

Jogos digitais no universo da Educação Matemática: em foco a Educação Financeira

Digital games in the universe of Mathematics Education: focus on Financial Education

Sabrina Alves-Pereira¹

Bianca Alves-Pereira²

Patricia Rosana Linardi³

RESUMO

Esta pesquisa visa discutir sobre análise e desenvolvimento de jogos digitais relacionados com a Matemática do Ensino Fundamental e seus Registros de Representação Semiótica e apresentar o protótipo do jogo digital matemático desenvolvido com contexto da Educação Financeira. Fundamentado em Rodrigues (2014) e Duval (2006, 2012), consistiu nos seguintes procedimentos: escolha de jogos digitais matemáticos para análise de características gerais como Campos de conteúdos; potencialidades e desafios de Aspectos Técnicos e Pedagógicos; análise dos Campos de conteúdos quanto a estes aspectos; e desenvolvimento do protótipo de um jogo digital, com base também em Morais (2003). Foram então analisados 104 jogos obtidos de plataformas que são definidas ou não como educativas e foi desenvolvido o protótipo digital do 'Universo Financeiro' semelhante a um jogo de tabuleiro, com enredo de narrativa ficcional. Espera-se assim, contribuir para uso, análise e desenvolvimento de jogos digitais educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Matemática. Jogos digitais. Ensino Fundamental. Educação Financeira. Registros de Representação Semiótica.

¹ Universidade Federal de São Paulo. E-mail: alves-pereirabs@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7961-8828>.

² Universidade Federal de São Paulo. E-mail: alves.pereirabs@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2229-4049>.

³ Universidade Federal de São Paulo. E-mail: patriciallinardi@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6249-418X>.



ABSTRACT

This research aims to discuss about analysis and development of digital games related to Elementary School Mathematics and its Registers of Semiotic Representation and to present the prototype of the mathematical digital game developed in the context of Financial Education. Based on Rodrigues (2014) and Duval (2006, 2012), it consisted of the following procedures: choice of mathematical digital games to analyze general characteristics such as content Fields; potentialities and challenges of Technical and Pedagogical Aspects; analysis of the content Fields regarding these aspects; and development of a digital game prototype, also based on Morais (2003). 104 games obtained from platforms that are defined or not as educational were then analyzed and the digital prototype of the 'Universo Financeiro' was developed, similar to a board game, with a fictional narrative plot. Thus, it is expected to contribute to the use, analysis and development of educational digital games.

KEYWORDS: Mathematical Education. Digital games. Elementary School. Financial Education. Registers of Semiotic Representation.

Apresentação da temática

O presente artigo tem como objetivo discutir sobre análise e desenvolvimento de jogos digitais relacionados com a Matemática do Ensino Fundamental e seus Registros de Representação Semiótica e apresentar o protótipo do jogo digital matemático com contexto da Educação Financeira a partir da pesquisa de Dissertação da primeira autora (ALVES-PEREIRA, 2020), realizada com a orientação da Professora Dra. Patricia Rosana Linardi e com a colaboração de Bianca Alves Pereira.

A Dissertação trata de um contexto de consideração da complexidade da linguagem Matemática, que por ser própria pode gerar dificuldades entre os estudantes da escolarização básica, como é evidenciada em avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (BRASIL, 2019). No qual foi observado que, ao analisar na perspectiva internacional, aproximadamente 68% dos estudantes brasileiros não atingiram nem o nível 2 na área de matemática, sendo que para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BRASIL, 2019), esse é considerado o nível básico de proficiência esperado.

Assim, Santos e Bertinello (2012) enfatizam que a busca constante por soluções para o insucesso de vários discentes no contexto do ensino de matemática, contribuem para o aumento das potencialidades das tecnologias voltadas a esse campo do conhecimento. Além do destacado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1997, 1998) desde 1997 e mais recentemente, enfatizada também pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), sobre a importância das tecnologias digitais e da computação em todos os níveis de ensino.

Vale destacar também as metodologias ativas, definidas por Valente (2017), como alternativa pedagógica, na qual o estudante assume uma postura mais participativa em diversas abordagens, por exemplo, em 'aprendizagem por meio de jogos', também enfatizadas, desde 1997, nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1997, 1998).

Assim, unindo esses campos de tecnologias e jogos no ensino, há também as potencialidades dos jogos digitais educacionais, com crescente utilização, segundo Rodrigues (2014), com intuito motivacional, dinâmico e participativo para o processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, Duval (2013) ressalta o poder de visualização possibilitado por essas tecnologias, em todas as áreas do conhecimento. Também por serem permitidas transformações de representações produzidas na tela.

Ainda sobre representações, na Base Nacional Comum Curricular é enfatizado que:

As competências que estão diretamente associadas a representar pressupõem a elaboração de registros para evocar um objeto matemático. Apesar de essa ação não ser exclusiva da Matemática, uma vez que todas as áreas têm seus processos de representação, em especial nessa área é possível verificar de forma inequívoca a importância das representações para a compreensão de fatos, ideias e conceitos, uma vez que o acesso aos objetos matemáticos se dá por meio delas (BRASIL, 2018, p. 529).

Para Duval (2013), trabalhar com auxílio do computador, permite uma inovação tecnológica que gera interesse e benefícios pedagógicos dos ambientes informatizados para o ensino de matemática.

Desta forma, percebendo-se potencialidades e desafios de aspectos técnicos e pedagógicos e o potencial visual dos jogos digitais para explorar diferentes registros e transformações de representações dos objetos matemáticos, o objetivo geral da Dissertação (ALVES-PEREIRA, 2020) foi 'Analisar jogos digitais para o ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental e desenvolver um protótipo⁴ de um jogo digital matemático com contexto da Educação Financeira'.

Ao falar sobre tecnologia, considerando as novas gerações que têm contato, desde muito cedo, com computadores, celulares e com a internet, destaca-se o que Rodrigues (2014) afirma de que este público não se contenta apenas em aprender

⁴ Versão preliminar destinada a ser testada e aperfeiçoada.

de forma expositiva. Acrescenta que o que acontece é que com a chegada do século XXI, os recursos digitais alcançaram a educação.

Assim, foi gerado, de acordo com Santos (2011), uma nova forma de interatividade, por meio de materiais virtuais interativos que são aqueles que possibilitam ao usuário interagir nas telas mostradas, seja por meio da movimentação de pontos, figuras ou pela introdução de dados e obtenção de uma resposta ou *feedback*.

Nesse sentido, o jogo digital é um tipo de Tecnologia interativa conforme Tori (2010), que quando na Educação, buscando auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, é definido por Rodrigues (2014) como jogos digitais educacionais.

Em um caso mais particular, na matemática, em uma breve revisão da literatura sobre análise e desenvolvimento de jogos digitais matemáticos, foram identificados 35 trabalhos entre os anos de 2010 e 2019.

Nesses trabalhos, foram obtidas conclusões como as de que os jogos digitais podem despertar interesse e motivação (MEDEIROS, 2015); aproveitar para o aprendizado o jogo que, muitas vezes, já faz parte da realidade dos estudantes (SANTOS, 2014); explorar os jogos para enfrentamento de dificuldades de aprendizagem (MORGADO, 2018); também para desenvolver atitudes mais proativas dos alunos, por meio de interatividade com o jogo (RUBI, 2012).

Todas essas características dos jogos digitais permitem aos estudantes-jogadores⁵, de acordo com Santos (2011) ampliar o aprendizado além do ler ou assistir, mas também para o 'fazer e interagir', ou seja, para uma instância mais ativa do jogador. Conforme esse autor, isso difere o jogo digital de outras mídias, pois o estudante-jogador deve se reconhecer como tendo papel crucial na aquisição do próprio conhecimento.

Alguns aspectos teóricos

Para refletir sobre essas ideias, a Dissertação foi fundamentada, principalmente, em referenciais como Rodrigues (2014) e Duval (2006, 2012).

Com Rodrigues (2014), discutiram-se Aspectos Técnicos e Pedagógicos de jogos digitais educacionais, enfatizando que são características interligadas, pois em jogos educacionais um mesmo aspecto é técnico e pedagógico.

Então, na Dissertação, relacionando ainda aos Aspectos Técnicos e Pedagógicos, aliadas às interfaces de jogos digitais que potencializam a exploração

⁵ Termo utilizado por Alves-Pereira (2020) para referir-se aos estudantes como jogadores de games educacionais.

de diferentes representações (também de conteúdos matemáticos), verificou-se a possibilidade de aproximação com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval. Duval (2006, 2012) nesta sua teoria enfatiza a importância de se trabalhar objetos matemáticos por diferentes Registros e também Transformações, na forma de Tratamento e Conversão.

Tratamento, são as 'transformações' de um registro de representação semiótica em outro, mantendo-se em um mesmo registro, como a resolução de uma equação (DUVAL, 2006). E a Conversão, são as 'transformações' entre dois registros de representação semiótica diferentes, mas de um mesmo objeto matemático, que poderá conservar a totalidade ou apenas uma parte do registro dado como ponto de partida, como por exemplo, a transformação de uma função de seu registro algébrico em seu respectivo registro gráfico (DUVAL, 2006).

Essas 'transformações' são consideradas pelo autor, essenciais para que seja possível aplicar conhecimentos matemáticos em situações totalmente diferentes daquelas vistas em sala de aula.

Com base nessa teoria, destacam-se diferentes Registros que podem ser observados no estudo de um objeto matemático, como Registro Figural (geométrico, gráfico, esquemas, ilustração/figuras), Registro Simbólico (aritmético e algébrico) e Registro na Língua natural (escrita ou oral) e possíveis Transformações (Tratamentos e Conversões), entre estes.

Procedimentos metodológicos

A partir dessas considerações iniciais, a estrutura metodológica projetada em vista dos objetivos definidos consistiu em uma abordagem qualitativa e para uma visão geral dos 104 jogos analisados, foi complementada com dados quantitativos, agrupando informações, apresentando-as nas formas de tabelas, quadros, gráficos e figuras e discutindo-se os resultados obtidos, em que:

Na Fase 1, foram escolhidas quatro plataformas de jogos digitais para serem analisados seus jogos que contemplem conteúdos de Matemática do Ensino Fundamental.

Para tanto, foram definidas plataformas gratuitas de jogos para computador que as autoras já conheciam ou sugeridas por professores ou ainda, que identificaram em sites ao longo da pesquisa.

Sobre os jogos digitais matemáticos de cada plataforma, foram identificadas características gerais (os que possuem *links* ativos, o nome do jogo e Campos de conteúdos).

Os Campos de conteúdos consistiram na identificação de conteúdos matemáticos centrais de cada jogo, sendo definidos, conforme Quadro 01:

Quadro 01 – Campos de conteúdos nos quais os jogos digitais foram classificados

Nome do Campo de conteúdos	Característica
Contagem e operações básicas	Contagem, frações, algarismos romanos e aritmética
Financeiro	Matemática financeira e sistema monetário
Generalização	Padrões, equações, transição da aritmética para a álgebra
Geométrico	Espaço/localização/posição e formas geométricas
Sistemas métricos	Grandezas e medidas
Tratamento da informação	Estatística, tabelas, gráficos, planilhas e porcentagens

Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020).

Na Fase 2, foram, com base em Duval (2006, 2012) e Rodrigues (2014), definidos e analisados Aspectos Técnicos e Pedagógicos de cada jogo digital matemático que possuía *links* ativos, conforme Quadro 02:

Quadro 02 – Aspectos Técnicos e Pedagógicos nos quais os jogos digitais foram classificados

Nome do Aspecto Técnico e Pedagógico	Característica
Gênero	Gênero do jogo: Ação (gera um resultado, além de uma mensagem ‘certo’ ou ‘errado’ e quando exige reflexos rápidos); Aventura (personagem se movimenta enfrentando obstáculos e obtendo recompensas); Corrida (apostar corrida com outros); Estratégia (várias possibilidades de respostas e jogos de memória); Puzzle (arrastar ou ordenar objetos; labirinto e quebra-cabeça); Quiz (perguntas e respostas que geram uma mensagem de ‘certo’ ou ‘errado’), baseados nas classificações apresentadas por Battistella (2016).
Publicidade	Há publicidade no início ou durante o jogo: Sim (o jogo inicia ou é interrompido por algum anúncio); Não (o jogo não inicia nem é interrompido por algum anúncio).
Aleatório	Jogo reinicia com dados aleatórios: Sim (o jogo é o ‘mesmo’, mas com informações diferentes); Não (o jogo é o mesmo, com informações iguais).
Explicação	Apresenta explicação ou <i>links</i> dos conteúdos envolvidos no jogo: Sim (o jogo disponibiliza ou sugere links sobre os conteúdos matemáticos abordados); Não (o jogo não disponibiliza nem sugere links sobre os conteúdos matemáticos abordados).
Feedback	<i>Feedback</i> do jogo fornece a resposta correta: Sim (o <i>feedback</i> fornece resposta correta); Não (o <i>feedback</i> não fornece resposta correta). Foi considerado que fornece a resposta correta quando é fornecida logo após o erro, ou ao final de um número limitado de tentativas ou ainda, se deve jogar até acertar.
Registro ou transformação	Jogo apresenta Registro ou Transformações de registros de representação semiótica: Registro (apenas); e Transformações na forma de Tratamento (apenas); Conversão (apenas); Tratamento e Conversão, baseadas na teoria de Duval (2006, 2012).

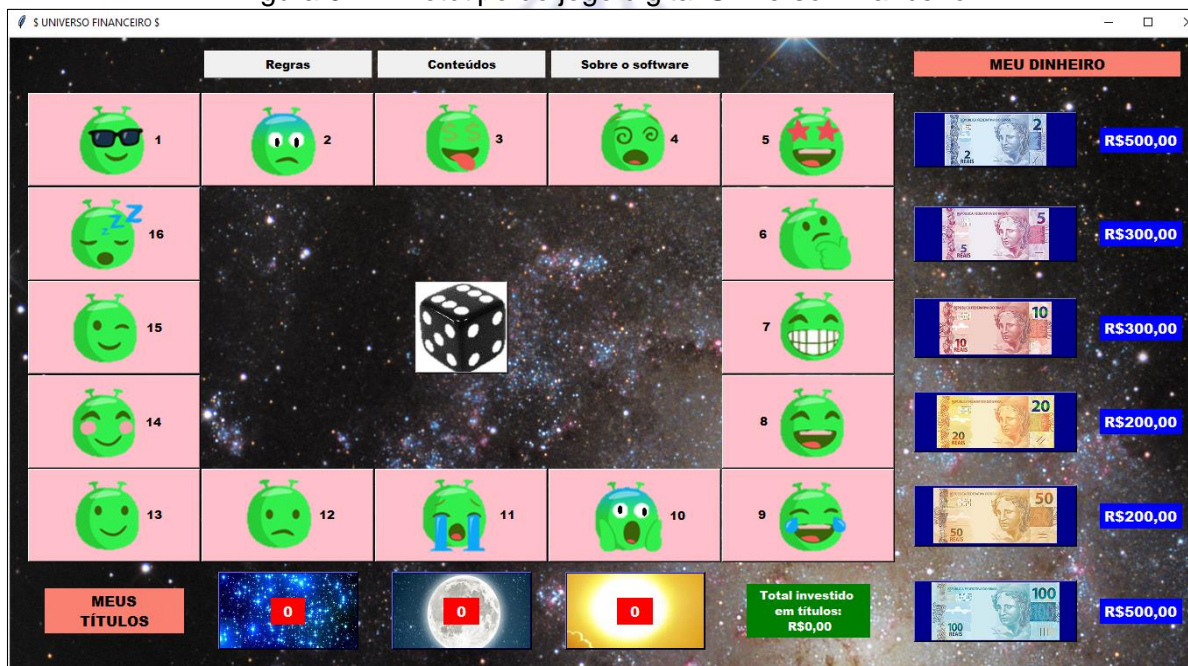
Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020).

Na Fase 3, foram analisados trabalhos acadêmicos relacionados a cada Campo de Conteúdos, sendo que os dados obtidos quanto aos Aspectos Técnicos e Pedagógicos foram apresentados em tabelas e destacadas importâncias de cada um desses campos. Foram também apresentados como exemplos, jogos dentre os

analisados e recortes desses mesmos jogos para aprofundamento da análise dos Registros de Representação Semiótica identificados.

E na Fase 4, foi realizado estudo da linguagem de programação *Python* (e sua biblioteca *Tkinter*) para o desenvolvimento do protótipo do jogo digital matemático nomeado de 'Universo Financeiro' (Figura 01), com enredo de narrativa ficcional considerando Aspectos Técnicos e Pedagógicos, com um olhar sobre diferentes Registros de Representação Semiótica.

Figura 01 – Protótipo do jogo digital Universo Financeiro



Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 127).

Este jogo digital desenvolvido foi inspirado no jogo de tabuleiro não digital, o 'Jogo de Perdas e Ganhos' (semelhante aos jogos Banco Imobiliário e Banco Monopólio) proposto na dissertação de Linardi (1998).

Para se pensar em um processo de desenvolvimento do jogo digital 'Universo Financeiro' também foi realizado um estudo com base no trabalho intitulado 'Software educacional: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula', de Moraes (2003). Resultou deste estudo, o planejamento da concepção ao desenvolvimento de um protótipo de um jogo digital, contemplando a definição dos objetivos e finalidades didáticas do jogo, dentre outras características (descritas na dissertação).

Um recorte dos resultados e discussões da fase de análise dos jogos

Na Fase 1, foram então escolhidas quatro plataformas (*Site* de games, *SmartKids*, *Escola Games* e *Jogalo*), nas quais foram identificados 104 jogos digitais com conteúdos Matemáticos que apresentavam *links* ativos.

Dentre estes 104 jogos analisados, foram encontrados apenas nove iguais entre as quatro plataformas, isto é, jogos repetidos que apareceram em mais de uma plataforma, com o nome igual ou diferente.

Percebeu-se que são inúmeras as plataformas com diversos jogos matemáticos disponíveis gratuitamente, mesmo naquelas que não se definem como plataformas educativas. Nesse contexto, faz-se necessário buscar meios de valorizar esses materiais de modo a poder utilizá-los em seu máximo potencial dentre os diferentes Campos de conteúdos da Matemática.

Então, foram também analisados o denominado Campos de conteúdos, definindo seis focos dos conteúdos matemáticos contemplados nesses jogos: dos 104 jogos, 44 (42%) foram definidos como contemplando o Campo de conteúdos de Contagem e operações básicas; 3 (3%) o Campo Financeiro; 37 (35%) o Campo de Generalização; 9 (9%) o Campo Geométrico; 8 (8%) o Campo de Sistemas métricos; e 3 (3%) o Campo de Tratamento da informação.

Vale destacar que dentre estes, encontram-se jogos para diferentes níveis de ensino e, de modo geral, são específicos sobre um conteúdo. Assim, tendo consciência do caráter parcial que jogos podem apresentar, pode ser interessante utilizar mais de um jogo sobre um mesmo assunto, podendo aproveitar dessa variedade para se trabalhar diferentes perspectivas de um mesmo conteúdo.

Na Fase 2, os 104 jogos também foram analisados conforme seis Aspectos Técnicos e Pedagógicos: Gênero, Publicidade, Aleatoriedade, Explicação (dos conteúdos), *Feedback* e Registro ou Transformação. E considerando que estes aspectos não qualificam nem desqualificam os jogos, mas apenas apresentam características que podem ser observadas na escolha e/ou no desenvolvimento de um jogo digital matemático, visando contribuir para o ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento, então, também foram discutidos Potencialidades e Desafios destes aspectos. Deste modo, busca-se incentivar a perspectiva de que a relevância em apresentar ou não cada uma dessas características, dependerá dos objetivos e propostas a que se pretende utilizar o jogo.

Cada jogo foi classificado dentre um dos seis gêneros: 26 (25%) jogos foram identificados como sendo do gênero Ação, 9 (9%) Aventura, 1 (1%) Corrida, 19

(18%) Estratégia, 15 (14%) Puzzle e 34 (33%) Quiz. Destacando, por exemplo, que, considerando que cada gênero exige diferentes ações do jogador, foi discutido sobre variar esses gêneros poder favorecer para manter o interesse do estudante em continuar jogando.

Também foram classificados quanto a Publicidade: 12 (12%) jogos foram identificados com publicidade no início ou durante o jogo e 92 (88%) sem publicidade. Destacando, sobre o incômodo que uma publicidade pode causar, mas ser uma forma que possibilita, por exemplo, o jogo ser disponibilizado de maneira gratuita.

Quanto a Aleatoriedade: 78 (75%) jogos foram identificados reiniciando com dados aleatórios e 26 (25%) que não reiniciam com dados aleatórios. Destacando algumas questões relacionadas à memória, por exemplo.

Sobre os jogos apresentarem *links* de acesso a Explicação dos conteúdos matemáticos abordados no jogo, 29 (28%) foram identificados como apresentando explicação de conteúdos e 75 (72%) que não apresentam explicação. Destacando, por exemplo, que se a proposta de utilização do jogo for como método avaliativo, sem a possibilidade de consulta, o jogo possuir tais explicações dos conteúdos pode dificultar sua utilização para tal finalidade.

Outro aspecto analisado refere-se ao *Feedback* fornecer ou não a resposta correta. Dos 104 jogos analisados, foram identificados 47 (45%) cujo *feedback* fornece resposta correta e 57 (55%) que não fornece resposta correta. Destacando, por exemplo, sobre respostas corretas serem importantes para que os estudantes-jogadores (que não tiverem ao lado algum responsável para fazer as devidas correções) não terminem o jogo sem perceberem o seu erro.

O sexto Aspecto Técnico e Pedagógico analisado em cada um dos 104 jogos foi o Registro ou Transformação, com base na teoria de Registros de Representação Semiótica, em que foram identificados se os conteúdos matemáticos abordados nos jogos foram apresentados com Registro (apenas) ou Transformações na forma de Tratamento ou na forma de Conversão ou em ambas as formas. Dos 104 jogos analisados, foram identificados 22 (21%) que apresentam apenas Registro de Representação Semiótica, 60 (58%) que apresentam Transformação na forma de Tratamento, 15 (14%) de Conversão e 7 (7%) de Tratamento e Conversão. Sendo que, conforme Duval (2012), trabalhar diferentes registros de representação possibilita o estudo de várias faces de um mesmo objeto matemático. Logo, pode-se utilizar mais de um jogo sobre um mesmo conteúdo para ter essa variação.

Na Fase 3, exemplos desses Registros e Transformações são apresentados na dissertação quando os dados de Aspectos Técnicos e Pedagógicos definidos de cada jogo foram agrupados em uma tabela por Campo de conteúdos. Sobre o Campo Financeiro, conforme Tabela 01, vale destacar que, com isso, percebe-se que diferentes jogos, ainda que relacionados a um mesmo Campo, apresentam Aspectos Técnicos e Pedagógicos distintos, não se restringindo um tipo de conteúdo a uma forma padrão de jogo.

Tabela 01 – Quantidade de jogos por categorias referentes ao Campo Financeiro

Categorias	Quantidades (n = 3)
GÊNERO	
Ação	0
Aventura	0
Corrida	0
Estratégia	2
Puzzle	0
Quiz	1
PUBLICIDADE	
Sim, há publicidade	0
Não há publicidade	3
ALEATORIO	
Sim, é aleatório ao reiniciar	3
Não é aleatório ao reiniciar	0
EXPLICAÇÃO	
Sim, há explicação de conteúdos	1
Não há explicação de conteúdos	2
FEEDBACK	
Sim, o <i>feedback</i> fornece resposta correta	1
Não, o <i>feedback</i> não fornece resposta correta	2
REGISTRO OU TRANSFORMAÇÃO	
Registro	0
Tratamento	1
Conversão	1
Tratamento e Conversão	1

Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 91).

Na Fase 3, também foram discutidas importâncias de cada Campo de conteúdos para a Educação Matemática. Por exemplo, sobre o Campo Financeiro, foi discutido sobre o tema de a Educação Financeira favorecer para serem utilizadas tecnologias nas aulas de matemática na Educação Básica (SILVA, 2016); também por ser uma maneira contextualizada de fornecer significado a vários conceitos de Matemática (SANTOS, 2008). Destacando-se também a importância social do tema no Brasil em que um estudo de 2017 da Estratégia Nacional de Educação Financeira evidenciou que os brasileiros estão distantes de adotarem hábitos que poderiam melhorar sua segurança financeira (ENEF, 2017). Além de ressaltado que, desde 2010, já existe um documento de orientações para Educação Financeira, que defende que os estudos deste tema devem começar no ensino regular (ENEF, 2010).

Em seguida, na dissertação, foi apresentado um exemplo, dentre os jogos analisados, que trabalham algum dos conceitos mencionados. Por exemplo, do Campo Financeiro, para estudar conceitos matemáticos relacionados ao sistema

monetário de compras e vendas, pôde ser identificado no jogo ‘Cantina Dona Maria’, jogo da plataforma *SmartKids*, ilustrado na Figura 02(a). E desse mesmo jogo, foi explicitado com recortes, exemplos de Registros e Transformações identificados, Figura 02(b) que aprofunda a análise desse jogo.

Figura 02 – (a) Jogo e (b) Exemplos de Tratamento (T) e Conversão (C)



Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020).

Por exemplo, identificou-se conversão do Registro na Língua natural (RLn) do enunciado do problema do jogo, para o Registro Simbólico (RS) aritmético/numérico da interpretação desse enunciado para a operação matemática. Neste jogo, também foi identificado Tratamento do RS aritmético/numérico da escrita da operação matemática, para o RS aritmético/numérico do resultado dessa operação. E também, Tratamento do RS aritmético/numérico do resultado, para o Registro Figural (RF) das cédulas do sistema monetário brasileiro.

Um recorte dos resultados e discussões da fase de desenvolvimento do jogo ‘Universo Financeiro’

Na Fase 4, para o desenvolvimento do protótipo do jogo digital 'Universo Financeiro', foi então escolhido o contexto da Educação Financeira, dada a importância do tema, também em relação a Educação Matemática, como destacado na discussão do Campo Financeiro e também, devido as potencialidades para trabalhar diferentes Registros de Representação Semiótica de objetos matemáticos pertinentes a Educação Financeira.

Em termos teóricos, com base em Moraes (2003) foi pensado o processo de desenvolvimento desse jogo e foi definido como apresentando a seguinte finalidade didática, ‘Aprender se divertindo por meio de um jogo, com enredo de narrativa ficcional acerca da Educação Financeira, explorando conteúdos matemáticos, por diferentes representações’. E com o objetivo de ‘Cumprir a missão de viagem a um planeta, fazendo escolhas que não levem a falência, possibilitando até mesmo o aumento da renda’.

Esse objetivo se deve a adaptação da narrativa-jogo apresentada no material de Coutinho e Padilha (2014a), livro do aluno do 6º ano. Coutinho e Padilha (2014b) disponibilizam também o livro do professor do 6º ano, no qual, destacam que:

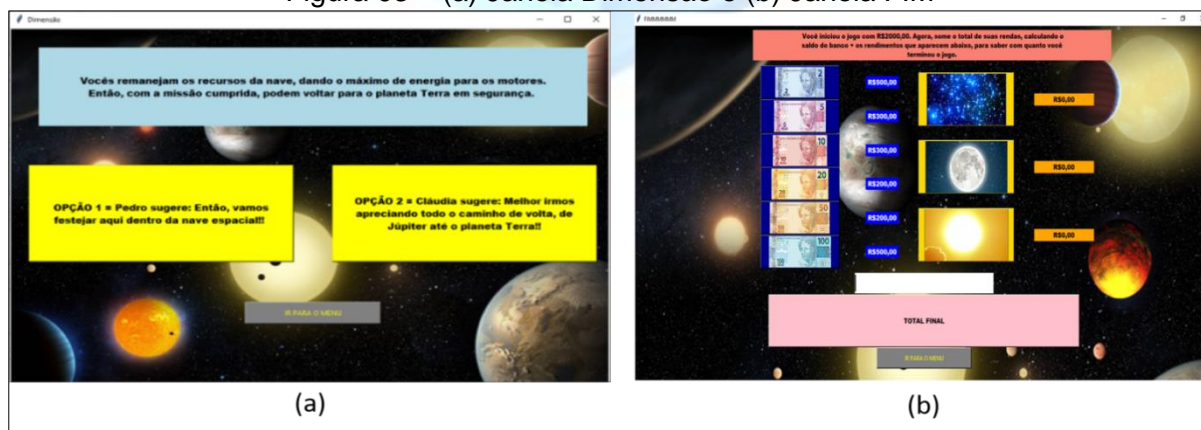
O livro pode ser utilizado pelo professor de qualquer matéria. O professor pode aproveitar para enriquecer o material acrescentando atividades específicas da sua disciplina. [...] Na disciplina de Matemática o livro possibilita que o trabalho privilegie o caráter construtivo do conhecimento matemático, permitindo ao aluno compreender e transformar sua realidade, desenvolver a capacidade de observar, estabelecer relações, argumentar matematicamente e relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras, escritas numéricas) e relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos (p.19).

Essa adaptação fornece diversos caminhos que dependem de escolhas do estudante-jogador, com algumas pequenas diferenças entre eles que geram distintos resultados para o final do jogo. Cada caminho apresenta o contexto da história e duas ou três opções (disponíveis nos campos amarelos nas janelas das Dimensões) que após escolhida uma, direcionam para a Dimensão seguinte.

Mas, no jogo 'Universo Financeiro', antes de esse direcionamento acontecer, deve-se jogar uma Forca, um Bingo, um Triozinho ou compra de Títulos de investimento, que são contextualizados com o enredo relacionado a opção escolhida de cada dimensão. Também contemplando conteúdos matemáticos relacionados à Educação Financeira e considerando os Aspectos Técnicos e Pedagógicos.

A Figura 03(a) exemplifica a janela das Dimensões e a Figura 03(b), a janela Fim, em que o estudante-jogador deve realizar a soma do saldo final no banco e de seus investimentos. O jogo se encerra aparecendo uma mensagem relacionada às suas escolhas financeiras ao longo do jogo que resumem se foi cumprida a missão.

Figura 03 – (a) Janela Dimensão e (b) Janela FIM

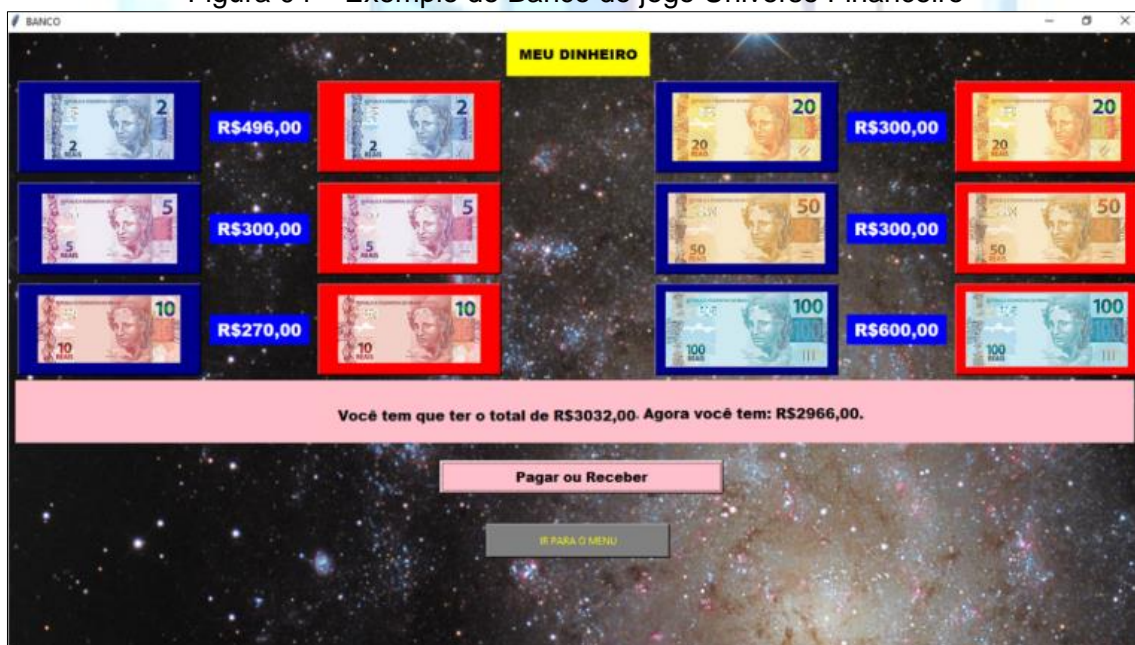


Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020).

Conforme os Aspectos Técnicos e Pedagógicos definidos, do mesmo modo como foram analisados os 104 jogos, o 'Universo Financeiro' foi classificado como um jogo do gênero Estratégia, que não apresenta publicidade; com informações e conteúdos aleatórios; que apresenta sugestões de *links* de livros e vídeos sobre os conteúdos matemáticos e de Educação Financeira abordados; não fornece *feedback* com resposta correta, porém ao final de cada jogada é gerado um arquivo com informações sobre o desempenho do estudante-jogador, de modo que pode ser utilizado para pensar próximos passos dos estudos. Contempla Transformações dos Registros dos objetos matemáticos tanto na forma de Tratamento quanto de Conversão.

De maneira breve, a seguir serão apresentados exemplos de telas do jogo. A Figura 04 exemplifica uma das janelas do Banco e nela aparece o valor que o estudante deve pagar, ou que deve receber. Por exemplo, se o estudante tiver R\$ 1350,00 e aparecer que o estudante deve pagar R\$ 50,00, mas o estudante escolher 4 cédulas de R\$ 10,00, aparecerá uma mensagem informando que deveria ter R\$ 1300,00 e que têm R\$ 1310,00. Então, o estudante deve refazer os cálculos para identificar que ainda faltam pagar R\$ 10,00. Sendo que pode pagar ou receber de várias formas, com diferentes cédulas.

Figura 04 – Exemplo do Banco do jogo Universo Financeiro

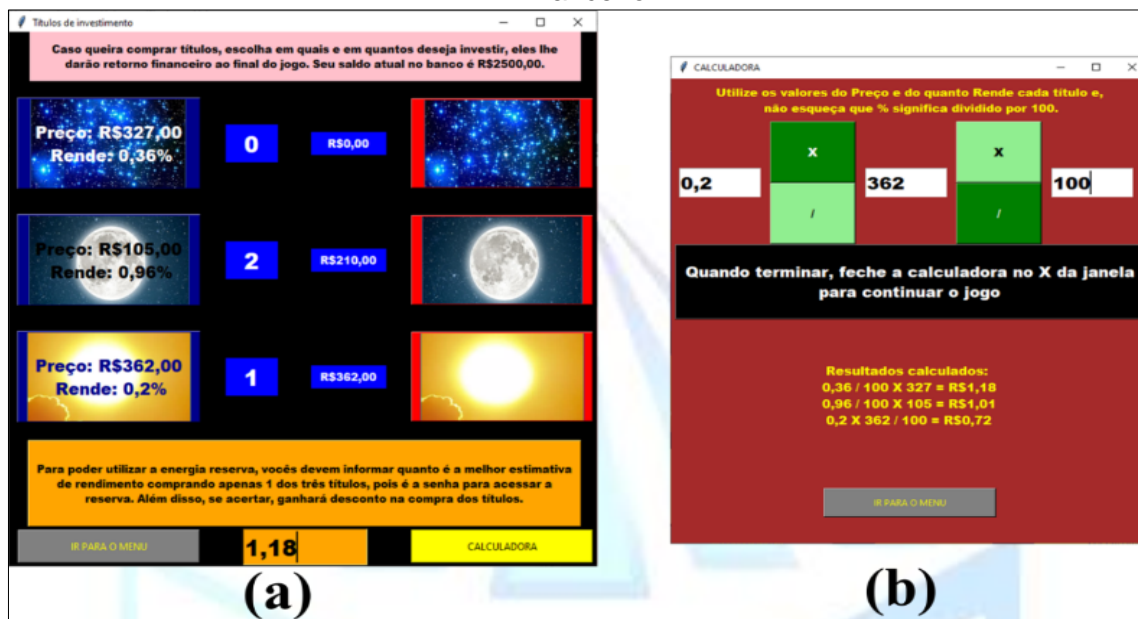


Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 141).

Os Títulos de investimento podem ser comprados apresentando valores aleatórios de compra e de rendimento, exemplificado na Figura 05(a), que no final do

jogo serão incluídos na soma do rendimento final. E há uma calculadora, Figura 05(b), que pode ser utilizada para realizar as operações em diferentes ordens.

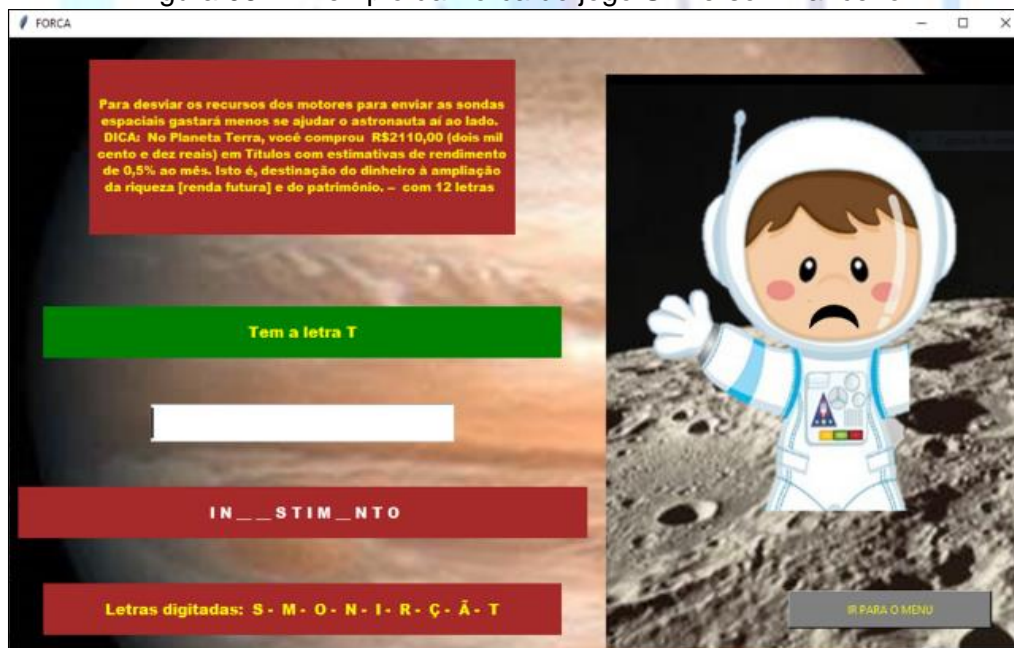
Figura 05 – (a) Exemplo dos Títulos de investimento e (b) Calculadora do jogo Universo Financeiro



Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 143).

A Forca, exemplificada na Figura 06, apresenta uma forma de explorar a Matemática para além da aritmética, trabalhando o significado de termos relacionados a finanças e matemática. Deve-se digitar uma letra por vez e pode errar até seis vezes, sendo que para cada erro aparece uma parte do astronauta.

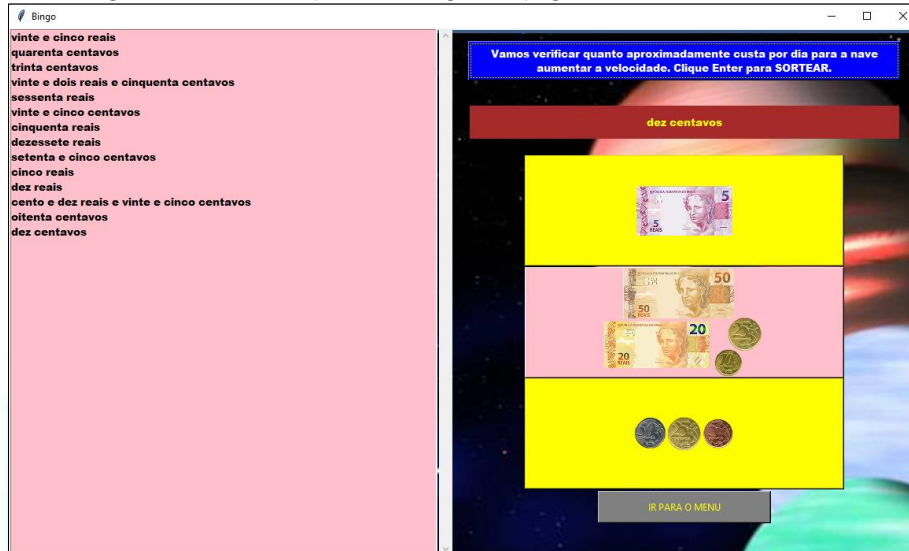
Figura 06 – Exemplo da Forca do jogo Universo Financeiro



Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020, p. 145).

Há três formas do jogo Bingo, uma como exemplificada na Figura 07, que apresenta sorteio com valor do sistema monetário brasileiro escrito por extenso com a cartela com cédulas e/ou moedas; ou também com sorteio dos valores do sistema monetário brasileiro. Ou ainda, sorteio do valor escrito por extenso com cartelas com o valor do sistema monetário brasileiro.

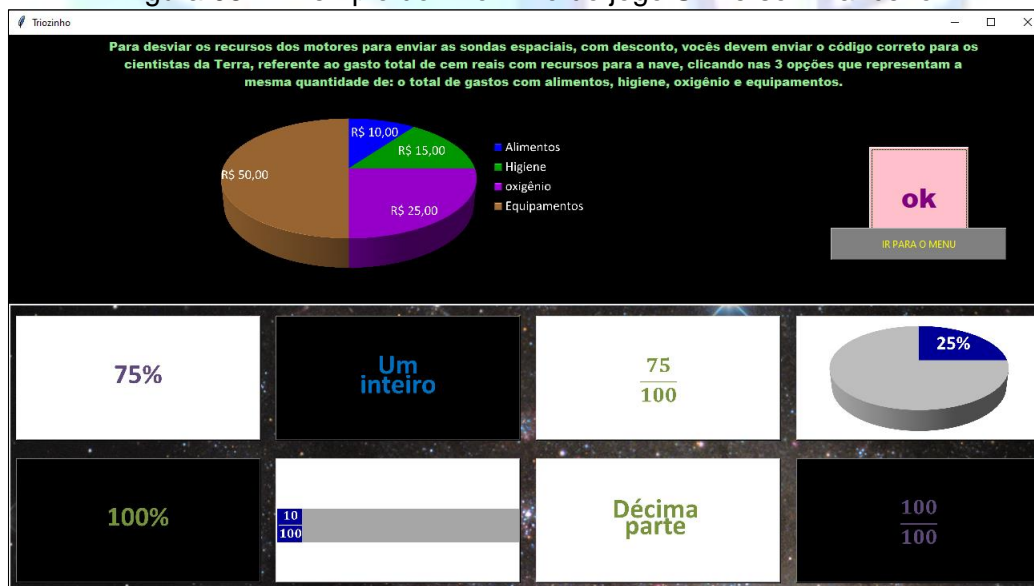
Figura 07 – Exemplo do Bingo do jogo Universo Financeiro



Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 146).

Sobre o Triozinho, exemplificado na Figura 08, trata-se de um jogo em que devem reconhecer três botões que respondem corretamente a pergunta, após interpretação de um gráfico, ou de uma tabela, ou de um pictograma com cédulas e moedas. Sendo que as três respostas estão em diferentes registros de representação semiótica.

Figura 08 – Exemplo do Triozinho do jogo Universo Financeiro



Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 149).

Quanto ao Aspecto Técnico e Pedagógico de Registro ou Transformação, como pode ser observado no Quadro 03, nesse protótipo foi identificado Registro na Língua natural, Registro Figural e Registro Simbólico; também foram identificadas Transformações na forma de Tratamento e Conversão de variadas formas.

Quadro 03 – Registros de Representação Semiótica (verde); Transformações na forma de Tratamento (cinza) e Conversão (laranja), identificados no Universo Financeiro

Definição	Sigla	RLn	RF	RS
Registro na Língua natural	RLn	RLn → RLn	RF → RLn	RS → RLn
Registro Figural	RF	RLn → RF	RF → RF	RS → RF
Registro Simbólico	RS	RLn → RS	RF → RS	RS → RS

Fonte: Alves-Pereira (2020, p. 138).

Para exemplificar, no Jogo Bingo do 'Universo Financeiro', os diferentes bingos diversificam as possibilidades de conversões desse jogo, com um exemplo apresentado na Figura 09. Neste exemplo, identificou-se a Conversão do Registro na Língua natural (RLn) do número escrito por extenso para o Registro Figural (RF) da cédula do sistema monetário brasileiro.

Figura 09 – Exemplo de Conversão (C) identificado no Bingo do jogo Universo Financeiro



Fonte: Autoras, adaptado de Alves-Pereira (2020).

Além disso, considerou-se não privilegiar apenas um sentido da Conversão, como o alertado por Duval (2012), ao afirmar que não é porque se estuda um sentido de uma conversão que o outro também já pode ser considerado entendido. Por isso, no jogo digital 'Universo Financeiro', permite-se que as ações dos estudantes-jogadores sejam de diferentes maneiras, sem a necessidade de uma ordem exata, podendo ocorrer nesses vários sentidos.

Por exemplo, no Bingo, os valores sorteados permanecem na tela para que o estudante-jogador possa olhar a quantia em cédulas e moedas e verificar se já foi

sorteada a quantia escrita por extenso (Conversão do Registro Figural para Registro na Língua natural).

Assim, também por meio do uso de jogos digitais, considerando Aspectos Técnicos e Pedagógicos, pode-se contribuir para que os conteúdos escolares possam se transformar em conhecimentos adquiridos, cujos estudantes possam reconhecê-los, como enfatizado por Duval (2012), como conhecimentos utilizáveis em outras situações e contextos, escolares ou não.

Considerações finais e perspectivas futuras

O presente artigo buscou discutir sobre análise e desenvolvimento de jogos digitais relacionados com a Matemática do Ensino Fundamental e seus Registros de Representação Semiótica e apresentar o protótipo do jogo digital matemático desenvolvido com contexto da Educação Financeira.

Quanto aos Aspectos Técnicos e Pedagógicos definidos, acredita-se que podem ser utilizados ou adaptados para se pensar a análise e o desenvolvimento de outros jogos, considerando também que são variados os Registros e Transformações que foram e que ainda podem ser contemplados nos jogos digitais matemáticos.

Essas informações poderão colaborar para o uso de jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem de matemática ao conhecer e aprender sobre suas características. Assim, os jogos digitais educacionais podem ser utilizados de diversas maneiras, pertinentes ao objetivo proposto.

Também, consideram-se como possíveis contribuições, quanto à análise e desenvolvimento de jogos digitais educacionais, as potencialidades de: explorar a Matemática em um contexto lúdico, por meio de jogos; trabalhar a matemática de modo interdisciplinar, com a Educação Financeira; estimular e valorizar a leitura no âmbito da Educação Matemática, favorecida pelo enredo na forma de narrativa-jogo; e desenvolver o senso crítico e reflexivo também sobre Educação Financeira.

Contudo, devem ser considerados também possíveis desafios da utilização de jogos educativos, por exemplo, inserir no jogo, conceitos da matemática do currículo escolar; e de que mesmo os estudantes gostando de jogos digitais, podem não se interessar em seu uso como recurso didático.

Sobre o protótipo do jogo 'Universo Financeiro' desenvolvido espera-se que ele possa ser uma alternativa com finalidades didáticas para aprender sobre Educação Financeira, se divertindo, explorando conteúdos Matemáticos, por diferentes Registros e Transformações.

Espera-se assim, que os resultados possam contribuir como motivação para o uso, análise e desenvolvimento de jogos digitais como uma abordagem alternativa para o ensino e aprendizagem ao explorar o potencial visual desta mídia.

Referências

ALVES-PEREIRA, Sabrina. **Análise e desenvolvimento de jogos digitais: a matemática do Ensino Fundamental e seus Registros de Representação Semiótica**. 2020. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2020.

BATTISTELLA, Paulo Eduardo. **ENGAGED: um processo de desenvolvimento de jogos para ensino de computação**. 2016. 403 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/175816/345443.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 ago. 2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (1º e 2º ciclos do ensino fundamental)**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (3º e 4º ciclos do ensino fundamental)**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. 2ª versão. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. **Pisa 2018: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes na avaliação**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. São Paulo: Fundação Santillana, 2019.

COUTINHO, Laura; PADILHA, Heloisa. **Educação Financeira: ensino fundamental: livro do aluno**. Série Educação Financeira nas Escolas. 1. Ed. Brasília: CONEF, 2014a, 102 p. Disponível em: <<https://www.vidaedinheiro.gov.br/ef-livro-6>>. Acesso em: 17 set. 2019.

COUTINHO, Laura; PADILHA, Heloisa. **Educação Financeira: ensino fundamental: livro do professor**. Série Educação Financeira nas Escolas. 1. Ed. Brasília: CONEF, 2014b, 92 p. Disponível em: <<https://www.vidaedinheiro.gov.br/ef-livro-6>>. Acesso em: 17 set. 2019.

DUVAL, Raymond. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, p. 103-131, 2006. Disponível em: <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/artigos/esm_2008_v68/5semiotic.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

DUVAL, Raymond. Registros de Representação Semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/1981-1322.2012v7n2p266/23465>>. Acesso em: 19 set. 2018.

DUVAL, Raymond. Entrevista: Raymond Duval e a teoria dos Registros de Representação Semiótica. [Entrevista concedida a] José Luiz Magalhães de Freitas e Veridiana Rezende. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 2, n. 3, p. 9-34, jul./dez. Campo Mourão-PR, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/89218434-Entrevista-raymond-duval-e-a-teoria-dos-registros-de-representacao-semiotica.html>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

ENEF. Orientações para Educação Financeira nas Escolas. 2010. Disponível em: <<http://www.vidaedinheiro.gov.br/wp-content/uploads/2017/08/DOCUMENTO-ENEF-Orientacoes-para-Educ-Financeira-nas-Escolas.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

ENEF. Relatório anual. 2017. Disponível em: <http://www.vidaedinheiro.gov.br/wp-content/uploads/2018/08/RA-AEF-Brasil_07082018_Vers%C3%A3oFinal.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

LINARDI, Patricia Rosana. **Quatro jogos para números inteiros: uma análise**. 1998. 232 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 1998.

MEDEIROS, Ana Paula Nunes. **A gamificação inserida como material de apoio que estimula o aluno no ensino de Matemática**. 2015. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134018/000982536.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

MORAIS, Rommel Xenofonte Teles de. **Software educacional: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula**. 2003. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Faculdade Lourenço Filho, Fortaleza, 2003. Disponível em: <https://www.academia.edu/11829524/SOFTWARE_EDUCACIONAL_A_IMPORTANCIA_DE_SUA_AVALIACAO_DE_SUA_AVALIACAO_E_DO_SEU_USO_NAS_SALAS_DE_AULA>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MORGADO, Camila Lourenço. **Uso de jogos digitais com crianças com dificuldades de aprendizagem: um estudo de caso em uma intervenção pedagógica**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153690>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

RODRIGUES, Geovanna Cristina Falcão Soares. **Instrumento para avaliação de jogos eletrônicos educativos do ensino fundamental I**. 2014, 122 f. Dissertação (Mestrado em Linguística e Ensino) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2019206091f90914962512ba993c744b7/TESE_Geovanna.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

RUBI, Geiseane Lacerda. **Ensinando conceitos de Matemática a partir de jogos online na 7ª série do Ensino Fundamental: desafios e oportunidades**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3451>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

SANTOS, Cristiane do Socorro Ferreira dos. Avaliação de materiais virtuais interativos para o ensino de matemática na educação básica. **Revista de Ensino de**

Ciências e Matemática, v. 2, n. 1, p. 81-95, jan./jun. 2011. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/52/39>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

SANTOS, Epaminondas Alves dos. **Matemática Financeira: uma abordagem contextual**. 2008, 30 f. Universidade Estadual de Londrina, Programa de Desenvolvimento Educacional do Paraná. 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/672-4.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SANTOS, William de Souza. **D.O.M.: um modelo de game para a aprendizagem da funções quadráticas no Ensino Médio**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2014. Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/765>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

SANTOS, Vanessa Carvalho; BERTONCELLO, Ludhiana. O uso de objetos de aprendizagem interativos para o ensino de matemática, no 3º ano do ensino fundamental. In: VI MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2012. **Anais...** Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/vanessa_carvalho_santos.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

SILVA, Anderson José. Educação Matemática Financeira no Ensino Médio: Projeto “De olho na Economia”. In: XX ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Curitiba, PR, 12-14, nov. 2016. **Anais...** Disponível em: <http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd15_anderson_silva.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SMARTKIDS. Página inicial do SmartKids. 2003. Disponível em: <<https://www.smartkids.com.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

TORI, Romero. A presença das tecnologias interativas na educação. **Revista de Computação e Tecnologia**, v. 2, p. 1-13, 2010. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/ReCET/article/viewFile/3850/2514>>. Acesso em: 19 set. 2018.

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L; MORAN, J. (Org). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2017. p. 26-44.

Submetido em novembro de 2021.

Aceito em setembro de 2022.