

JOGO DO ESPIÃO: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE SISTEMA NUMÉRICO BINÁRIO E MATRIZES

SPY GAME: A TEACHING RESOURCE FOR TEACHING THE BINARY NUMERICAL SYSTEM AND MATRICES

Wellington Domingos Alves¹ 

Wallysonn Alves de Souza² 

Resumo

Considerando a necessidade de contribuir com o ensino da matemática na educação para uma formação integral, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de um jogo como estratégia didática para o ensino de sistema numérico binário e matrizes para estudantes de nível médio técnico. Trata-se de uma sequência didática, que visa estimular o raciocínio lógico e crítico dos alunos, enfatizando a relação simbiótica entre teoria e prática, de forma dinâmica e lúdica. A metodologia aplicada nesse estudo é de abordagem qualitativa do tipo descritiva. Assim, foram adotados como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica exploratória e a pesquisa de campo, utilizando como instrumentos para coletas de dados questionários semiestruturados e fichas de observação. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Maranhão, com uma amostra de 28 alunos de um curso técnico e a avaliação dos resultados foi realizada usando algumas técnicas de análise de conteúdo. Desse modo, observou-se que a aplicação do Jogo do Espião colaborou para a interação e socialização dos conhecimentos construídos pelos estudantes, favorecendo a aprendizagem significativa dos conteúdos propostos. Além disso, possibilitou um novo olhar sobre a contribuição da matemática para o desenvolvimento de novas ideias e o avanço da ciência. Isso nos permitiu inferir que o jogo possibilitou aos educandos perceber o potencial de suas capacidades cognitivas, elevando o nível de confiança em si mesmos, como seres capazes de cooperar uns com outros e com o desenvolvimento de ações que podem transformar o meio em que vivem.

Palavras-Chave: Ensino da Matemática. Jogo. Aprendizagem Significativa. Formação Integral.

Abstract

Considering the need to contribute to the teaching of mathematics in education for integral training, this work aimed to evaluate the use of a game as a didactic strategy for teaching binary numerical systems and matrices for students of technical high school level. It is a didactic sequence, which aims to stimulate students' logical and critical reasoning, emphasizing the symbiotic relationship between theory and practice in a dynamic and playful way. The methodology applied in this study is of a descriptive qualitative approach. Thus, exploratory bibliographic research and field research were adopted as methodological procedures, using semi-structured questionnaires and observation sheets as instruments for data collection. The research was carried out at the Federal Institute of Maranhão with a sample of 28 students from a technical course. The analysis of the results was carried out using some content analysis techniques. Thus, it was observed that the application of the Spy Game collaborated for the interaction and socialization of the knowledge constructed by the students, favoring the meaningful learning of the proposed contents. In addition, it enabled a new look at the contribution of mathematics to the development of new ideas and the advancement of science. This allows us to infer that the game enabled the students to realize the potential of their cognitive abilities, raising the level of confidence in themselves, as beings capable of cooperating with each other and with the development of actions that can transform the environment in which they live.

Keywords: Mathematics teaching. Game. Meaningful Learning. Integral Formation.

¹ Mestrando do Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas. Atualmente é professor do Instituto Federal do Maranhão.

² Dr. em Engenharia Elétrica pela UNESP. Atualmente é professor do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas, atuando nos cursos de Licenciatura em Matemática e no Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT).

1 Introdução

O Relatório Brasil no PISA³ 2018 (2019), mostra que o nosso país figura entre as últimas colocações entre os países avaliados. Os dados mostram que resultados do Brasil estagnaram nas últimas edições, sendo as médias de 2015 e 2018 menores que as de 2009 e 2012. Sobre o ensino da matemática, em uma escala de seis níveis de proficiência, 68,1% dos estudantes brasileiros encontram-se no nível 1 ou abaixo dele. Isso significa que eles não conseguem relacionar os conteúdos matemáticos para resolver problemas práticos do cotidiano. Essas informações são corroboradas pelos resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), quando em 2015, apenas 7,3% dos estudantes apresentaram desempenho adequado em relação aos conhecimentos de matemática, enquanto a meta para esse ano era de 40,6%.

Para Beltrão, Gonzaga, Macêdo e Barbosa (2017, p. 120), “apesar de ser utilizada praticamente em todas as áreas do conhecimento, nem sempre é fácil mostrar aos alunos, aplicações que despertem seu interesse ou que possam motivá-los através de problemas contextualizados”. Tais fatos denotam que é preciso empreender esforços que facilitem o processo de ensino da matemática, que por vezes, têm seus conteúdos tratados apenas teoricamente, desarticulados com a prática. Conforme Araújo e Frigotto (2015, p. 69), “a ação pedagógica é tomada como ação material, que subordina os conteúdos formativos aos objetivos de transformação social, visando à produção, portanto, da emancipação”. Trata-se de buscar formas de despertar o interesse, a criatividade, a criticidade e a reflexão nos processos de ensino.

Em consonância com tais perspectivas, esse artigo apresenta os resultados de uma das etapas de uma pesquisa maior, realizada em uma turma do curso técnico de informática do ensino médio integrado. De maneira geral, são apresentados os resultados da aplicação de duas atividades que compõem um jogo pedagógico, desenvolvido durante o Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do Instituto Federal do Tocantins, para o ensino de sistema numérico binário e matrizes.

Para tanto, esse trabalho toma como principais referências teóricas: Moreira (1997, 1999, 2012) o qual apresenta a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak; no que diz respeito às contribuições dos jogos didáticos para o processo de ensino e de aprendizagem, tomamos como principais autores Chateau (1987), Grandó (1995, 2000), Kishimoto (2011), Ortiz (2005) e Smole *et al.* (2008). As atividades do jogo, propostas como uma sequência didática, foram elaboradas de acordo com as orientações de Zabala (1998). O procedimento investigativo fez uso

³ Coletânea de informações sobre o desempenho dos estudantes brasileiros no Programme for International Student Assessment (PISA) (no Brasil, Programa de Avaliação Internacional de Estudantes) que acontece a cada três anos.

da pesquisa do tipo descritiva de abordagem qualitativa e teve como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo.

Esse estudo subdivide-se em três partes. Na primeira é apresentada uma fundamentação teórica, onde buscou-se uma revisão de literatura acerca das contribuições dos jogos para o processo de construção do conhecimento na busca por uma aprendizagem significativa. Na segunda parte descreve-se a metodologia utilizada para alcançar os resultados da pesquisa. Finalmente, a terceira parte apresenta e discute os resultados obtidos em duas das atividades da pesquisa mostrando que a proposta de se utilizar os jogos didáticos, no ensino dos conteúdos de sistema numérico binário e matrizes, se revelou como um caminho para a construção do conhecimento a partir da relação simbiótica teoria e prática

Portanto, esse trabalho busca explicitar as intrínsecas peculiaridades que alçam o jogo como um importante recurso didático desenvolvido para auxiliar o fazer docente e a construção de uma aprendizagem significativa pelos estudantes.

2 Recursos Lúdicos como Mediadores de Práticas de Ensino

Se divertir, se distrair e ter momentos de ócio são elementos essenciais para o gozo de uma vida plena (DE MASI, 2000). Os jogos e as atividades lúdicas sempre ofereceram condições para melhorar o estado psíquico entre os cidadãos e o convívio social entre os diferentes povos, influenciando positivamente no desenvolvimento afetivo, físico, social, moral e intelectual daqueles que as praticam. Segundo Ortiz (2005), o jogo é tão antigo quanto a humanidade e, portanto, algo imanente a ela, sendo assim “o ser humano sempre jogou, em todas as circunstâncias e em todas as culturas. Desde a infância, joga às vezes mais, às vezes menos e, através do jogo, aprendeu normas de comportamento que o ajudaram a se tornar adulto; portanto aprendeu a viver”.

Estando naturalmente imerso no seio social, o uso de jogos como metodologia de ensino é um processo utilizado há vários séculos. Na Grécia antiga, Platão fazia jogos de palavras e/ou lógicos com seus discípulos para ensiná-los (dialética) (GRANDO, 2000). Historicamente, eles cumprem uma função civilizatória, a criança, por exemplo, aprende por meio do jogo o que é uma tarefa, ela se organiza, se prepara para um desafio e aprende a respeitar regras (BRENELLI, 1996). Saviani (2008) afirma que no período colonial os índios brasileiros faziam uso de jogos para educar e preparar suas crianças para a vida adulta, eles imitavam pássaros e recebiam como brinquedos arcos e flechas, aprendendo assim a manuseá-los.

Nesse sentido, aproveita-se o jogo para instruir e construir as premissas necessárias para o mundo adulto. A sagacidade em usar os jogos como uma estratégia de ensino consiste justamente no fato de estimular suavemente e progressivamente nas crianças, nos jovens e também nos adultos

o hábito, os valores sociais, os princípios morais e éticos de cada sociedade. A atividade lúdica e o jogo realizado em casa ou fora dos muros da escola tem sempre um papel pedagógico, conforme Chateau (1987, p. 124) “é muito claro que o jogo não exercita apenas os músculos, mas a inteligência” independentemente do local ou cultura em que estejam inseridos. Além disso, o jogo favorece o aprendizado pelo erro estimulando a exploração, investigação e solução de problemas sem constranger o participante quando se erra (KISHIMOTO, 2011). O indivíduo envolvido numa situação de jogo passa a construir seu conhecimento de maneira não só teórica, mas também prática, interativa e lúdica.

Por isso, a Base Nacional Comum Curricular (2017), preconiza que os jogos são atividades que devem explorar a criatividade e o respeito às regras, à obediência, bem como o desenvolvimento do ato lúdico. Assim, natural ou propositalmente, todo esse potencial formativo e preparativo vergou-se para finalidades pedagógicas explícitas para o ensino de diversos conteúdos e disciplinas, como por exemplo, a Matemática.

Strapason e Bisognin (2013) afirmam que a utilização dos jogos como estratégia de ensino e aprendizagem da Matemática tem sido fruto de inúmeras pesquisas. Smole e Diniz (2016) e Liell e Bayer (2018) afirmam que o trabalho com jogos tem potencialidades que favorecem o desenvolvimento da linguagem, diferentes processos de raciocínio e interação social no âmbito escolar, além de possibilitar ao aluno enfrentar com êxito situações conflitantes de suas atividades diárias. Assim, trabalhar com “jogos nas aulas de matemática, quando bem planejado e orientado, auxilia o desenvolvimento de habilidades como observação, análise, levantamento de hipóteses, busca de suposições, reflexão, tomada de decisão, argumentação e organização” (SMOLE *et al.*, 2008, p. 9). Não se trata de enaltecer o uso de jogos como a solução de todos os problemas do ensino da matemática, mas, sobretudo, de buscar alternativas que facilitem esse processo. Em ambos trabalhos as autoras destacam a importância de um bom planejamento e o envolvimento do professor como mediador entre o saber científico e o saber ensinado⁴, permitindo aos alunos a superação de obstáculos na aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Portanto, espera-se que o jogo em seus múltiplos aspectos seja produtivo ao ambiente escolar, tanto ao professor, que busca um elemento facilitador para o ensino, quanto para o aluno,

⁴ Trata-se de conceitos utilizados pela teoria da Transposição Didática proposta por Chevallard. Segundo Machado (2008) um saber socialmente produzido nos meios acadêmicos pode ser, quase sempre, relativamente descontextualizado. Ao estudante, por exemplo, é essencial a compreensão da relação entre a dimensão teórica e prática do conhecimento, assim quando ele passa a ter domínio sobre um saber desenvolve práticas transformadoras e geradoras de novos conhecimentos. Para Chevallard (2013) o ensino depende da existência de uma intenção de ensinar e envolve diretamente a relação didática entre três elementos: o professor, o processo de ensino e conhecimento ensinado. É nessa perspectiva que o professor é visto como mediador das práticas de ensino e aprendizagem, tornando o conhecimento científico acessível ao estudante.

que está em busca da construção do conhecimento. Deseja-se que o jogo seja o elo que contribua para o desenvolvimento de estratégias que estimulem a resolução de problemas na medida em que possibilita explorar as capacidades cognitivas dos participantes.

3 Caminhos para uma Aprendizagem Significativa

Sobre o ensino da matemática, Smole *et al.* (2008, p. 11) afirmam que “a interação entre os alunos, a socialização de procedimentos encontrados para solucionar uma questão e a troca de informações são elementos indispensáveis em uma proposta que visa uma aprendizagem significativa da matemática”. Asseveram ainda que para se trabalhar com jogos é necessário o planejamento de uma sequência didática (SD), esse é um recurso facilitador que garantiria uma intervenção⁵ mais efetiva do professor. Assim, esse trabalho também busca aporte teórico em Zabala (1998), no que diz respeito ao planejamento e execução de uma SD. Essas abordagens são complementares e convergem em múltiplos aspectos, propiciando um ambiente favorável para a investigação de soluções para diferentes situações-problema.

Segundo Moreira (2012), para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o estudante possua em sua estrutura cognitiva algum tipo de conhecimento prévio ou ideia-âncora, o qual interagirá com um novo conhecimento, adquirindo assim novos significados e uma maior estabilidade cognitiva. Tal pensamento também é compartilhado por Zabala (1998, p. 33, grifo do autor) quando afirma que os “esquemas de conhecimento de um aluno depende do *nível de desenvolvimento* e dos *conhecimentos prévios* que pôde construir”. Além disso, para que a aprendizagem seja significativa é necessário que o material utilizado nos processos de ensino e aprendizagem sejam potencialmente significativos, isso ocorre quando o material é relacionável com a estrutura cognitiva do aluno. Tal abordagem pode ser feito por meio de um processo instrucional programático, uma organização sequencial do conteúdo e/ou atividade (MOREIRA, 1997; 1999).

Nesse sentido, o uso de uma SD configura-se como a uma boa estratégia, visto que se trata de “um conjunto ordenado de atividades estruturadas e articuladas para a consecução de um objetivo educacional em relação a um conteúdo concreto” (ZABALA, 1998, p. 78). Essa visão converge para as mesmas concepções da diferenciação progressiva proposta pela aprendizagem significativa. Ambas possibilitam ao estudante ir construindo suave e progressivamente o

⁵ A palavra ‘intervenção’ é usada nesse texto segundo concepção de Damiani *et al.* (2013, p. 58), entendido como “investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam”. Ainda segundo os autores, trata-se de ações pedagógicas aplicadas que tem como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos, no caso da educação, contribuir com o processo de ensino e aprendizagem.

conhecimento, de modo que os conceitos básicos são apresentados primeiro, servindo de ancoradouro para novas aprendizagens. Tais aspectos se compatibilizam com o uso de jogos como um recurso pedagógico interventivo, em especial aquele realizado em fases, onde um nível mais simples cria condições para o nível seguinte mais complexo.

Logo, o Jogo do Espião concebido dentro desses aportes teóricos, configura-se como um recurso potencialmente capaz de proporcionar condições para o ensino e aprendizagem de sistema numérico binário e matrizes. O que facilita a análise e a identificação de possíveis dificuldades, definindo estratégias para superá-las, bem como estimular o trabalho em equipe e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos participantes.

4 Metodologia

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Maranhão com uma amostra de 28 estudantes do curso de informática do ensino médio integrado. Trata-se de uma pesquisa qualitativa-descritiva que buscou analisar e descrever como se deu o processo de aprendizagem dos participantes durante a realização das atividades que compõem o jogo. Segundo Junior (2015, p. 59), esse tipo de pesquisa permite “recolher diretamente na fonte os dados necessários à realização de seu trabalho, no momento de sua ocorrência, durante um determinado tempo”.

Para o levantamento de dados foram adotados como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo. Sendo que para esta última, foram utilizados questionários semiestruturados e fichas de observação. Tais instrumentos permitiram fazer uma avaliação diagnóstica a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos e analisar as contribuições do jogo para a aprendizagem matemática. A análise dos dados deu-se por meio de técnicas próprias da análise de conteúdo a partir da visão de Bardin (2016), segundo esse autor, a análise de conteúdo é composta por diversas técnicas onde o que se busca é a descrição do conteúdo emitido pelos sujeitos, seja na forma verbal ou de textos.

Desse modo, tanto os dados obtidos dos questionários, como das fichas de observação foram analisados a partir desses métodos analíticos à luz do referencial teórico utilizado para o embasamento deste estudo.

4.1 Jogo do Espião

O Jogo do Espião⁶ é uma sequência didática que faz uso das tramas de espionagem e transmissão de mensagens secretas para situar os jogadores num contexto histórico, lúdico e criativo. Dessa maneira, valendo-se de noções básicas de criptografia, e suas implicações históricas

⁶ O Jogo do Espião pode ser encontrado no endereço eletrônico...

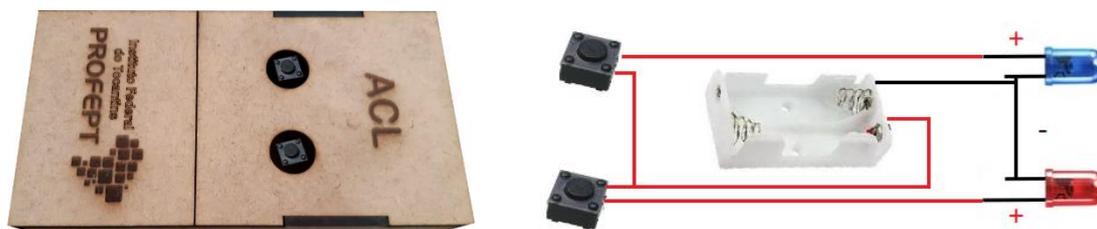
e contemporâneas, foram desenvolvidas quatro missões (etapas do jogo) que exploram o uso de sistema numérico binário e matrizes para codificar e decodificar mensagens, dando um caráter prático a teoria que envolve esses dois conteúdos. O jogo inicia com um nível mais simples e evolui para níveis mais complexos, exigindo dos estudantes a compreensão do que foi observado e aprendido na fase anterior para elucidação dos desafios seguintes.

Antes de iniciar o jogo, foi destinado um tempo à mobilização e contextualização dos temas propostos nessa atividade, criando assim os organizadores prévios e subsunçores necessários para sua realização, conforme preconiza Moreira (2012). Nesse caso, foi exibido o filme “O Jogo da Imitação”, cujo enredo faz uso da matemática em tramas de espionagem durante a Segunda Guerra Mundial, explicitando a necessidade e importância de se garantir uma comunicação segura entre interlocutores distantes.

Para jogar foram formadas equipes com quatro integrantes, sendo a escolha feita por sorteio e, posteriormente, escolheram um codinome para suas equipes e um líder que os representassem junto ao chefe das missões (nesse caso, o professor pesquisador). Os codinomes escolhidos foram: As Decodificadoras; Cripturing; Esquadrão α ; Nação Secreta; e Hackers. O objetivo da missão 1 era elucidar as mensagens criptografadas que eram entregues às equipes pelo chefe dentro de envelopes. Nas demais missões, as equipes recebiam mensagens e estas deveriam ser criptografadas e, em seguida, transmitidas aos demais grupos que, por sua vez, faziam a decifração e entregavam o resultado ao chefe. Para cada codificação e decodificação feita corretamente as equipes acumulavam pontos, ao final do jogo, a equipe com a maior pontuação se sagrava campeã.

Assim, a primeira missão explorou a decodificação de mensagens por meio do método desenvolvido e utilizado pelo imperador romano Júlio César, a Cifra de César. A segunda missão trabalhou o uso do código Morse por meio do Aparelho de Comunicação Luminoso (ACL), desenvolvido especialmente para o ensino do referido código, conforme pode ser observado na Figura 1. Ao receber as mensagens as equipes associaram as letras com seus correspondentes no alfabeto Morse e, em seguida, as transmitia via ACL, onde o ponto representava um sinal luminoso curto e o traço um sinal luminoso longo.

Figura 1 – Aparelho de comunicação luminoso e esquema de montagem



FONTE: Próprio autor (2020)

Assim, as equipes puderam se ambientar com o ACL, treinando o envio e a recepção de mensagens por meio do código Morse. Executada as missões 1 e 2, as equipes estavam preparadas para realizar as missões 3 e 4 que exploraram os conteúdos de sistema numérico binário e matrizes para criptografar mensagens, foco das discussões desse trabalho.

Para realizar a missão 3, primeiramente foi apresentado um relato histórico sobre sistema numérico binário e uma revisão acerca do método de conversão do sistema numérico decimal para o binário e vice-versa. Realizada as considerações iniciais, os envelopes contendo as mensagens da Missão 3 foram disponibilizadas as equipes. Além disso, cada envelope continha um algoritmo para criptografar e decriptar as mensagens usando o sistema numérico decimal, binário e o código Morse. Assim, para executar com sucesso a missão os alunos realizaram os seguintes passos:

I – associaram as letras das palavras com seu correspondente no sistema numérico decimal, onde, A = 1, B = 2, ... , Z =26;

II – converteram cada número do sistema numérico decimal para o sistema binário;

III – associaram o algarismo 0 com o ponto, o algarismo 1 com o traço e emitiram a mensagem as demais equipes por meio do ACL;

IV – ao receptarem as mensagens transmitidas, as equipes as decodificaram executando o caminho inverso aos procedimentos descritos acima.

Veja um exemplo da missão 3 na Figura 2.

Figura 2 – Desenvolvimento da missão 3

<p>MISSÃO 3 - MENSAGEM 1</p> <p>Associe o alfabeto ao sistema numérico decimal, depois converta-os em números binários, associe ao código Morse e envie utilizando o ACL.</p> <p>PATO / FITA</p>	Mensagem 1:	PATO / FITA
	Sistema decimal:	16 1 20 15 / 6 9 20 1
	Sistema binário:	10000 1 10100 1111 / 110 1001 10100 1
	Código Morse:	----- •••• - •••• - - - - / - •••• - •••• - •••• -

FONTE: Próprio autor (2020)

O objetivo dessa missão foi enviar e receptor corretamente as mensagens usando o processo de conversão entre os dois sistemas numéricos.

Um pouco mais complexa, a missão 4 exigiu mais atenção dos estudantes. Para tanto, foi realizada uma breve revisão sobre o conteúdo de matrizes, uma vez que, todos os assuntos pertinentes a realização das atividades tinha sido recentemente abordada em sala de aula. Assim, os envelopes contendo a Missão 4 foram entregues para as equipes. Além disso, cada envelope continha um algoritmo para criptografar e decriptar as mensagens usando matrizes, sistema numérico decimal, sistema binário e o código Morse. Para executar essa missão os estudantes realizaram os seguintes passos:

Proposto dessa maneira, as duas últimas missões, podem se constituir como elementos responsáveis por estabelecer as ligações entre teoria e prática, as vezes negligenciado no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos. Ao serem desafiados a desvendar os segredos ocultos nas mensagens, os participantes enfrentaram momentos de dificuldades, dúvidas, questionamentos e reflexões, elementos basilares que possibilitaram o desenvolvimento de capacidades cognitivas que lhes permitiram ir, coletivamente, construindo seu próprio conhecimento. A seguir são relatados alguns acontecimentos e resultados da aplicação dessas duas atividades.

5 Resultados E Discussões

A partir das fichas de observação, dos registros feitos durante as rodas de conversa e dos questionários aplicados ao final de cada missão, os dados coletados foram analisados de acordo com a metodologia proposta nesse trabalho. Verificou-se a partir das observações o modo como os alunos foram capazes de relacionar a teoria e a prática dos conteúdos apresentados no jogo. Além disso, verificou-se também como o Jogo do Espião foi capaz de proporcionar um novo olhar sobre a matemática e sua importância para o desenvolvimento da ciência e de novas tecnologias.

5.1 Missão 3: sistema numérico binário e código Morse

Da análise dos resultados obtidos durante essa missão, observou-se que a equipe Hackers aprimorou a estratégia para visualizar e registrar as informações que eram repassadas pelas equipes adversárias. Inicialmente, todos os integrantes visualizavam e anotavam as informações recebidas e depois conferiam com os colegas. Como não estavam habituados a trabalhar com o ACL, esse procedimento comprometeu a qualidade da recepção, gerando discrepância entre as informações visualizadas e registradas, às vezes, isso acontecia entre todos os integrantes da equipe. Isso acontecia por que os alunos alegaram que não conseguiam observar os sinais luminosos e anotar as informações simultaneamente. Com a nova estratégia, eles dividiram a equipe em duas duplas. Em cada dupla, um integrante era responsável apenas por visualizar a mensagem emitida, enquanto o outro somente registrava a informação anunciada pelo colega. Depois as duas duplas comparavam o resultado, caso houvesse divergência, analisavam qual palavra tinha sentido lógico e assim revelavam a mensagem. Isso deu mais segurança a equipe, uma vez que, duas pessoas estavam observando os sinais luminosos. Essa estratégia foi percebida pelas demais equipes que passaram a copiá-la.

Quanto aos cálculos exigidos na missão, as equipes Cripturing e Nação Secreta adotaram planos semelhantes para converter os números decimais em binários. Para acelerar o processo de

decriptação, ambas as equipes converteram dos valores 2 a 26, o que corresponde ao total de letras do alfabeto, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 – Correspondência entre o sistema numérico decimal e binário

Decimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Binário	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001
Decimal	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Binário	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000	10001	10010	10011
Decimal	20	21	22	23	24	25	26			
Binário	10100	10101	10110	10111	11000	11001	11010			

FONTE: elaborado pelo autor (2020)

Segundo as equipes, isso agilizou todo o processamento de informações nessa missão. Mas foi a equipe Cripturing que fez considerações importantes sobre a sequência de números binários. Observando os números 2, 4, 8 e 16 eles perceberam que os correspondentes binários eram representados potências de base 10, assim por analogia deduziram que 32 e 64 seriam, respectivamente, 100000 e 1000000. Perceberam também que todo antecessor desses valores eram compostos apenas pelo algarismo um, como como é o caso de 1, 3, 7 e 15. Assim, concluíram que o mesmo iria acontecer com 31 e 63. Verificaram, também, que para os sucessores de 2, 4, 8 e 16, bastava substituir no correspondente binário o último dígito por 1, como pode ser notado para os valores 3, 5, 9 e 17.

Tais proposituras foram explanadas na roda de conversa que aconteceu após a missão, o que provocou novas reflexões e inferências nos demais participantes. Assim, a equipe Esquadrão α percebeu que a sequência 2, 4, 8, 16, 32, 64 formava uma progressão geométrica (PG) de razão dois. E que os elementos dessa PG seriam os correspondentes de base 10, citados pela equipe Cripturing, o que traria mais agilidade para identificar os valores já mencionados.

Ademais, os estudantes começaram a inferir novas conjecturas a partir das novas evidências. As Decodificadoras perceberam que a sequência de números binários formava “conjuntos” com características específicas. Citaram que os números decimais 0 e 1 possuem correspondentes com apenas um algarismo; já os números 2 e 3 possuem representantes com dois algarismos; de 4 a 7, três algarismos; de 8 a 15, quatro algarismos e assim por diante. Logo, a equipe concluiu que a quantidade de algarismos nesses “conjuntos” formavam uma progressão aritmética de razão um. O Esquadrão α salientou que a quantidade de elementos de um conjunto é expressa pelo decimal que o inicia. Por exemplo, no “conjunto” com equivalentes binários de dois algarismos (2 e 3 em decimais), possuem apenas dois elementos. Nos conjuntos com representantes de três algarismos (4, 5, 6 e 7) possuem quatro elementos. Essa lógica prevalece para os “conjuntos” que se iniciam em 8, 16, 32, ..., e assim por diante.

Diante do exposto, pode-se observar que a Missão 3, produziu bons resultados. O Jogo do Espião, conforme assevera Smole *et al.* (2008) foi capaz de promover nos estudantes interpretações e inferências, que os possibilitaram estabelecer novas relações, mobilizando conhecimentos que já possuíam (MOREIRA, 2012), para elaborar estratégias de ações em prol de soluções de problemas que lhes foram apresentados. O jogo enquanto uma intervenção pedagógica planejada, foi capaz de “produzir avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam” (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 58).

5.2 Missão 4: usando matrizes para criptografar mensagens

Essa etapa do jogo requereu um acompanhamento mais atento do professor pesquisador, uma vez que o processo criptográfico exigiu uma orquestrada sequência de cálculos envolvendo matrizes e sistema numérico binário. Ao tomar nota do algoritmo, as equipes tiveram dificuldades em compreendê-lo, gerando debates em como deveriam proceder. Nesse momento, coube ao professor pesquisador oferecer ajuda contingente, que de acordo com Zabala (1998), trata-se de uma ajuda necessária sem a qual o aluno por si só dificilmente conseguiria aprender significativamente. Oferecer ajudas contingentes

supõe intervir e oferecer apoio em atividades ao alcance dos meninos e meninas para que, graças ao esforço no trabalho e a essas ajudas, possam modificar os esquemas de conhecimentos e atribuir novos significados e sentidos que lhe permitam adquirir progressivamente mais possibilidades de atuar de forma autônoma e independente em situações novas e cada vez mais complexas.(ZABALA, 1998, p. 98)

Com os direcionamentos necessários para a compreensão do algoritmo, as equipes começaram a entender o que lhes estava sendo proposto. Ainda assim, durante os cálculos as equipes cometeram alguns equívocos, tais como: inverter a ordem da multiplicação das matrizes, contrariando a orientação dada pelo algoritmo da missão. Dessa maneira, as equipes encontraram valores que extrapolavam a correspondência estabelecida entre o alfabeto e o sistema numérico decimal informado pelo algoritmo. Ou ainda, obtinham valores negativos para a matriz mensagem, o que era improvável. Em ambos os casos, as equipes revisaram os cálculos e também consultaram o algoritmo até perceberem o erro e corrigi-lo.

Durante essa missão, os estudantes mostraram bastante compromisso e concentração nos cálculos que realizaram. A ajuda entre os membros da equipe foi importante e a estratégia de manter as duplas trabalhando para depois comparar os resultados foi mantida. Assim, a medida que avançavam nas etapas da missão os cálculos e procedimentos eram comparados entre as duplas. Em caso de divergência, procuravam o erro e, ao detectá-lo, a correção era feita por toda a equipe.

O procedimento de divisão em duplas, concomitante ao trabalho colaborativo, foi uma estratégia de sucesso. Isso permitiu o avanço das etapas da missão ao mesmo tempo em que os alunos com mais dificuldades recebiam orientações dos colegas. Para além do desejo de vencer, as equipes estavam comprometidas em fazer com que todos os integrantes entendessem e dominassem os cálculos usados na missão.

Encerrada as atividades dessa missão, as equipes socializaram novas ideias que poderiam ser agregadas a esse processo criptográfico. Lembraram que a mensagem poderia ser criptografada pela Cifra de César antes de ser associada ao sistema numérico decimal, e assim usar as matrizes para criptografá-las. Isso aumentaria consideravelmente o nível de dificuldade ao se tentar decifrar a mensagem. Foi proposto também alterações na matriz cifra. A equipe Cripturing, percebeu que o determinante das matrizes cifras resultava sempre no valor um – valor mantido propositalmente para facilitar os cálculos. E assim, sugeriu que fosse adotada matrizes cifra do tipo $\begin{pmatrix} \text{sen } \frac{\pi}{2} & \text{cos } \pi \\ -2 & 3 \end{pmatrix}$ ou $\begin{pmatrix} i^2 & 4 \\ i^0 & 5 \end{pmatrix}$. Questionados por qual motivo haviam dado essa sugestão, alegaram que o jogo “misturava” vários conteúdos, e que essa era uma forma de relembrar os conteúdos já estudados.

5.3 Mudança de postura dos participantes: um novo olhar sobre a matemática

A educação se tornou uma estratégia adotada pela sociedade para permitir que os indivíduos atinjam o máximo de suas capacidades e que sejam, socialmente, preparados para o crescimento pessoal e também cooperar com o próximo em ações comuns. Sendo o ensino da matemática parte imanente desse processo, o Jogo do Espião visa contribuir com a formação de cidadãos em sua completude, despertando o pensar e agir de maneira crítica sobre suas próprias condutas a fim de transformar o meio em que vivem. No que diz respeito a importância da matemática durante o jogo, uma das equipes escreveu “um segmento lógico que viabiliza o surgimento de informações, que irão solucionar o problema que é desvendar a mensagem. O conceito de matrizes de maneira simples, envolve números e posições. Os números e as posições são importante para a criptografia, sendo assim, o raciocínio matemático contribui grandemente para a solução” (informação escrita)⁷.

Convidados a comentar o que escreveram, a equipe disse não imaginar que o conteúdo de matrizes pudesse ser usado para criptografar mensagens. Que apesar de saberem de sua utilização para a computação não sabiam como ele poderia ser aplicado, sendo o jogo um ótimo exemplo. Segundo os estudantes o jogo possibilitou entenderem de maneira prática como matrizes

⁷ Informação relatada pela equipe Esquadrão α no questionário 2 após a roda de conversa da Missão 4.

podia ser utilizado além do treinamento de exercícios para resolução de provas de vestibular e ENEM. Outra equipe pontuou: “é de suma importância, pois a partir dele podemos aprofundar nossos conhecimentos indo além de um simples jogo de decodificar para algo muito mais sério, como é mostrado no filme ‘O Jogo da Imitação’” (informação verbal)⁸. Aqui os alunos disseram que o jogo foi surpreendente, pois além de os motivar a superarem suas dificuldades, também apresentou a matemática de forma mais atrativa e compreensível a todos. Quando questionados sobre o uso da palavra “sério”, comentaram que o aprendizado escolar pode, se usado de maneira criativa, ser utilizado para criar algo novo, auxiliando as pessoas no seu dia a dia ou até mesmo transformar a sociedade por meio de algo inovador.

Neste sentido, a mudança de postura dos estudantes foi algo perceptivo e intrínseco desta pesquisa. Todavia, tal mudança ocorreu de maneira não-arbitrária, mas sim como um processo natural da própria prática reflexiva dos discentes diante dos desafios que lhes foram propostos. Analisar e principalmente compreender como a matemática foi capaz de ajudar a transformar a sociedade, como no caso dos processos comunicativos, despertou o interesse e a motivação dos alunos pela matemática durante o Jogo do Espião. Portanto, ao se depararem com os problemas propostos pelo jogo, descobriram novos saberes, novas formas de fazer/construir ainda não imaginados. A partir daí os estudantes envolvidos na pesquisa ampliaram seu autoconceito, como orientado por Zabala (1998), passando a se reconhecerem como pessoas dotados de conhecimentos capazes de também serem agentes transformadores de sua própria realidade.

6 Considerações Finais

Esse trabalho buscou no uso de jogos uma estratégia didática que pudesse contribuir, com professores e alunos, para o ensino e aprendizagem de sistema numérico binário e matrizes. Diante do desafio de garantir uma aprendizagem significativa aos estudantes, justifica-se a relevância de criar propostas de atividades que podem dar sentido prático a conteúdos matemáticos que muitas vezes são tratados apenas teoricamente, desarticulados com a prática cotidiana e profissional dos alunos. Pensando nisso é que foi elaborado a sequência didática que se materializou como o Jogo do Espião.

A análise dos resultados mostrou a validade do uso do jogo como um auxílio e/ou alternativa de ensino dos conteúdos propostos. Neste contexto, pode-se inferir que a inserção do jogo como atividade didática possibilitou um despertar das capacidades cognitivas dos estudantes. Foi possível observar, analisar e discutir procedimentos de raciocínio lógico, cálculos e outras estratégias utilizados pelos participantes para a solução dos desafios apresentados. A medida que o jogo avançava, mudava de fase, os alunos foram capazes de compreender a articulação dos

⁸ Informação fornecida pela equipe Cripturing durante a roda de conversa realizada após a Missão 4.

conteúdos e como isso pôde se transformar em algo inovador. As ideias e opiniões dadas, indicam que a cada missão, os discentes eram capazes de construir novas conjecturas para relacionar um ou mais conteúdos matemáticos, e em alguns casos, com um nível maior de complexidade daquele apresentado pelo jogo.

Partindo-se do conhecimento prévio sobre fatos históricos relevantes acerca da necessidade, importância e evolução dos processos comunicativos a longa distância, os alunos se mostraram interessados, comprometidos e ativos durante a realização de todas as etapas e atividades do jogo. Conforme referencial teórico adotado nessa pesquisa, pode-se dizer que esse instrumento foi um mobilizador e motivador para que os alunos manifestassem uma predisposição em aprender de maneira significativa.

Além disso, durante a realização desse estudo foi perceptível a cooperação entre os alunos. O trabalho realizado em equipes despertou o espírito solidário dos participantes, fazendo com que estes se envolvessem com a aprendizagem do colega. Foram muitos os debates em prol da compreensão dos processos matemáticos que envolviam a realização das missões. Em alguns casos, o fato dos alunos compartilharem o aprendido com o colega de equipe, postergava a conclusão da missão. A ajuda, em determinados momentos, acontecia entre as equipes, algo incomum por se tratar de um jogo competitivo. Nota-se que, para além de ganhar ou perder, os estudantes estavam comprometidos com o saber, o saber fazer e a construção do conhecimento. Trata-se de um momento em que a preocupação dos alunos era entender o que estavam fazendo, como e por que o faziam, por isso cooperavam uns com os outros em prol de um bem comum. Essa é uma clara característica de uma formação humana integral.

Esse estudo mostrou também a necessidade da realização de ações pedagógicas, como as apresentadas neste trabalho, e estratégias de ensino que envolvam o estudante em atividades práticas e lúdicas. Tais atitudes devem vislumbrar uma aprendizagem que possibilite uma formação completa do ser humano, que contribua para a construção dos conhecimentos de que ele irá necessitar na sua vida pessoal, acadêmica e profissional. Além disso, ficou notório a necessidade de se buscar mais alternativas como esta, que possam auxiliar o fazer docente. Nesse sentido, valendo-se dessa mesma estratégia, o uso de jogos pode se estender para o ensino de outros conteúdos e/ou disciplinas em que a matemática se faz presente.

Portanto, a relevância dessa pesquisa considera que o uso de jogos, se devidamente planejado e executado, conforme as premissas teóricas que fundamentam esse estudo, contribuem com todos os entes envolvidos no processo educativo. A ideia estruturante é contribuir para a formação de um cidadão crítico, autônomo e capaz de desempenhar ações que transformem o bem-estar pessoal e social.

Referências

- ARAÚJO, M. L.; FRIGOTTO, G.. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 52, n. 38, p. 61-80, maio/ago. 2015.
- BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BELTRÃO, I. S. L.; GONZAGA, A. M.; MACÊDO, D. M. C.; BARBOSA, I. S.. Jogos matemáticos e suas possibilidades pedagógicas para o ensino das operações com números naturais. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 118-132, set/dez 2017.
- BRENELLI, R. P.. **O jogo como espaço para pensar**: a construção de noções lógicas e aritméticas. 9. ed. Campinas, São Paulo: Papyrus, 1996.
- BRASIL. **Base nacional comum curricular**: Brasília: MEC/CNE, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **IDEB – Resultados e Metas**. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Brasil no PISA 2018**: versão preliminar. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf. Acesso em: 16 jan. 2019.
- CHATEAU, J.. **O jogo e a criança**. Tradução Guido de Almeida. 4. ed. São Paulo: Sannus, 1987.
- CHEVALLARD, Y.. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. Traduzido por Cleonice Puggian. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2013.
- DAMIANI, M. F. *et al.*. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DE MASI, D.. **O ócio criativo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.
- GRANDO, R. C.. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino/aprendizagem da matemática**. 1995. 175f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.
- GRANDO, R. C.. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. 224f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.
- JUNIOR, M. J.. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso**: Instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos. 9ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2015.
- KISHIMOTO, T. M.. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LIELL, C. C.; BAYER, A.. A contribuição de jogos matemáticos para a formação da consciência ambiental na escola. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 48-64, mai/ago 2018.

MACHADO, S. D. A. (org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. 3 ed. São Paulo: EDUC, 2008.

MOREIRA, M. A.. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *In: Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo*, 2., 1997, Burgos. **Actas del II Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos: Universidad de Burgos, 1997. p. 19-44.

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.

_____. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**, La Laguna, Espanha. n. 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>. Acesso em: 06 abr. 2019.

ORTIZ, J. P.. Aproximação teórica à realidade do jogo. *In: MURCIA, J. A. M.(org.). Aprendizagem Através do Jogo*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed, 2005. p. 9-28.

SMOLE, K. S. *et al.*. **Jogos de matemática: 1º a 3º ano**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed, 2008.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (org.). **Materiais manipulativos para o ensino de frações e números decimais**. Porto Alegre, RS: Penso, 2016.

STRAPASON, L. P. R; BISOGNIN, E.. Jogos pedagógicos para o ensino de funções no primeiro ano do ensino médio. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p. 579-595, ago. 2013.

ZABALA, A.. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artamed, 1998.