



Jogo de tabuleiro Reino das Funções como alternativa para o ensino e aprendizagem de Matemática

Board game Kingdom of Functions as an alternative for teaching and learning mathematics

Jacqueline Nascimento de Souza¹ , Jaylson Teixeira¹ , Zulma Elizabete de Freitas Madruga^{1,*} 

1. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  – Centro de Formação de Professores – Amargosa/BA – Brasil.

Autora correspondente: betemadruga@ufrb.edu.br

Editor de Seção: Hawbertt Rocha Costa

Recebido: 10 Jul. 2023 | **Aprovado:** 14 Ago. 2023

Como citar: SOUZA, J. N.; TEIXEIRA, J.; MADRUGA, Z. E. F. Jogo de tabuleiro Reino das Funções como alternativa para o ensino e aprendizagem de matemática. *Ensino & Multidisciplinaridade*, São Luís (MA), v. 9, n. 1, e0623, 2023. <https://doi.org/10.18764/2447-5777v9n1.2023.6>

RESUMO

Esta pesquisa buscou analisar a construção e a validação do jogo Reino das Funções, elaborado utilizando os princípios da Modelagem Matemática (MM), para o ensino e aprendizagem do conceito de funções. Utilizaram-se, como bases teóricas, a MM e os jogos pedagógicos. Trata-se de pesquisa qualitativa e, em especial, de campo. Como principais métodos para coleta de dados, foram utilizados a observação e o questionário, realizados no desenvolvimento da proposta com os participantes da pesquisa, estudantes da graduação e professores da Educação Básica do município de Amargosa, estado da Bahia, que fazem parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Subprojeto Matemática (2022-2024). A partir dos dados coletados e analisados, foi possível constatar que o modelo construído pode ser utilizado para introduzir ou fixar o conteúdo de funções com estudantes da Educação Básica, mas necessita de alterações, a fim de facilitar sua compreensão e desenvolvimento. Ademais, o presente estudo contribui para o ensino de matemática, uma vez que, a partir do modelo elaborado, pode-se proporcionar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, criativo e com a participação dos estudantes na construção de seus saberes.

Palavras-chave: Educação matemática. Modelagem matemática. Jogos. Ensino e aprendizagem. Educação básica.

ABSTRACT

This research sought to analyze the construction and validation of the game Kingdom of Functions, developed using the principles of mathematical modelling for teaching and learning the concept of functions. Mathematical modelling and pedagogical games were used as theoretical bases. It is a qualitative research and, in particular, a field research. Observation and a questionnaire were used as the main methods for data collection, carried out in the development of the proposal with the research participants, who are undergraduate students and teachers of basic education from the municipality of Amargosa, state of Bahia, and which are part of Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), mathematics subproject (2022-2024). From the collected and analyzed data, it was possible to verify that the built model can be used either to introduce or to fix the content of functions with basic education students, but that it needs alterations, in order to facilitate its understanding and development. Moreover, the present study contributes to the teaching of mathematics, since from the elaborated model a more dynamic and creative learning environment can be provided, with the participation of students in the construction of their knowledge.

Keywords: Mathematics education. Mathematical modelling. Games. Teaching and learning. Basic education.

INTRODUÇÃO

De acordo com D'Ambrosio (2009), a preocupação com o ensino de Matemática existe desde a Idade Média; no entanto, somente a partir das três grandes revoluções da modernidade – Revolução Industrial (1767), Revolução Americana (1776) e Revolução Francesa (1789) –, o pensamento sobre a Educação Matemática ganha destaque. A partir dessas revoluções, começou-se a pensar sobre um ensino de Matemática que permitisse uma maior compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes, e que possibilitasse a construção de uma relação de aprendizagem mútua entre esses e professores. Esse pensamento foi desenvolvido ao longo dos anos, favorecendo a consolidação da Educação Matemática como subárea da Matemática e da Educação, dotada de natureza interdisciplinar (D'AMBROSIO, 2009).

Assim, tanto no cenário internacional quanto nacional, eventos foram promovidos e consolidados na busca por um ensino de Matemática que priorizasse a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, como o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) e, no Brasil, a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM).

As discussões a respeito da educação Matemática possibilitaram o desenvolvimento e fortalecimento de tendências que proporcionassem uma aprendizagem com significado para os estudantes. Entre essas tendências estão a Modelagem Matemática (MM) e os jogos.

De acordo com Biembengut (2014, p. 21), a MM:

[...] é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge da mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma de alcançar uma solução, descobrir um meio de compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo.

Nessa perspectiva, pode-se utilizar a MM em diferentes níveis de escolaridade, uma vez que essa se configura como método de ensino, perfazendo o caminho da pesquisa científica por meio da elaboração de modelos. Esses modelos podem, de alguma forma, ter relação com práticas sociais ou culturais dos estudantes, o que favorece o estabelecimento de relações dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula e fora desse ambiente também.

Como a MM está relacionada à elaboração de modelos, é possível relacioná-la com outra tendência da Educação Matemática, os jogos na educação, pois podem-se elaborar jogos que representam modelos para abordar algum conteúdo matemático, por exemplo.

No que tange aos jogos, Moura (2008, p. 30) ressalta que:

O jogo, na educação Matemática, passa a ter o caráter de material de ensino quando considerado promotor de aprendizagem. A criança colocada diante de situações lúdicas apreende a estrutura lógica da brincadeira e, deste modo apreende também a estrutura Matemática presente.

Ou seja, é possível juntar aspectos lúdicos com aspectos educacionais e, possivelmente, despertar, no estudante, o gosto pela Matemática, o que pode trazer benefícios para sua aprendizagem, uma vez que ele se diverte ao mesmo tempo que aprende. Isso porque, ao compreender a estrutura lógica do jogo, ele pode compreender, também, sobre o objeto matemático em questão.

No caso desta pesquisa, buscou-se elaborar um jogo (modelo) que permitisse abordar o conceito de funções enquanto relação entre conjuntos; portanto, o problema de pesquisa foi o seguinte: quais as implicações da construção e a validação do jogo Reino das Funções, elaborado utilizando os princípios da MM, para o ensino e aprendizagem do conceito de funções? Para responder a esse questionamento, objetivou-se analisar a construção e a validação do jogo Reino das Funções, elaborado utilizando os princípios da MM para o ensino e aprendizagem do conceito de funções.

ASPECTOS TEÓRICOS

Segundo Biembengut (2016), a MM é considerada um processo de ensino com pesquisa que se relaciona com a elaboração de modelos, os quais são utilizados para representar determinada situação e também solucionar determinado problema. Essa ideia está em conformidade com o que defende Bassanezi (2010, p. 20) quando

afirma que a MM “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Assim, a MM pode ser concebida como uma maneira de representar, analisar e resolver problemas cotidianos por meio da elaboração de modelos matemáticos.

Sobre os modelos, Biembengut (1999, p. 20), diz que são “[...] um conjunto de símbolos e relações Matemáticas que traduzem, de alguma forma, um fenômeno em questão”. Nesse sentido, o modelo pode ser visto como uma representação de um objeto estudado, que o traduz e permite sua interpretação. Ele tem importância significativa no processo de modelagem, como afirmam Madruga e Biembengut (2016, p. 28), uma vez que pode possibilitar que fenômenos complexos sejam analisados e que seja possível comunicar os resultados obtidos a outras pessoas.

A respeito da elaboração de modelos, Biembengut (2014; 2016) divide o processo de modelar em três fases: percepção e apreensão, compreensão e explicitação e significação e expressão.

Na percepção e apreensão, ocorre a familiarização com o tema estudado, a fim de que seja possível compreendê-lo em um sentido mais amplo. Na compreensão e explicitação, há a formulação do problema e do modelo, além da resolução do problema a partir do modelo. Por fim, na significação e expressão, ocorrem a análise, avaliação e validação do modelo elaborado. Ressalta-se que, caso o modelo não seja válido, deve-se voltar a fases anteriores, a fim de aperfeiçoá-lo, para que de fato represente o conjunto de dados aos quais se relaciona.

Sobre a construção e a utilização de modelos, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) também orienta sobre o emprego desses na educação. De acordo com o documento, esses modelos podem facilitar a aprendizagem, possibilitar uma visão holística dos fenômenos estudados e desenvolver habilidades essenciais para o pensamento matemático.

Dessa forma, é possível elaborar modelos em diversas situações, até mesmo a partir da elaboração de jogos matemáticos que representam, também, uma tendência da Educação Matemática e são atividades socioculturais, dependendo de seu caráter, que de alguma maneira podem estar presentes no cotidiano dos estudantes. Sendo assim, apresenta-se como atividade que exige um fazer sem obrigação externa e, portanto, podem ser utilizados para o ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos (SMOLE; DINIZ; MILANI, 2007).

Sobre os jogos, a BNCC (BRASIL, 2018) também defende que são importantes para a compreensão e utilização de noções Matemáticas. Configuram-se como recurso didático que tem importância nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que podem facilitar a compreensão de conteúdos matemáticos e despertar o interesse dos estudantes por essa disciplina. Acrescenta-se que o jogo tem a capacidade de proporcionar ao estudante o estímulo para o desenvolvimento de competências, além das competências Matemáticas, como a cognitiva, emocional, moral e social (BRASIL, 1998). Essas competências são importantes tanto para as aulas de Matemática quanto para outras situações na vida do estudante.

De acordo com Santos e Jesus (2015), os jogos podem ser classificados em quatro categorias: jogos de introdução, jogos de fixação, jogos mistos e jogos não pedagógicos.

Os jogos de introdução são aqueles utilizados para introduzir um novo conteúdo matemático; a partir das jogadas o estudante sente a necessidade de desenvolver novas estratégias e adquirir novos conhecimentos para avançar na partida e ganhar o jogo. Já os jogos de fixação são utilizados para reforçar e atualizar conceitos matemáticos abordados anteriormente. O jogo misto pode trabalhar tanto o desenvolvimento de um novo conteúdo quanto a recordação de um conceito já construído. Por fim, os jogos não pedagógicos são aqueles que não têm um objetivo educativo explícito (SANTOS; JESUS, 2015). Nessa investigação, em específico, pretendeu-se desenvolver um jogo de introdução.

De acordo com Smole, Diniz e Milani (2007), há várias maneiras para a utilização dos jogos nas aulas, e entre essas está a construção de novos jogos. No que se refere à construção de jogos de tabuleiro, Carretta (2017) apresenta um método denominado Quest 4x3, que tem quatro aspectos que devem ser considerados quando se elaboram jogos de tabuleiro.

Esses aspectos são o espaço, os atores, os itens e os desafios, sendo o espaço o local que delimita onde o jogo deve ocorrer, os atores as representações dos jogadores, os itens os artefatos, materiais ou não, que os jogadores podem usar para conseguir alcançar seus objetivos, e os desafios, que definem a condição de vitória.

Para cada um desses aspectos existem três tipos de configurações diferentes, os *design tricks*. O espaço pode ser do tipo progressão, exploração ou combate, os atores marcadores, personagens ou caracterizáveis, os itens *power ups*, inventário ou *status* e os desafios de *kill quest*, *coop quest* ou *fedex quest* (CARRETTA, 2017).

Ademais, de acordo com Carretta (2017), há um passo a passo da metodologia para a criação dos jogos composta por seis momentos: (1) Concept Quests 4x3, relacionado às adaptações que deverão ser feitas, levando em consideração a história que se deseja contar à estrutura de *Quest*; (2) Pesquisa de imersão, momento em que se pensa sobre a mecânica do jogo, e para isso é necessário que o criador jogue constantemente outros jogos já desenvolvidos; (3) Prototipação em

manuscrito, momento em que se começa a pensar sobre o jogo a ser criado e a fazer protótipos que serão melhorados a cada tentativa; (4) Playtest, no qual há o teste do protótipo do jogo criado, avaliando sempre as concepções do outro em relação ao seu jogo, com intuito de melhorar seu desempenho; (5) Print Playtest, quando são impressos pela primeira vez (o que pode ser feito em impressoras caseiras) para serem jogados e ser evidenciado se estão de fato prontos; e (6) Prototipação final em PnP, quando há a impressão da versão final, bem construída e finalizada.

Assim, é possível relacionar a MM com a elaboração de jogos que podem ser construídos por professores, estudantes ou pesquisadores a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, bem como auxiliar os estudantes a construírem seu conhecimento e a desenvolverem estratégias e habilidades úteis tanto dentro quanto fora da sala de aula.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa apresenta caráter qualitativo, de acordo com Bogdan e Biklen (2010), pois o problema de pesquisa a ser investigado sugere uma análise descritiva e explicativa dos significados expressos pelos sujeitos envolvidos e pelos pesquisadores, de importância relevante para o desenvolvimento da pesquisa. Com relação ao tipo de pesquisa, o presente estudo configura-se como pesquisa de campo que, segundo Gonsalves (2001), sugere um maior contato do pesquisador com o ambiente de pesquisa e com os sujeitos investigados.

Para a produção de dados foi utilizada a observação, pois essa permite que, além de ver e ouvir os entrevistados, analisem-se suas percepções, de maneira direta sobre o objeto estudado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Além disso, utilizou-se o questionário, realizado após a observação, que permitiu que os pesquisadores tivessem mais meios para analisar a percepção dos participantes em relação ao jogo. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2007), o questionário pode ser definido como instrumento de coleta de dados constituído de uma série de perguntas que devem ser respondidas por escrito pela amostra pesquisada. Os autores também afirmam que, por meio do questionário, é possível fazer perguntas que contribuam para a caracterização e descrição dos sujeitos investigados.

Os sujeitos participantes da pesquisa, que contribuíram para a validação do jogo, foram 23 estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática em uma universidade pública, que também fazem parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), e dois professores da Educação Básica, supervisores do programa.

Ademais, para a construção do modelo foram utilizados os princípios tanto da MM quanto do método Quest 4x3. Apesar de não terem ligações explícitas entre a MM e o Quest 4x3, percebeu-se que se relacionam entre si, pois o processo seguido tanto para a elaboração de modelos quanto para a criação de jogos de tabuleiro perpassa por semelhantes etapas. Dessa forma, buscou-se agrupar os dois métodos, em três momentos distintos, levando-se em consideração suas etapas equivalentes.

No Momento 1, tanto para a MM quanto para a o Quest 4x3, deve haver maior familiarização do pesquisador com o tema a ser pesquisado. Denominou-se esse momento de “submersão”.

Já a fase de compreensão e explicitação da MM, juntamente com a fase da prototipação em manuscrito do Quest 4x3, pode ser agrupada em um Momento 2. Isso pode ocorrer, pois, em ambas as fases, é nesse momento que ocorre a observação dos dados propostos, bem como a elaboração do modelo, que nesse caso é o jogo que será aperfeiçoado à medida que é testado por outros participantes. A esse momento denominou-se “construção”.

Por fim, percebeu-se que a fase de significação e expressão da MM está relacionada com as fases Print Playtest e prototipação final em PnP. Em ambos os métodos, é nesse momento que ocorre a validação final do modelo, que é verificado se há incoerências com o modelo/jogo e feita a impressão final do produto elaborado. Esse Momento 3 foi nomeado “análise”.

A síntese desses momentos pode ser visualizada no Tabela 1.

Tabela 1: Momentos para a elaboração do modelo associado ao Quest 4x3.

| Fases da modelagem Matemática (BIEMBENGUT, 2014; 2016) | Metodologia do Quest 4x3 (CARRETTA, 2017) | Momentos concebidos pelos autores |
|--|--|-----------------------------------|
| Percepção e apreensão | Concept Quests 4x3 e imersão | Momento 1: submersão |
| Compreensão e explicitação | Prototipação em manuscrito | Momento 2: construção |
| Significação e expressão | Print Playtest e prototipação final em PnP | Momento 3: análise |

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Assim, considerando-se esses três momentos elencados a partir das fases da MM e da metodologia do Quest 4x3, foi elaborado o jogo Reino das Funções. A seguir é apresentado o processo para sua elaboração.

CONSTRUÇÃO DO MODELO

Iniciou-se o momento de submersão (Momento 1) para elaboração do modelo. Foram feitas buscas em *websites* de cunho acadêmico, a fim de verificar se já havia trabalhos realizados nos quais se relacionava a MM com a construção de jogos pedagógicos para o ensino e aprendizagem do conceito de função. Alguns trabalhos foram encontrados, a exemplo das investigações de Dalla Vechia (2012), Góes (2017) e Kaminski e Boscaroli (2018), mas nenhuma das pesquisas analisadas abordou o conteúdo de função por meio de um jogo, tal como o elaborado nesta investigação.

Em seguida, foram feitas buscas em livros didáticos do 9º ano para analisar de que maneira o conteúdo de funções era abordado para a partir disso construir o jogo. O livro escolhido como base foi o *Matemática Essencial* (PATARO; BALESTRI, 2018), que abordou o conceito de função por meio da relação entre essa e a criptografia, o que chamou a atenção dos pesquisadores.

Após a fase inicial, deu-se início ao momento de construção do modelo (Momento 2). Decidiu-se que o jogo teria como base a criptografia e, inicialmente, pensou-se em trabalhar no contexto de guerra em que algumas mensagens seriam criptografadas, e o objetivo do jogo seria que os jogadores decifrassem essas mensagens. No entanto, a ideia da mensagem criptografada foi alterada para a criptografia de único número, que seria a posição do ataque, criptografada por meio de uma função. No tabuleiro, existem cinco posições representando as portas de entrada no castelo e, segundo o número criptografado, exposto aos dois jogadores, uma das portas será atacada. Cabe ao jogador atacado descobrir a criptografia para evitar o ataque. Sendo assim, decidiu-se por um jogo de combate, que consiste na ideia de eliminar adversários ao conquistar territórios (CARRETTA, 2017).

Para que fosse possível a construção de uma função biunívoca de criptografia das cinco posições das portas dos castelos, foram utilizados como base, tanto para o conjunto domínio quanto para o conjunto imagem, os números do conjunto do resto da divisão¹ por 5 ($\bar{5}n$, com $n=5$), ou seja, $r=\{0,1,2,3,4\}$, $r \in \mathbb{Z}$. Fez-se isso para que fosse possível trabalhar com conjuntos com número reduzido de elementos e que esses fossem conhecidos.

Após o jogo ser construído em sua primeira versão, sem uma história estabelecida por definitivo, foi iniciada a análise (Momento 3) do modelo construído para fazer alterações que fossem pertinentes e que contribuíssem para a melhoria do jogo.

Nas Figs. 1 a 6, apresentam-se algumas imagens dos elementos do jogo, bem como de sua impressão na versão final. Nas Figs. 7 a 10, apresenta-se o manual do Reino das Funções elaborado durante sua construção.

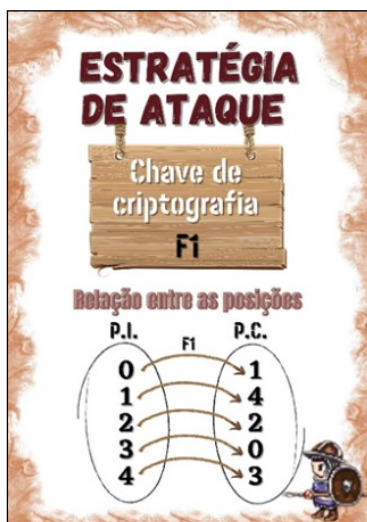
| Posições iniciais (P.I.) | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 |
| 3 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 |

| Posições iniciais (P.I.) | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 |
| 2 | 4 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 |
| 4 | 3 | 4 | 0 | 1 | 2 |

Fonte: Os autores (2023).

Figura 1: Cartela com criptografias.

¹ Utilizou-se, como base, o algoritmo da divisão, definido pelo seguinte teorema: “Sejam $a, b \in \mathbb{Z}$ com $b \neq 0$, então existem únicos $q, r \in \mathbb{Z}$, tais que $a = qb + r$, com $0 \leq r < |b|$ ”. Sendo q o quociente e r o resto da divisão de a por b (VIEIRA, 2013, p. 54).



Fonte: Os autores (2023).

Figura 2: Estratégia de ataque individual.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 3: Tabuleiro do jogo.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 4: Cartas referentes à segunda fase do jogo.

Fonte: Os autores (2023).

CAPTURANDO A FAMÍLIA REAL MATEMAMA

| Posição Cifrada Descoberta (P.C.D.) | | | | |
|-------------------------------------|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 7 | 3 | 4 |
| ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Posições Equivalentes (P.E.) | | | | |

Figura 5: Tabela referente à segunda fase do jogo.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 6: Jogo impresso em sua versão final.

REINO DAS FUNÇÕES

HISTÓRIA DO JOGO

Há muito tempo atrás, em uma terra distante, os Criptos, reino muito poderoso, buscam expandir os seu domínio e ampliar os territórios em seu poder até os confins da Terra.

Entre os territórios que almejavam estava o das Funções, que era riquíssimo em minérios e cercado por água, o que fazia com que a terra tivesse uma diversificada flora. Era um verdadeiro paraíso!

Mas, existia um problema! Essas terras já eram habitadas pelos Matematas e seria necessário travar uma guerra entre os reinos para que os Criptos, quiçá, tivessem esse paraíso em seu poder.

Os criptonenses tinham descoberto estratégias poderosas para atacar seus adversários: as criptografias.

Será que os Matematas conseguirão defender o seu território dessa vez ou... você já sabe!

Vamos embarcar nessa aventura?

TABULEIRO DO JOGO

Batalha 1
Entradas dos castelos

Batalha 2
Esconderijo dos nobres Matematas

Batalha 3
Em cada castelo acontece 1 combate

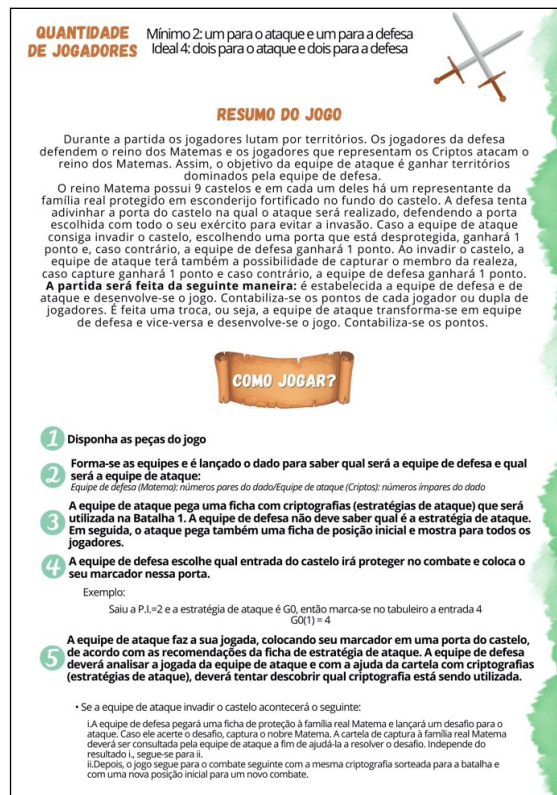
Fonte: Os autores (2023).

Figura 7: Manual do jogo.



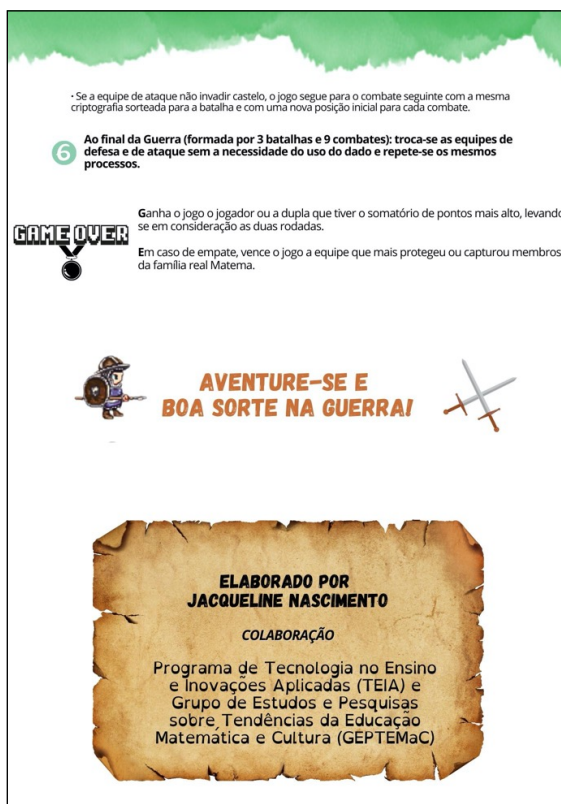
Fonte: Os autores (2023).

Figura 8: Manual do jogo.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 9: Manual do jogo.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 10: Manual do jogo.

Além disso, a fim de que seja possível ter uma melhor compreensão sobre como o jogo funciona, fez-se uma simulação em formato de vídeo, disponibilizado no YouTube, no canal do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Tendências da Educação Matemática e Cultura (GEPTeMaC)², em que se realiza uma partida explicando as cartas e os níveis presentes no jogo Reino das Funções.

Na seção seguinte, apresenta-se a observação e validação do jogo (Momento 3), com os participantes do Pibid, Subprojeto Matemática.

OBSERVAÇÃO E VALIDAÇÃO

O jogo foi validado em 29 de março de 2023, das 18 h às 20 h, no Laboratório de Matemática da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em uma das reuniões do PIBID. Participaram da pesquisa 25 estudantes da graduação em Licenciatura em Matemática e dois professores supervisores do programa na Educação Básica, sendo um atuante no Ensino Médio e o outro no Ensino Fundamental de escolas estaduais do município de Amargosa, estado da Bahia.

Em seguida, foi solicitado que se organizassem em grupos de quatro participantes e em cada grupo que jogassem em duplas. Foram compostos seis grupos com quatro participantes e um grupo com três participantes. Após se organizarem, foi entregue um *kit* do jogo para cada equipe.

Ao observar as equipes, percebeu-se que todos iniciaram o jogo buscando entendê-lo a partir da leitura do manual. Ressaltaram que o *design* era interessante e despertava o desejo de jogar. Ao lerem o manual, algumas equipes organizaram as peças do jogo na mesa corretamente, porém outras não conseguiram, sendo necessária intervenção para orientá-las.

A partir das observações, percebeu-se que se debruçaram na leitura do manual para tentar entender como o jogo funcionava; algumas equipes optaram por ler o manual completo e em seguida começar a jogar, enquanto

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zrjiiigm8uA&t=5s>. Acesso em: 09 ago. 2023.

outras foram tentando jogar à medida que liam o material. Nesse momento, teceram alguns comentários como, por exemplo, *"Estamos tentando entender para começar a jogar"* e *"Não entendi essa parte"*. Por isso, foi necessária a intervenção dos pesquisadores a fim de que os participantes pudessem entender as regras do jogo e começar a jogar.

Observou-se que interagiam entre si, buscando entender as regras do jogo para iniciar as partidas. Isso vai ao encontro do que defende Araujo (2019), quando diz que o jogo é uma experiência social que, assim sendo, permite a interação benéfica entre os participantes, importante tanto para as aulas de Matemática quanto para a vida em sociedade, o que também é defendido por Smole, Diniz e Milani (2007, p. 10), quando afirmam que o jogo pode desenvolver a "capacidade de interagir socialmente".

Das dificuldades constatadas como as mais recorrentes estão o não entendimento de como iniciar o jogo, ou seja, qual equipe pega cartas inicialmente e como a segunda equipe começa a jogar, quais as cartas destinadas à equipe de ataque e quais as destinadas à equipe de defesa e o que fazer para capturar o nobre da família real Matema. Daí, percebeu-se que de fato é importante fazer a análise do modelo construído a fim de melhorá-lo, para que seja possível trabalhar o conteúdo que se deseja, como orienta Biembengut (2014; 2016).

Notou-se que algumas equipes estavam jogando entusiasmadas, pois tinham entendido a dinâmica do jogo e conseguiram jogar mais partidas. Outras equipes, que não entenderam seu funcionamento, não estavam muito entusiasmadas e ressaltaram que precisariam de mais tempo para entender como o jogo funcionava. Isso vai ao encontro do que defende Ribeiro (2009) quando diz que o aprendizado pode ser mais atrativo e possibilitar melhor aproveitamento em relação ao entendimento do conteúdo quando se entende a lógica da brincadeira.

Assim, considera-se que a experiência foi bastante rica e proveitosa, permitindo que fossem feitas reflexões relacionadas ao jogo e à sua utilização na Educação Básica. Portanto, a colaboração dos participantes foi de suma importância para o desenvolvimento desta pesquisa e para a obtenção dos dados que fazem parte do seu *corpus* de análise. A seguir, apresentam-se a análise dos dados coletados e a validação do modelo.

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados a seguir apresentados advêm dos questionários realizados com os participantes, que foram divididos em duplas e trio para validar o jogo. No total, foram 11 duplas e um trio; para preservar suas identidades, foram nomeados D1 a D12. Além disso, os professores foram nomeados P1 e P2 para serem feitas as análises. Vale destacar que todos os participantes da pesquisa autorizaram a utilização e divulgação dos dados obtidos com a validação do jogo.

Para análise dos dados, seguiu-se o método dedutivo que, segundo Moraes (2003), é o método utilizado nas pesquisas nas quais se constroem categorias antes mesmo de analisar os dados obtidos que, nesse caso, são denominadas categorias *a priori*. As categorias elencadas *a priori* foram as seguintes: a) potencialidades do jogo, para que fosse possível entender como o jogo pode contribuir para o ensino e aprendizagem de Matemática; b) limitações do jogo, a fim de perceber o que dificultava sua interpretação e as jogadas; c) conteúdos abordados, para que se verificasse quais conteúdos poderiam ser trabalhados a partir do jogo; e d) sugestões, na busca por aperfeiçoar o modelo construído. A seguir apresenta-se a análise feita, considerando essas quatro categorias.

Potencialidades do jogo

A primeira categoria elencada para analisar o modelo construído diz respeito a verificar quais as suas potencialidades, enquanto jogo pedagógico, para trabalhar o conteúdo de funções na Educação Básica.

Ao questionar os participantes se o design de informações visuais do jogo permitia uma boa visualização de seus elementos, todos responderam que sim e não apresentaram sugestões para mudanças. D9 ressaltou que *"o jogo tem um visual muito atrativo e uma história que nos envolve [...]"*.

Além de ser atrativo, conforme D3, a utilização do jogo Reino das Funções pode tornar a *"aula mais dinâmica"* ao trabalhar o conteúdo de funções, permitindo que os estudantes atuem como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, o que está em conformidade com Smole, Diniz e Milani (2007), que defendem que o jogo pode tornar as aulas mais dinâmicas e criativas.

Outra característica marcante do jogo, observada pelos participantes, é a relação que esse proporciona entre os participantes e a competição saudável na busca pela vitória, possibilitando o trabalho em equipe. De acordo com D1, *“o jogo é interativo”*; D3 salienta que o jogo proporciona a *“interação”* coletiva, o que também é defendido por D10 quando diz que o jogo possibilita a *“interação entre os jogadores”*.

Assim, notou-se que o jogo também possibilita a construção de laços entre os jogadores, bem como a relação amistosa entre esses, importante para o desenvolvimento afetivo e social dos indivíduos, tanto nas aulas de Matemática quanto em outras esferas sociais (SMOLE; DINIZ; MILANI, 2007).

Ademais, o modelo Reino das Funções permite que os participantes elaborem as estratégias que devem seguir e quais os melhores caminhos para alcançar determinado objetivo, o que contribui para que participem do processo e, conseqüentemente, de sua aprendizagem, como defende Biembengut (2014; 2016).

Dessa forma, o jogo possibilita, também, o desenvolvimento do raciocínio lógico, como observaram as duplas D2, D3, D10 e D11. D10 diz que o jogo *“articula a lógica do aluno”*, enquanto D11 diz que o material didático *“trabalha o raciocínio lógico, pois precisam utilizar estratégias”*, favorecendo a maturação e o fortalecimento de habilidades importantes para o pensamento matemático e para a resolução de problemas, como apontam Smole, Diniz e Milani (2007).

Limitações do jogo

A segunda categoria elencada para analisar o modelo construído diz respeito a verificar quais as suas limitações, enquanto jogo pedagógico, para trabalhar o conteúdo de funções na Educação Básica.

Uma das limitações pontuadas pelos participantes diz respeito ao manual e sua compreensão. Ao questionar os participantes sobre o manual, 11 duplas disseram que esse não permitia a compreensão do jogo em sua totalidade, pois apresentava linguagem complexa e algumas das regras não estavam bem-postas, dificultando o entendimento. De acordo com D6, *“o manual do jogo não é autoexplicativo para ser aplicado na Educação Básica”*.

Outra limitação apontada pelos participantes diz respeito ao nível de dificuldade do jogo. De acordo com P1, *“o nível de dificuldade para os alunos da educação básica é considerado como alto para os alunos do 9º ano”*; já P2 considera o *“nível de dificuldade intermediário, difícil para a realidade da escola pública”*. D7 comenta que *“a linguagem deve ser mais clara para os estudantes do ensino médio”*, sendo necessário que sejam revistas algumas regras.

Por isso, dado o nível de dificuldade, os participantes observaram que o jogo pode ser utilizado no 9º ano como ferramenta para fixar conceitos, passando por algumas alterações que o tornem mais simples, ou para o 1º ano do ensino médio, para introduzir o conteúdo.

Outro ponto sinalizado pelos participantes foi a presença do fator sorte no jogo. Para D4, *“90% do jogo depende claramente da sorte e como o jogo tem intuito de ensinar deveria depender mais do conhecimento do aluno”*. Para isso, sugere que sejam feitas algumas alterações a fim de que o jogo não dependa ainda mais da elaboração de estratégias, diminuindo o fator sorte.

Assim, consideraram-se essas ponderações de suma importância em relação à presente pesquisa e ao modelo construído, pois instigaram reflexões sobre quais melhorias precisam ser feitas no jogo a fim de que esse facilite a compreensão do conceito de função. Essa etapa de análise do modelo é importante e defendida tanto por Biembengut (2014; 2016) quanto por Carretta (2017), uma vez que é importante para o aperfeiçoamento do modelo.

Conteúdos abordados

A terceira categoria elencada para analisar o modelo construído diz respeito a verificar as percepções dos participantes em relação aos conteúdos que podem ser abordados no jogo Reino das Funções.

Para isso, questionaram-se, inicialmente, os participantes em relação ao conteúdo de funções proposto no jogo. Foi perguntado se o conteúdo de funções pode ser percebido durante as jogadas (realização do jogo) e se obtiveram os seguintes resultados: 10 duplas e o trio responderam sim e uma dupla respondeu não.

No entanto, a dupla D3 diz que percebeu elementos do conteúdo nas cartas de captura dos nobres da família real Matema, já D4 percebeu as funções nas fichas de proteção aos nobres da família real Matema.

De acordo com D12, *“o jogo tem muito potencial, é muito bem elaborado”*, mas não especificou em que sentido o jogo tem potencial ou em relação a quais conteúdos. D11 apontou que o jogo *“contribui para a aprendizagem de*

funções" e, de acordo com P1, o jogo tem potencialidades para o ensino de função que podem ser percebidas "nas jogadas durante a construção de estratégias de ataque e defesa, na cartela de captura da família real e fichas de proteção".

D9 diz que no jogo "faz-se uma boa estratégia para introduzir o conteúdo de funções", referindo-se à necessidade de os estudantes responderem aos desafios propostos e relacionarem as fichas de posição inicial (PI) com as posições equivalentes (PE), uma vez que essas obedecem a uma lei (chave de criptografia) que pode ser entendida como a lei de formação de uma função. Já para P2, o jogo pode ser utilizado para a fixação do conteúdo de funções, comentando sobre "relações e exemplificando com as fichas de ataque".

Para D2, o jogo aborda, como temática principal, o conteúdo de funções, mas também pode ser utilizado como auxílio na aprendizagem do "conteúdo de multiplicação e adição", mas não especificou o conjunto.

Dessa forma, concluiu-se que o material didático pode ser utilizado, de acordo com os participantes, para o ensino de funções (introdução ou fixação) e multiplicação e adição de números naturais, por exemplo.

Sugestões

A última categoria elencada para analisar o modelo construído diz respeito a sugestões dos participantes em relação a melhorias que podem ser feitas no jogo, a fim de facilitar sua compreensão e utilização na Educação Básica.

De maneira geral, os participantes sugeriram mudanças no manual do jogo. D8 apontou a importância de "aumentar um pouco mais as letras", facilitando a visualização, para que pessoas com deficiência visual ou baixa visão pudessem ser contempladas com o jogo. Ou seja, é necessário repensar o material, considerando a perspectiva inclusiva, a fim de que esse possa alcançar maior número de estudantes.

P1 e P2 sugerem que o jogo seja mais apropriado para ser utilizado com estudantes do 1º ano do Ensino Médio e D9 comenta que, caso seja usado com estudantes do 9º do Ensino Fundamental, será necessário que haja "significativa mudança" em suas regras, a fim de facilitar o entendimento. A "retirada do segundo nível e abordar as regras de maneira mais simples e explicativa", esclarecendo as diferentes fichas de proteção à família real Matema e quando deve ser mudada a estratégia de ataque, é um exemplo de sugestão; além disso, "explicar melhor como deve ser feita a defesa do nobre Matema".

P1 ainda comenta que, em vez de o jogo ser utilizado para introduzir o conteúdo, poderia ser utilizado para "fixar os conhecimentos" relacionados a funções adquiridos em momentos anteriores.

De acordo com D11, "seria interessante que, além de explicar a função da carta, ter também algum exemplo de uma determinada situação onde ela é usada como estratégia", a fim de que fosse possível jogar o jogo apenas com o auxílio do manual.

Por fim e unanimemente, os participantes ressaltaram que a participação do professor como mediador durante a utilização do jogo é crucial para seu entendimento. Destacaram que, após a explicação dada pela pesquisadora, as regras do jogo ficaram mais claras, o que possibilitou entender melhor o material e jogar as partidas. Ainda, observaram que, com os ajustes indicados e a explicação dos professores, seria possível utilizar o jogo Reino das Funções no 9º do Ensino Fundamental para introduzir ou fixar o conceito de funções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve o objetivo de analisar a construção e a validação do jogo Reino das Funções, elaborado utilizando os princípios da MM para o ensino e aprendizagem do conceito de funções. Foram realizados estudos acerca de duas tendências da Educação Matemática: MM e jogos pedagógicos.

Participaram 23 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática e dois professores da Educação Básica do município de Amargosa, participantes do PIBID. Para a produção dos dados, foram feitas observações do desenvolvimento da proposta com os participantes e questionários foram respondidos para validação do jogo. Todos os dados produzidos serviram como base para que fosse respondido o problema de pesquisa desse estudo.

Buscou-se abordar duas tendências da educação Matemática – MM e jogos –, no que se refere ao processo de construir novos jogos, observando as semelhanças entre a MM concebida por Biembengut (2014; 2016) e a elaboração de jogos de tabuleiro conforme Carretta (2017).

Assim, objetivou-se construir um jogo para abordar o conceito de funções para estudantes do 9º do Ensino Fundamental. No entanto, a partir das análises dos dados, percebeu-se que a proposta, para ser aplicada nesse

ano escolar, precisa de algumas modificações, como a simplificação das regras, a reestruturação e a reescrita do manual, a fim de que esse seja mais autoexplicativo e contribua para a compreensão do jogo.

Teve-se a intenção de elaborar um jogo de introdução, utilizado para introduzir um novo conteúdo matemático, que nesse caso seria a ideia do que é uma função, sendo essa a relação entre conjuntos, e quais seus elementos como domínio, contradomínio, imagem, zero da função e valor numérico. Entretanto, a partir das análises, concluiu-se que o jogo pode ser utilizado tanto para a introdução de conteúdos quanto para revisão e fixação de conceitos, configurando-se como jogo de fixação, a depender do objetivo do(a) professor(a) que o utiliza.

Além disso, salienta-se que o material didático pode ser utilizado no 1º ano do Ensino Médio para introduzir o conteúdo de funções, dada sua complexidade para estudantes do 9º ano.

Conclui-se que, ao elaborar o modelo Reino das Funções, a pesquisadora, primeira autora deste artigo, pode ter um contato mais estreito com as duas tendências da Educação Matemática que foram base desta pesquisa, o que contribuiu para sua formação acadêmica e pessoal. Além disso, esses estudos possibilitaram a elaboração de um material didático que pode contribuir para o ensino e aprendizagem do conceito de função, podendo ser utilizado nas aulas de Matemática, com intuito de torná-las mais atrativas e dinâmicas, despertando o gosto dos estudantes pelo saber e pela disciplina, uma vez que a utilização do jogo em sala de aula é uma perspectiva de continuidade desta investigação.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Curadoria de dados:** Souza JN; **Análise formal:** Souza, JN; **Pesquisa:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Metodologia:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Administração do projeto:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Supervisão:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Validação:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Visualização:** Souza JN; Teixeira J; Madruga ZEF; **Redação – Preparação do rascunho original:** Souza JN; **Redação – Revisão e edição:** Teixeira J; Madruga ZEF;

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Todos os dados foram gerados ou analisados neste estudo.

FINANCIAMENTO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

AGRADECIMENTOS

Projeto Tecnologias no Ensino e Inovações Aplicadas (TEIA);
Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Tendências da Educação Matemática e Cultura (GEPTeMaC);
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), Subprojeto Matemática da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. C. L. **Jogos de tabuleiro e apropriação de ambientes:** o círculo mágico e a suspensão tática do cotidiano. 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Mídia e Cotidiano) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** São Paulo: Contexto, 2010.

- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino** – Aprendizagem de Matemática. Blumenau: Editora da FURB, 1999.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. São Paulo: EDIFURB, 2014.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora, 2010.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Básica. Conselho Nacional de Educação**. BNCC - Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/SEB/CNE, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.
- CARRETTA, M. L. Um Campo Reticulado, Meeples, Itens, Desafios e três Design Tricks a gosto: Quest 3x4, método para criação de jogos de tabuleiro. In: SBGames, XVI. 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2017.
- DALLA VECHIA, R. **A Modelagem Matemática e a Realidade do Mundo Cibernético**. 2012. 275 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.
- D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus, 2009.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigando em educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2007.
- GÓES, L. E. S. Modelagem Matemática e Jogos Digitais. In: Encontro Brasileira de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática - EBRAPEM, 21. 2017, Pelotas. **Anais...** Pelotas, UFPel, 2017.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas: Alínea, 2001.
- KAMINSKI, M. R.; BOSCARIOLI, C. Criação de jogos digitais na perspectiva de introdução à Modelagem Matemática nos anos iniciais. **Revista Thema**, Pelotas, v. 15, n. 4, p. 1538-1548, 2018. <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.1538-1548.1060>
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1986.
- MADRUGA, Z. E. F.; BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem & Aleg(o)rias**: um enredo entre cultura e educação. Curitiba: Appris, 2016.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- MOURA, M. O. **Jogo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2008.
- PATARO, P. M.; BALESTRI, R. **Matemática Essencial**. 9º ano: Ensino Fundamental, anos finais. São Paulo: Scipione, 2018.
- RIBEIRO, F. D. **Jogos e Modelagem na Educação Matemática**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- SANTOS, A. W. M.; JESUS, G. B. Um estudo referente aos jogos em três coleções de livros didáticos de Matemática para o Ensino Fundamental. In: Encontro Baiano de Educação Matemática, XVI. 2004, Salvador. **Anais...** Salvador, 2015.
- SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; MILANI, E. **Cadernos de MATHEMA**: jogos de Matemática- 6º a 9º. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- VIEIRA, V. L. **Álgebra abstrata para licenciatura**. Campina Grande: EDUEPB, 2013.