jogo de corrida sem concorrência cujo objetivo é obter o máximo de pontos. Entretanto, ao cair em algum obstáculo, o jogo para e você é obrigado a responder algumas contas matemáticas para continuar seguindo o jogo. A essa mudança de contexto é a atribuída a penalização pela falha, conseqüentemente (e infelizmente) a matemática será associada com a penalidade.

Um jogo lúdico que permite que a criança absorva em segundo plano ensinamentos de matemática básica pode ajudar a criança a desenvolver afeição pela tabuada pois não mais irá aprender de forma decorada sem qualquer recompensa, mas irá associar com uma atividade divertida. Para Costa (2009), a estrutura do jogo deve ter estruturas perceptíveis similares às estruturas dos objetos de conhecimento (no caso deste trabalho é a matemática, e precisa ser vivenciada pelo personagem) e cuja aprendizagem é necessária ao jogador para que ele atinja seu objetivo no jogo. E essas estruturas devem ser perceptíveis ao jogador, ou seja, devem estar presentes de forma natural ao invés de aparecer como janelas de pop-up quebrando o fluxo do jogo.

O objetivo do jogo aqui proposto, Cálculo de Aventura, não é acertar as expressões matemáticas, mas sim derrotar os monstros conforme o enredo do jogo se apresenta. Acertar as expressões vai permitir o jogador de progredir e cumprir seu objetivo que é avançar as fases para concluir sua missão principal “achar o caminho de casa”. Paralelamente, o jogador se relaciona com a matemática e desenvolve seu aprendizado de forma divertida (COSTA, 2009). Por exemplo, em uma missão pode-lhe ser dado que use um item quando o Chefão

tiver “(25 x 4) + 50” pontos de vida. Daí ele soluciona e acha a resposta 150, tal que deverá lembrar desse valor quando for lutar com o chefe para quebrar a imunidade do vilão, ou ter a oportunidade única de dar dano letal; esse tipo de variação estimula o jogador. O jogador precisa de meios de respostas para saber quando acerta, como receber pontos extras, recuperar pontos de vida ou de magia.

A diversão estimula a popularização desses jogos, democratizando os conhecimentos construídos por quem os joga. O jogo tenta atingir o mesmo objetivo de Costa (2009, p. 17), “[...] que o usuário atinja o objetivo educativo, mas sem priorizá-lo. Ele deve estar interessado primeiramente em se divertir.” A pessoa tem mais facilidade de aprender coisas de seu interesse. Então, o grande desafio é tornar aquele assunto atrativo principalmente para aqueles que apresentam dificuldade em aprendê-lo. “Quando o objeto de conhecimento está a favor da diversão e do entretenimento em um jogo, contribui para que o jogador o veja com outros olhos (o ressignifique), aprendendo a gostar dele e querendo conhecê-lo.” (COSTA, 2009, p.17).

Os alunos, especialmente na educação até os 12 anos, muitas vezes encontram dificuldades de aprendizagem no contexto da aprendizagem baseada em jogos. Uma explicação é que a carga cognitiva não é gerenciada adequadamente e a sobrecarga é imposta na memória de trabalho dos aprendizes. Xu (2016) apresentou soluções para a carga cognitiva através do Design de Experiência de Aprendizado. Este trabalho usou as características dos jogos listadas por Xu (2016) para definir o conceito do jogo. O uso dos jogos como ferramenta de aprendizado na educação já vem sendo aplicado a muito tempo. O jogador é envolvido nos desafios apresentados pelos jogos e se motiva na busca do sucesso ao resolver esses desafios. “Esses desafios têm papel fundamental no interesse do jovem pelo jogar” (FARIA *et al.*, 2011)

Petry *et al.* (2013) reúne alguns parâmetros para análise de jogos de autores diferentes onde Chuck Clanton aponta três dimensões específicas para a análise de jogos digitais; são elas: interface do jogo, mecânica de jogo e *gameplay*. Desurvire, Caplan e Toth (2004) lista quatro dimensões: *gameplay*, narrativa, mecânica e usabilidade. Aarseth (2007) descreve três camadas diferentes: (1) jogabilidade, entendendo-a como as ações dos jogadores, suas estratégias e motivações de jogada, (2) a estrutura do jogo, incluindo as regras do jogo e (3) o mundo do jogo, caracterizado pelo teor narrativo e ficcional, a topologia, os níveis, as texturas, entre outros aspectos constitutivos da simulação.

Ela destaca a estrutura de regras como sendo a camada mais relevante no processo de análise, porque esta define os avanços, a vitória e o fracasso do processo de jogar.

## **ANÁLISE DE JOGOS PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA EM PLATAFORMAS MÓVEIS**

Primeiramente, ao analisar um jogo é preciso estudar o jogo, buscando obter conhecimento através de documentos e depoimentos de desenvolvedores e usuários. A seguir, é importante observar alguém jogá-lo, assim como ler relatos e ouvir comentários dos jogadores. Por fim, deve-se jogar o jogo digital por si

mesmo. Ao que se refere à primeira forma, Aarseth (2007, p. 6) sugere tomar como fonte de estudo sobre o jogo digital:

1. Conhecimento sobre o gênero do jogo;
2. Conhecimento sobre o sistema do jogo;
3. Documentos de desenvolvimento do jogo;
4. Relatórios de testes realizados ao longo do processo de desenvolvimento;
5. Orientações fornecidas aos jogadores (tutorial);
6. Relatórios de jogadores, comentários, ambientes de discussão usados por jogadores, entrevistas com jogadores, entrevistas com desenvolvedores;
7. Analisar jogadores com personalidades diferentes.

Analisando 21 jogos de matemática para *Android* (Tabela 1), percebeu-se que os jogos com melhores avaliações são aqueles em que o jogador é levado a um contexto fora do usual, como aventuras, desafiar monstros, entrar em batalhas, ganhando recompensas aplicáveis na evolução de seu personagem como itens e *power ups*, e ser levado à sensação de progressão no jogo, independentemente da progressão educativa. O aspecto visual deve ser atrativo, colorido e sem poluição de informação.

A maioria dos aplicativos de matemática não são jogos pois não apresentam um objetivo claro ao jogador que lhe motive a seguir no jogo, além de apresentarem o formato de tabelas matemáticas com pouca ludicidade, focando no aprendizado com semelhança de atividades tradicionais.

**Tabela 1** – Jogos de matemática para Android que foram avaliados.

Jogo	Nota	Downloads	Avaliações	Gênero
Jogo de Matemática ( <i>Math game</i> ) (KIM, 2017)	4.5	100.000	1.337	qu iz
<i>Math for kids 3</i> (POLYCHROME, 2017)	3.8	500.000	1.553	qu iz
Jogos infantil matemática (A3BGAMELAB, 2017)	3.6	100.000	1.979	qu iz
<i>Math Practice</i> (TeachersParadise.com, 2017)	4.0	1.000.000	12.100	qu iz
<i>Bubble pop multiplication</i> (MATHSFRAME, 2023)	3.4	50.000	504	puzzle
<i>Coolmath Games Fun</i> (CoolMathGames, 2021)	2.7	1.000.000	3.360	minijogos
<i>Math Run</i> (Baby Cortex, 2017)	4.0	500.000	8.023	corrida
<i>Math Blaster 2 free</i> (JumpStart Games, 2018)	3.6	100.000	3.100	corrida
<i>Number Knight</i> (GIANT, 2017)	5.0	100	7	roguelike

<i>Kids Numbers and Math</i> (Intellijoy, 2023)	3.8	5.000.000	31.100	quiz
<b>Jogo</b>	<b>Nota</b>	<b>Downloads</b>	<b>Avaliações</b>	<b>Gênero</b>
Truques matemáticos (Atoni Soft Group, 2023)	4.6	10.000.000	286.891	quiz
Jogos de matemática (Standy Software, 2023)	4.6	1.000.000	16.000	quiz
<i>MonsterMath</i> (Makkajai, 2023)	4.2	100.000	1.108	aventura
<i>AB Math Lite</i> (LEHOVETZKI, 2023)	4.1	500.000	2.660	quiz
Desafio matemático (Turtle Labs, 2019)	3.9	1.000.000	10.033	quiz
Tabuada de multiplicar (CAMERAPPS, 2018)	4.2	10.000.000	84.067	quiz
Exercício de matemática (HYPERDIMSOFT, 2014)	3.9	100.000	1.419	quiz
Jogo de Matemática vs Undead (Peaksel Games, 2020)	4.2	1.000.000	9.920	ação
<i>Zeus vs Monstros</i> (Peaksel Games, 2020)	3.9	500.000	6.343	ação
Rei da Matemática (ODDROBOSOFTWARE AB, 2022) Educational games for kids 4 (INTELLIJOY, 2023)				

Fonte: Autoria própria (2022).

Os jogos *Bubble Pop - Multiplication*, *Number Knight* e *Zeus vs Monsters* foram aqueles que melhor adaptaram o contexto da matemática ao contexto do jogo. Os dois primeiros tiveram a melhor adaptação do contexto do jogo ao contexto educativo, embora não tenham sido os jogos mais baixados. Um motivo plausível para a falta de interesse no primeiro, é a falta de design elaborado. Quanto ao segundo, pode ter sido falta de divulgação. O terceiro dessa lista em destaque, *Zeus vs Monsters*, se mostrou bastante popular, o que se pode ser explicado devido à presença de boa ilustração padronizada, diagramação de tela ergonômica, efeitos sonoros, elementos de fantasia no enredo envolvendo a ação direta do jogador. Além disso, este jogo mostrou potencial de entretenimento e educação devido à contextualização histórica dos deuses e criaturas míticas gregas. A Figura 1 ilustra uma tela de cada um desses jogos.

Figura 1 – Telas dos jogos *Bubble pop* (a), *Number Knight* (b) e *Zeus vs Monstros* (c).



Fontes: MATHSFRAME (2023) (a), GIANT (2017) (b), Peaksel Games (2020) (c).

### DESENVOLVIMENTO DO JOGO "CÁLCULO DE AVENTURA"

Considerando-se toda a análise anterior, decidiu-se pelo estilo de jogo "ação e aventura", confirmado como o estilo que dispõe de taxa de retenção para dispositivos móveis em 70% a mais do que puzzles segundo *Superdata Research* (2017).

Os seguintes parâmetros foram então definidos:

1. Estilo de jogo favorito: baseado em downloads (ação e aventura).
2. Melhor de jogar: baseado na quantidade de avaliações por taxa de download acrescido da nota recebida na loja de aplicativo (design minimalista com efeitos audiovisuais trabalhados) e taxa de retenção de jogos de acordo com a pesquisa *Unity Research and Technology* (2017).
3. Mecânica contextualizada: jogos que apresentam a diversão e educação no mesmo contexto. A mecânica deve ser planejada pensando na interface de reconhecimento vocal.

A Tabela 2 mostra a concepção do jogo pela metodologia de Dias (2016), e Leite e Mendonça (2013).

Tabela 2 – Definições do conceito do jogo Cálculo de Aventura.

Aspectos	Valor
Escolha do objetivo do jogo	Utilizar a resolução das quatro operações matemáticas para gerar as ações do personagem, de forma que as operações tenham significado no jogo em si.
Tipo de jogo	RPG 2D de turno
Público-alvo	crianças de até 12 anos
Plataforma	Dispositivos móveis
Restrições	Tempo de reconhecimento depende da internet, logo ele não pode ser projetado no jogo de forma que atrapalhe jogabilidade
Definição de personagens e habilidades	Herói - Espada, escudo, magia e cura. Possui 3 corações e perde um em cada erro. Dragonetes e Chefão - Mordida, cura e escudo.
Enredo	Seu personagem estava na aula de matemática e dormiu. Quando acordou estava num mundo de fantasia destruído por dragões e você queria voltar para casa. Para isso, é preciso derrotar o dragão de quatro cabeças controlado pelo Mestre dos Cálculos. Para chegar ao dragão de 4 cabeças, é preciso coletar as 4 pedras da inteligência.
Efeitos sonoros	Música com temática medieval disponível na <i>Unity Asset Store</i> (ver Nota, abaixo da tabela)
Efeitos visuais	Paleta de cores, Sprites, animações de personagens e câmera, e partículas.
Interface de usuário	Disposição das habilidades, pontuação, vidas, tempo para responder cada operação, botão para utilizar o microfone e mensagens de feedback.
Engine	Unity 3D

Fonte: Autoria própria.

Nota: 1. *Authentic Early Medieval Ages Audio Pack Free* by [marma.developer@gmail.com](mailto:marma.developer@gmail.com), 2. *The Combat Collection Starter edition Free* by John Leonard French [www.johnleonardfrench.co.uk](http://www.johnleonardfrench.co.uk), 3. *Fantasy SFX for Particle Distort Texture effect library* by Moonflower Carnivore.

A Figura 2 ilustra duas das telas do jogo desenvolvido.

Figura 2 – Tela inicial do jogo (esq) e tela da primeira fase (dir).



Fonte: Autoria própria.

A gamificação das quatro operações nesse jogo é construída pelas seguintes regras:

1. O jogador enfrentará ondas de monstros para seguir para a próxima fase;
2. Cada fase é responsável por um tipo de proposição matemática: soma, subtração, multiplicação e divisão. Assim, a carga cognitiva é linear e ascendente;
3. O jogador tem quatro habilidades e pode usar a qualquer momento: espada, escudo, magia e cura;
4. Existe uma regra para usar as habilidades corretamente, e seu uso indevido gera ataque de oportunidade inimigo (termo comum em *RPGs* que representa um turno extra que o adversário ganha quando um jogador abaixa a guarda);
5. As operações matemáticas não estão escondidas nem são resultados de erros de jogadas;
6. Uma operação é mostrada por turno de 30 segundos, devido ao *delay* do sistema de reconhecimento de fala online, e tempo que uma criança de 9 anos leva para efetuar o cálculo com os dedos das mãos;
7. O jogador ganha um item chamado Pedra de Inteligência ao fim de cada fase que será necessário para lutar com o chefe final;
8. O jogo tem 6 fases: sendo as quatro primeiras responsáveis pelas operações de soma, subtração, multiplicação e divisão respectivamente. E as duas últimas apresentam as quatro aleatoriamente;
9. Cada fase narra seu caminho pelo mundo em busca do dragão *Tiamática*;
10. A quantidade de operações que aparecem no chefe final é baseada na Pedra de Inteligência;
11. Isto é, se você passou pela fase de soma com maestria, poucas operações de soma irão aparecer no chefe;
12. O jogador tem 3 vidas e as vidas se renovam ao passar de fase;
13. Se perder as 3 vidas na mesma fase, ocorre o *game over*;
14. Frases de resposta ao usuário a respeito de acerto ou erro através do personagem Mestre dos Cálculos.

A interface de reconhecimento dos comandos vocais funciona através de um botão que, ao ser selecionado, captura o áudio por dois segundos. Esse tempo é estipulado na hora de desenvolver o jogo baseado no tempo que se leva para falar a maior palavra da gramática somado a um intervalo de silêncio antes e depois da palavra ser pronunciada por se tratar de um reconhecedor de palavra isolada. A gramática utilizada consiste das seguintes palavras: "ataque", "defesa", "magia de fogo" e "cura".

O trabalho envolveu todo o processo de definição e treinamento de um modelo híbrido composto por uma Rede Neural Convolucional e um Modelo Escondido de *Markov* (CNN-HMM). O processo de treinamento, ajustes de parâmetros e hiper parâmetros e testes do modelo estão devidamente apresentados e discutidos em Santos *et al.* (2015) e Torres *et al.* (2016). A acurácia de reconhecimento foi avaliada em variados ambientes com ruídos aditivos, uma

vez que essa robustez a ruídos seria importante para o uso do jogo em sala de aula. Resultados mostraram que o modelo neural se comportou de forma robusta, com o ruído exercendo pouca influência sobre o reconhecimento, o que garantiu o uso do jogo nas dinâmicas de sala de aula sem maiores intercorrências.

A Tabela 3 traz as regras para uso das habilidades do herói contra os dragões. Se o inimigo usar o escudo, a escolha da habilidade depende da proposição do Mestre dos Cálculos.

**Tabela 3** – Regras para o uso das habilidades dos heróis contra os dragões.

Habilidades	Vence	Perde
espada	cura do dragão	mordida e escudo
escudo	mordida do dragão	cura e escudo

Habilidades	Vence	Perde
magia	escudo do dragão	cura e mordida
cura	escudo do dragão	magia e mordida

**Fonte:** Autoria própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O jogo foi testado em três escolas do Estado de Sergipe, em turmas do ensino fundamental, totalizando 85 crianças. Os alunos deram notas para os seguintes elementos do jogo:

1. Regras;
2. Cenário;
3. História e Personagens;
4. Interface Gráfica;
5. Música;
6. Dificuldade;
7. Diversão.

As 85 crianças que participaram da experimentação estavam divididas em:

- 13 crianças do 5º ano do Colégio Estadual Professora Judite Oliveira (Aracaju/SE), com idades entre 11 e 14 anos (a idade avançada de alguns alunos é uma condição ainda comum em escolas públicas);
- 51 crianças do 6º ano do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (São Cristóvão/SE);
- 21 crianças do 7º ano do Colégio Tobias Barreto (Aracaju/SE).

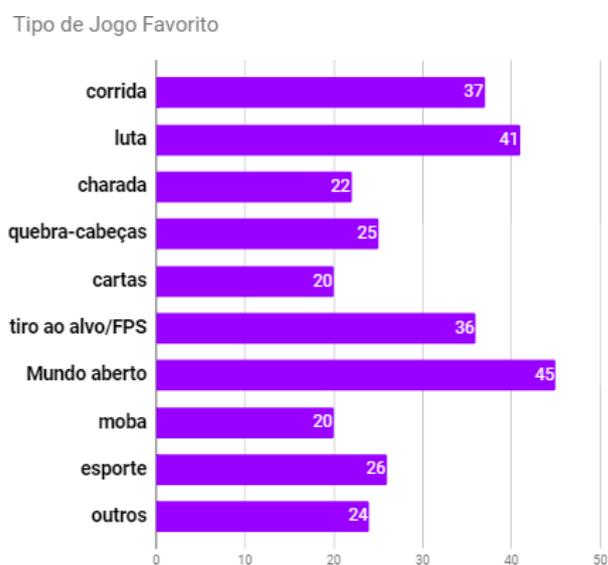
Ao final, foi traçado o perfil das crianças em relação ao acesso à tecnologia, gosto por matemática e tipo de jogo preferido. Um outro conjunto de testes foi realizado de modo a avaliar a adequação do jogo enquanto ferramenta didática para o Ensino da Matemática. Neste caso, 20 graduandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe foram voluntários. Os cenários de aplicação das dinâmicas nas escolas e na Universidade ocorreu conforme descrito:

1. Colégio Estadual Professora Judite Oliveira. O teste seria realizado no laboratório de informática do colégio, adaptando-se o jogo para 30 computadores com sistema operacional *Linux*, mas devido a uma intercorrência de última hora com a administração do sistema informático, não foi possível utilizar os computadores. O teste prosseguiu através do compartilhamento de dois dispositivos Android de uso pessoal entre os alunos da turma, com devida explicação do jogo e do questionário que se esperava que as crianças respondessem após jogar.
2. Colégio de Aplicação da UFS. O jogo foi aplicado em duas turmas do sexto ano, totalizando 51 crianças de 10 a 13 anos de idade durante a aula de matemática. O colégio também apresentou problema no laboratório de informática, o qual se encontrava em desuso. Porém, a escola possui *wifi* em toda sua extensão e a maioria dos alunos do colégio possuem smartphones. Com isso, foi pedido que os alunos realizassem o download do jogo nos próprios aparelhos. Após testarem o jogo, os alunos responderam ao questionário de familiaridade com a tecnologia, interesse em jogos e matemática, além de darem o feedback sobre o jogo e sugestões de melhorias baseado no que elas esperam dos jogos eletrônicos do mercado.
3. Colégio Tobias Barreto. O jogo foi aplicado em uma turma do sétimo ano, com 21 alunos, e idades variando entre 12 e 15 anos, no laboratório de informática do mesmo. Após testarem o jogo, os alunos responderam ao questionário sobre o jogo e sua familiaridade com a tecnologia.
4. Universidade Federal de Sergipe. O jogo foi avaliado por 20 graduandos do curso de Licenciatura em Matemática de um grupo de pesquisa da Universidade Federal de Sergipe. O propósito do teste foi obter o feedback dos futuros possíveis professores de matemática que provavelmente farão uso de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) dentro da sala de aula. Foi observado que eles carecem de jogos eletrônicos na área de matemática para computadores pessoais e os jogos que eles utilizam (quando o fazem), são jogos de tabuleiro em geral, a exemplo do Geogebra. Os alunos avaliaram em qual(is) série(s) eles poderiam aplicar o jogo baseado em suas práticas de aula. A conclusão foi de que o jogo pode ser aplicado até o 7º ano do ensino fundamental, uma vez que até lá ainda existe uma deficiência na base matemática dos alunos. Os graduandos demonstraram interesse na criação de conteúdo educativo direcionado para os tipos de problemas encontrados na matemática como: (a) Problemas de Reconhecimento - Exercícios de identificação de propriedades, conceitos, definições, (b) Problemas de Algoritmos - Exercícios que visam “treinar” uma habilidade

específica qualquer como operações, expressões, etc., (c) Problemas-Padrão - Problemas imediatos como fixação, e que requerem a aplicação dos algoritmos das 4 operações fundamentais, (d) Problemas-processo - A solução não está diretamente explícita em seu enunciado, e não depende de aplicação automática de algum algoritmo prévio.

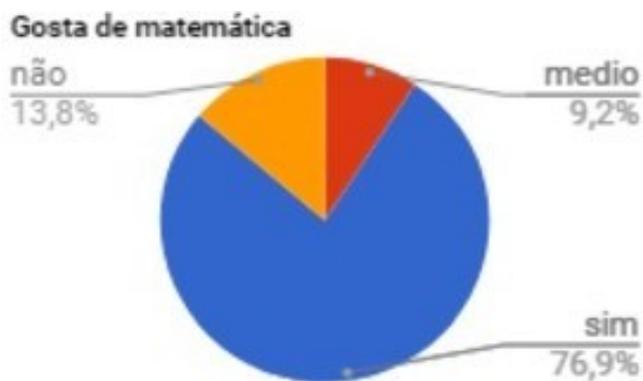
As figuras a seguir retratam o perfil dos jogadores, obtidos a partir da análise das respostas aos questionários aplicados. A Figura 3 retrata o tipo de jogo favorito, destacando-se os jogos de mundo aberto (exploração e aventura como *GTA* e *Minecraft*) e jogos de luta e corrida (ação). Na Figura 4, tem-se o demonstrativo dos alunos que gostam de matemática (76.9%).

**Figura 3** – Respostas dos alunos sobre tipo de jogo favorito.



Fonte: Autoria própria.

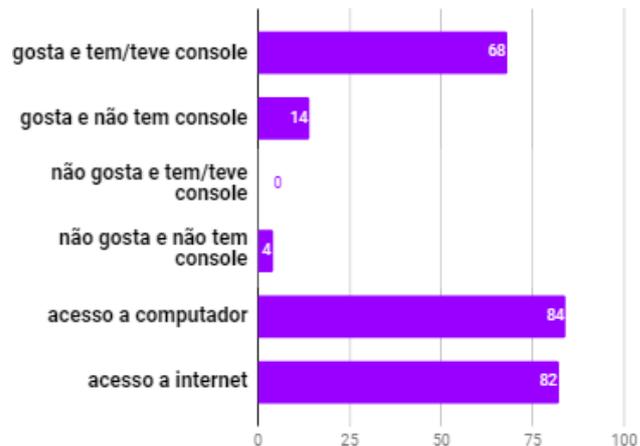
**Figura 4** – Respostas dos alunos sobre gosto pela matemática.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 5 mostra que essas crianças têm mais acesso à computador do que a consoles. Todos aqueles que tem ou tiveram console gostam do mesmo, todos aqueles que não gostam, não tiveram, e alguns que não tiveram gostariam de ter.

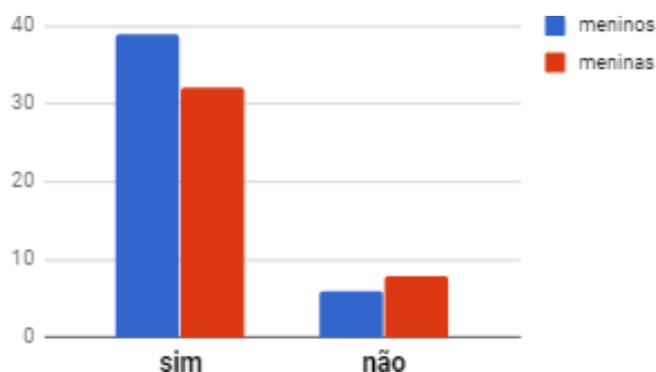
**Figura 5** – Respostas dos alunos sobre acesso a consoles, computadores e internet.



**Fonte:** Autoria própria.

A Figura 6 mostra quantos alunos tem interesse genuíno no aprendizado, através de jogos eletrônicos na sala de aula: 83.5% foram a favor do uso de jogos educativos na sala. Foi observado que os alunos que votaram contra a metodologia, também disseram não gostar de matemática.

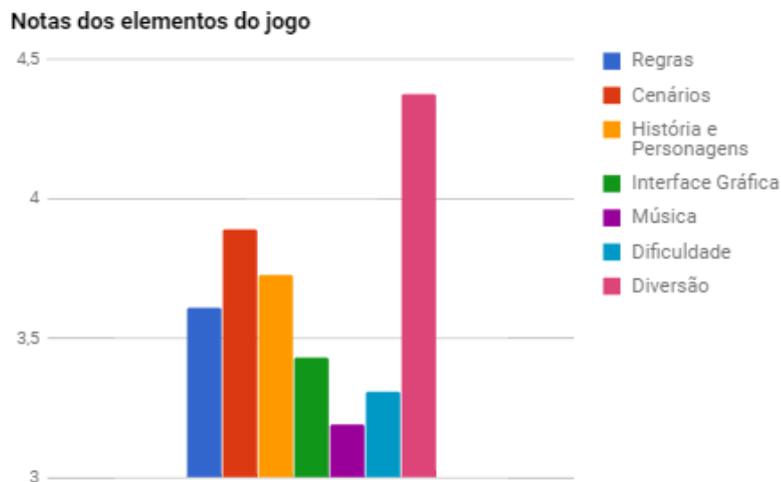
**Figura 6** – Respostas dos alunos sobre interesse em aprender através de jogos eletrônicos.



**Fonte:** Autoria própria.

A Figura 7 representa as notas de 1 a 5 que os alunos atribuíram aos 7 elementos do jogo Cálculo de Aventura relacionados no início desta seção. A Música recebeu a nota mais baixa, e é preciso mencionar que não foi possível ouvi-la na maioria dos testes devido ao barulho da sala de aula. A Dificuldade foi o elemento com a segunda menor nota, ou seja, os alunos acharam o jogo relativamente fácil. Isso ocorreu pois, em média, a idade e conhecimento dos alunos era avançado para o conteúdo do jogo. Ainda assim, o elemento Diversão obteve média expressivamente alta, 4,38., um indício de sucesso da mecânica planejada, incluindo-se aí, possivelmente, certa influência do uso de comandos vocais. No geral, todos os elementos obtiveram média maior que 3,0, o que pode ser considerado um bom resultado.

**Figura 7** – Nota média dos alunos sobre cada elementos do jogo.



**Fonte:** Autoria própria.

Por fim, os alunos também fizeram algumas sugestões de melhoria, que foram compiladas na lista a seguir:

1. Opção multijogador;
2. Adicionar personagens, habilidades, loja com itens (armas e armaduras que melhorem habilidades, roupas cosméticas), disponibilizar bônus de tempo e aumento do poder de ataque;
3. Elaborar o design dos dragões de cada fase;
4. Permitir escolha de sequência de fases, com final único por sequência escolhida;
5. Implementar configuração dos tipos de desafios matemáticos;
6. Armazenar pontuação por equação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo tratou do desenvolvimento e avaliação de um jogo educativo para o ensino da matemática para crianças a partir de 9 anos. Considerando que o interesse das crianças pelo uso de jogos em dispositivos móveis tais como tablets e smartphones é alto, o jogo foi projetado para uso nessas plataformas. O uso de comandos vocais como mecânica de jogo também foi um fator preponderante de seu desenvolvimento e, de certa forma, inovador. Vale ressaltar que o modelo de reconhecimento de voz foi projetado, calibrado, treinado e testado pela própria equipe de desenvolvimento que domina, portanto, toda a tecnologia utilizada e, assim, possui autonomia para abarcar novos comandos vocais e para integrá-la em novos jogos de perfil semelhante.

Entrevistas conduzidas com especialistas em game design, outrora envolvidos diretamente no projeto de jogos famosos, ajudaram na reflexão sobre aspectos importantes de um jogo desse tipo, tais como: interface, narrativa, mecânica de jogo e gameplay. Ao mesmo tempo, forneceu subsídios para uma análise técnica

consubstanciada sobre jogos eletrônicos que exploram o conteúdo da matemática e foram desenvolvidos para dispositivos móveis.

Essa etapa do método permitiu que o projeto do jogo Cálculo de Aventura evitasse "armadilhas" e potencializasse funcionalidades, incluindo o uso de reconhecimento dos comandos vocais.

A etapa de aplicação do jogo nas salas de aula das escolas mostrou ótima receptividade por parte dos alunos, mostrando que mais de 80% deles são favoráveis a adoção da prática. A avaliação dos 7 elementos de jogo, Regras, Cenário, História e Personagens, Interface Gráfica, Música, Dificuldade e Diversão, obteve avaliação média geral de aproximadamente 75%, com destaque para o aspecto Diversão.

Trabalhos futuros miram novos experimentos com modelos de aprendizado de máquina, especialmente aqueles que permitem o reconhecimento de construções sintáticas mais complexas, como frases, a fim de expandir as possibilidades de interação com a interface. Uma das arquiteturas neurais em estudo é a rede *Transformer* (SALAZAR; KIRCHHOFF; HUANG, 2019), a mesma que equipa o *ChatGPT*, *BERT* e outros modelos de linguagem que representam o estado da arte em Processamento de Linguagem Natural. Naturalmente, pretende-se ainda expandir e atualizar o método de aplicação das dinâmicas em sala de aula após a confecção de uma nova versão com as melhorias identificadas.

## Cálculo de Aventura: a game with voice commands to stimulate children's interest in mathematics

### ABSTRACT

There is still a lack of data for educational games in regards to players' learning. Also game design has problems in the mechanics and contextualization of educational content. There are two aspects that need to be considered when proposing a game of this type: the educational element and the entertainment element. This work describes the development of the game Cálculo de Aventura, which carefully explored both aspects in a balanced way. A large study on game design elements has been conducted. The game mechanics also added a third innovative aspect as an extra element of motivation: gameplay includes small voice commands. The game consists in a turn-based RPG for children aged 9 and up, whose challenges are related to the four basic mathematical operations. The game has been applied in classroom dynamics in some public schools in the State of Sergipe. A total of 85 children took part in the practice. A technological profile of these students was also traced. Another set of tests was carried out in order to assess the suitability of the game as a didactic tool for teaching Mathematics. In this case, 20 undergraduate students from the Mathematics course at the Federal University of Sergipe participated as volunteers.

**KEYWORDS:** Educational game. Mathematics. Game Design. Fun. Voice commands.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e FAPITEC-SE pelo suporte financeiro [Edital CAPES/FAPITEC/SE No 11/2016 - PROEF, Processo 88887.160994/2017-00].

Os autores agradecem ainda ao CNPq pela bolsa de produtividade de Hendrik Macedo [DT-II, Processo 304738/2020-4].

## REFERÊNCIAS

A3BGAMELAB. Jogos infantil matemática. **Amazon**, 2017. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/a3BGameLab-Jogos-Infantil-Matem%C3%A1tica/dp/B00X2RJ2FM>. Acesso em: dez. 2022.

AARSETH, E. Playing Research: Methodological approaches to game analysis. **Artnodes**, n. 7, p. 4-14, 2007.

ALBUQUERQUE, R. M; FIALHO, F. A. P. Concepção de jogos eletrônicos educativos: Proposta de processo baseado em dilemas. *In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT*, 8., Rio de Janeiro, 08 a 10 out. 2009. [Anais...] Rio de Janeiro, RJ: [S. n], 2009.

ANTONI SOFT GROUP. Truques Matemáticos. 2023. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=example.matharithmetic>. Acesso em: dez. 2022.

BABY CORTEX. Math Run. 2017. Disponível em: <https://baixarparaandroid.com/apk/com.babycortex.google.mathRun/>. Acesso em: dez. 2022.

CAMERAPPS. Tabuada de multiplicar. 2018. Disponível em: <https://camerapps-multiplication-table.br.uptodown.com/android>. Acesso em: dez. 2022.

COSTA, L. D. O que os jogos de entretenimento têm que os jogos educativos não têm. *In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT*, 8., Rio de Janeiro, 08 a 10 out. 2009. [Anais...] Rio de Janeiro, RJ: [S. n], 2009.

DIAS, R. **Introdução ao desenvolvimento independente de jogos**. 2016. Disponível em: <http://www.producaodejogos.com>. Acesso em: dez. 2022.

DESURVIRE, H.; CAPLAN, M.; TOTH, J. A. Using heuristics to evaluate the playability of games. **CHI '04 - Human Factors in Computing Systems**, Viena, p. 1509-1512, abr. 2004. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/985921.986102>. Acesso em: jan. 2023.

FARIA, L. C. de; OLIVERIA, P. L. L. M. G. de. O jogo eletrônico como estímulo de aprendizagem musical. **Colloquium Humanarum**, v. 8, n. Especial, p. 952-968, jul./dez. 2011.

COOLMATHGAMES.COM. Coolmath Games Fun Mini Games. 2021. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.coolmath\\_games.coolmath](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.coolmath_games.coolmath). Acesso em: jan. 2023.

GIANT, V. **Number Knight**. 2017. Disponível em: <https://apkpure.com/number-knight/com.vermiliongiant.numberknight>. Acesso em: jan. 2023.

HYPERDIMSOFT. Exercício de matemática. 2014. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hyperdimsoft.hyperdimbrain&hl=pt>. Acesso em: jan. 2023.

INTELLIJOY. Educational Games for Kids. Kids Numbers and Math. 2023. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=zok.android.numbers>. Acesso em: jan. 2023.

JUMPSTART GAMES. Math Blaster HyperBlast 2 Free. 2018. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.KnowledgeAdventure.HyperBlast2HDFree>. Acesso em: jan. 2023.

KIM, W. I. **Jogo de matemática (math game)**. 2017. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kwi.kwimultipleeducation>. Acesso em: jan. 2023.

TURTLE LABS. Desafio Matemático. 2019. Disponível em: <https://apkpure.com/br/math-challenge-free/com.turtlelabs.DesafioMatematico-Free>. Acesso em: jan. 2023.

LEHOVETZKI, N. **AB math Lite**. 2023. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.lehovetzki.ABMathlite>. Acesso em: jan. 2023.

LEITE, P. S.; MENDONÇA, V. G. Diretrizes para game design de jogos educacionais. *In*: SBGAMES - BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT, 2013. **Anais [...]** [S. l.]: Proceedings of SBGames, 2013. p. 132-141.

MACHADO, R. S. Fator diversão na produção de um jogo eletrônico educativo. *In*: SBGAMES - BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT, 2014. **Anais [...]** [S. l.]: Proceedings of SBGames, 2014.

MATHSFRAME. Bubble Pop Multiplication. 2023. Disponível em: <https://mathsframe.co.uk/en/resources/resource/245/Bubble-Pop-Multiplication>. Acesso em: jan. 2023.

ODDROBO SOFTWARE AB. Rei da Matemática Jr. 2022. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.oddrobo.komjfree>. Acesso em: jan. 2023.

PEAKSEL GAMES. Jogo de Matemática vs Undead. 2020. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mathvszombies.mathgame>. Acesso em: jan. 2023.

PEAKSEL GAMES. Zeus vs Monsters. 2020. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zeusvsmonsters.coolmathgamesforkids>. Acesso em: jan. 2023.

PETRY, A. S. *et al.* Parâmetros, estratégias e técnicas de análises de jogo: o caso a mansão de quelícera. *In*: SBGAMES - BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT, 2013. **Anais [...]** [S. l.]: Proceedings of SBGames, 2013.

POLYCHROME. Math for kids 3. 2017. Disponível em: <https://apkpure.com/br/math-for-kids-3/com.polychrome.mathkids3>. Acesso em: jan. 2023.

SALAZAR, J.; KIRCHHOFF, K.; HUANG, Z. Self-attention networks for connectionist temporal classification in speech recognition. *In*: ICASSP 2019-2019 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, 2019. **Anais [...]** [S. l.]: IEEE, 2019. p. 7115-7119.

SANTOS, R. M. *et al.* Speech recognition in noisy environments with convolutional neural networks. *In*: BRAZILIAN CONF. ON INTELL, SYSTEMS (BRACIS), 2015, Natal. **Anais [...]**: Natal, RN: [S. n.], 2015. p. 175-179.

STANDY SOFTWARE. Jogos de Matemática. 2023. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.astepanov.mobile.mindmathtricks&hl=pt>. Acesso em: jan. 2023.

TEACHERSPARADISE.COM. Math Practice. 2017. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.teachersparadise.mathpractice>. Acesso em: jan. 2023.

MAKKAJAI. MonsterMath. 2023. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.makkajai.monstermath2free&hl=pt>. Acesso em: jan. 2023.

TONDORF, D. F.; HOUNSELL, M. S. Constructs and Outcomes of Fun in Digital Serious Games: The State of the Art. **Journal on Interactive Systems**, v. 13, n. 1, p. 386-399, 2022.

TORRES, E. S. *et al.* Redes Neurais convolucionais no reconhecimento de fala em português para jogos em plataformas móveis. *In*: SBGAMES - BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GAMES AND DIGITAL ENTERTAINMENT, 2016. **Anais [...]** [S. l.]: Proceedings of SBGames, 2016.

XU, P. *et al.* Solutions to cognitive (over) load in game-based learning using learning experience design for K-12 education: a review of the literature. 53 fls. 2016. Thesis (Masters of arts) - University of Texas at Austin, 2016.

**Recebido:** abril 2023.

**Aprovado:** junho 2023.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v7n3.16951>.

**Como citar:**

TORRES, E. S.; MACEDO, H. T.; COX, K. K. Cálculo de Aventura: um jogo com comandos de voz para estimular o interesse das crianças pela matemática. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 7, n. 3, p. 44-63, set./dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/16951>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Hendrik Teixeira Macedo

Universidade Federal de Sergipe. Avenida Marcelo Déda Chagas, s/n, Rosa Elze. São Cristóvão, São Sergipe, Brasil.

**Direito autoral:**

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

