

O desenvolvimento da resolução de problemas tendo um *game* como ponto de partida para o ensino de matemática

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as implicações do uso das Tecnologias Digitais por meio de um *game* com a resolução de problemas em que o problema é o ponto de partida. Para tanto, um estudo qualitativo foi realizado com 19 estudantes de uma universidade pública do Paraná. Um questionário contendo perguntas abertas foi utilizado para a coleta de dados. Após a análise dos dados, foi possível inferir que ao trabalhar o Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas com o *game Flippy Bit*, observou-se que o *game* teve a mesma função de uma situação de Matemática, de modo que implicou uma certa dificuldade aos licenciandos. Outrossim, os acadêmicos utilizaram seus conhecimentos prévios para poder jogar, em específico, os conhecimentos de adição, potenciação e base binária. Ao desenvolverem a atividade em grupo, puderam trocar ideias, analisar a resolução do colega, bem como realizar um trabalho colaborativo. É importante destacar que os grupos até chegaram a entender o processo, contudo, não sabiam como explicar exatamente o processo matemático de conversão por meio de cálculos. Assim, isso ocorreu por meio da articulação feita pelo professor. Após esse processo, os acadêmicos tiveram um aumento de 100% no nível alcançado no *game* por entenderem sobre como se faziam os cálculos matemáticos. Como potencialidades, os estudantes apontaram um processo de ensino diferente do tradicional, desenvolvimento do raciocínio lógico, favorecimento de uma aula mais interessante, autonomia, competitividade e o trabalho com conhecimentos prévios.

PALAVRAS-CHAVE: *Flippy Bit*. Base Hexadecimal. EAMvRP. Tecnologias Digitais.

INTRODUÇÃO

O ensino da Matemática por meio da resolução de problemas – RP tem sido pesquisado há décadas (CHI; GLASER, 1985; SCHOENFELD, 2014; MENDES; PROENÇA, 2020). Dentre as formas de abordá-la – ensino para, sobre e via/através (SCHROEDER; LESTER JUNIOR, 1989) –, no Brasil, o foco no campo da Educação Matemática tem se voltado para quando o problema é o ponto de partida para o ensino de um conteúdo (MENDES, 2023).

Nesse sentido, abordagens de ensino vêm sendo discutidas e testadas há décadas como Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas de Allevato e Onuchic (2021) e o Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas – EAMvRP de Proença (2018). Contudo, como nessas abordagens, o foco das discussões sobre como utilizá-las está em pesquisas desenvolvidas em sala de aula, com alunos atuando presencialmente.

Porém, com o advento das novas tecnologias digitais – TD, cada vez mais verificamos sua presença em sala de aula, visto que, segundo Prensky (2010), trabalhamos com estudantes nativos digitais, aqueles que já nasceram em contato com essas tecnologias. Consideramos assim, que é inevitável que o professor tenha que utilizá-las em algum momento em sua prática docente. No caso do Estado do Paraná, referente às aulas de Matemática, atualmente já é reservada uma certa carga horária para que os alunos utilizem a tecnologia digital por meio do *Matific*, *Khan Academy* e *Quizzes* (ALBERTONI, 2022). Essa relação também é destacada na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, quando em sua 5ª competência geral da Educação Básica destaca a compreensão, utilização e até criação de tecnologias digitais de forma a resolver problemas (BRASIL, 2018).

Nesse sentido, já há uma certa discussão sobre a associação entre as Tecnologias Digitais – TD e a resolução de problemas. O trabalho de Jacinto e Carreira (2017) analisou a resolução espontânea de problemas por meio do *software* Geogebra de uma aluna de 13 anos. Os resultados da pesquisa mostram que a estudante obteve uma fluência tecnomatemática, termo usado pelos autores quando há a relação entre seus conhecimentos e os de tecnologia por meio da resolução de problemas. Na mesma linha de pensamento, Santos-Trigo, Moreno-Armella e Camacho-Machín (2016) buscaram explorar em que medida professores da Educação Básica contam com recursos tecnológicos para articular ações epistemológicas e cognitivas em abordagens de resolução de problemas. Os autores destacam assim, que o “uso de tecnologias digitais desempenha um papel importante, tanto na representação e exploração de tarefas matemáticas quanto no acompanhamento da discussão fora da aula formal” (SANTOS-TRIGO; MORENO-ARMELLA; CAMACHO-MACHÍN, 2016, p. 827).

Tais estudos revelam que já há um interesse, mesmo que de maior ênfase internacional, em associar a RP com as TD. À vista disso, nos questionamos sobre que resultados podem ser obtidos ao se trabalhar a resolução de problemas em que o problema é o ponto de partida com as Tecnologias Digitais, em específico, um *game*? Com ênfase, buscamos estudar essa associação com a abordagem de

Proença (2018) e com um *game* que favorece o ensino da transformação de bases hexadecimais em binárias.

Assim, temos o objetivo de analisar as implicações do uso das Tecnologias Digitais por meio de um *game* com a resolução de problemas em que o problema é o ponto de partida. Para tanto, desenvolvemos uma pesquisa aplicada com 19 estudantes de uma universidade pública do estado do Paraná. Os dados foram analisados qualitativamente.

Desta forma, após essa introdução discutimos sobre a resolução de problemas, a abordagem de Proença (2018) e destes com o uso das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Posteriormente, apresentamos os procedimentos metodológicos e a análise dos dados. Por fim, nossas considerações finais são desenvolvidas.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O USO DOS GAMES ENQUANTO TECNOLOGIAS DIGITAIS

Nesta seção, ao se tratar da resolução de problemas, primeiramente, faz-se necessário definir o que compreendemos sobre o termo problema, pois Schoenfeld (1985) destaca ser esta uma palavra polissêmica. Desta forma, condescendemos com o pensamento de Chi e Glaser (1985, p. 251) ao comentarem que “um problema é uma situação na qual você está tentando alcançar algum objetivo e deve encontrar um meio de chegar lá”. Assim, entendemos que essa definição, por ser generalista, também pode ser abrangida na questão dos *games*, pois segundo Savi e Ulbricht (2008), também tem-se um objetivo em um *game* de forma que quem joga tem a intenção de alcançá-lo. Em maior profundidade, Schoenfeld (1985) destaca que ocorre um impasse cognitivo. Neste caso, é necessário que o *game* favoreça isso em seu desenvolvimento também.

Por outro lado, ao se trabalhar com a resolução de problemas evidenciamos várias abordagens na literatura. Schroeder e Lester Junior (1989) retratam três: o ensinar sobre resolução de problemas, em que são trabalhadas fases para se resolver determinado problema, como as destacadas por Polya (1995). O ensinar para a resolução de problemas, em que importa as habilidades dos alunos de resolver problemas e aplicar no cotidiano, e o ensinar via resolução de problemas, defendido por Proença (2018) como a abordagem mais relevante, visto que se trabalha com o problema como ponto de partida, buscando assim envolver os conhecimentos prévios dos discentes. Nesta pesquisa, damos ênfase a esta concepção defendida pelo autor. Schroeder e Lester Junior (1989, p. 34) já vinham destacando que essa abordagem “merece ser considerada, desenvolvida, tentada e avaliada”. Nessa lógica, sua utilização vem ganhando espaço no meio acadêmico, propiciando discussões frutíferas alinhadas aos resultados que essa abordagem apresenta.

Quanto à forma de ensinar a Matemática via resolução de problemas, Proença (2018, p. 46) destaca uma sequência de cinco ações de ensino para execução desta abordagem, a saber: escolha do problema, introdução do problema, auxílio aos alunos durante a resolução, discussão das estratégias dos alunos e articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo.

A primeira consiste, segundo Proença (2018), em três aspectos:

[...] utilizar conceitos, princípios e procedimentos matemáticos aprendidos anteriormente [...] levá-los a construir o conteúdo/conceito/assunto a ser introduzido [...] que os alunos estabeleçam relações entre os conhecimentos matemáticos utilizados e entre estes e o novo conhecimento (PROENÇA, 2018, p. 46).

Considera-se esta primeira ação de fundamental importância, pois, a partir dela, se desenvolve todo o processo. Além disso, é pertinente que o professor selecione uma situação de Matemática que possa vir a ser um problema, resolvendo-a no sentido de ter recursos de como orientar os estudantes nas ações seguintes, em caso de dúvida. A segunda compõe-se da introdução do problema, quando em sala de aula os alunos são divididos em grupos para resolverem a situação de Matemática proposta da forma que quiserem. É nesse momento em que a situação pode vir a se tornar um problema aos estudantes (PROENÇA, 2018).

Na terceira ação, a de auxílio aos alunos durante a resolução, o papel do professor, segundo Proença (2018, p. 51), “é o de observador, incentivador e direcionador da aprendizagem, apoiando os alunos a desenvolverem autonomia frente ao processo de resolução”. Isso favorece que os estudantes discutam e reflitam em seus grupos sobre como resolver o problema. É nesse momento que, caso algum grupo não consiga resolver, o professor deve guiá-los à resolução prévia feita na primeira ação. Contudo, não deve dar respostas prontas.

A quarta ação consiste na discussão das estratégias dos alunos, em que se evidencia na turma todas as estratégias desenvolvidas nos grupos, sendo estas apresentadas na lousa e debatidas em uma relação professor-alunos e alunos-alunos. Para Proença (2018, p. 52), nesta ação “deve-se levar os alunos a perceberem a necessidade de se avaliar a racionalidade da resposta encontrada, ou seja, se a resposta está de acordo com a natureza do contexto do problema”. Por fim, a última ação está relacionada à articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo, em que o professor propicia que sejam evidenciados os conceitos do conteúdo que se quer ensinar. Para tanto, deve-se utilizar dos conceitos principais e propiciar a uma ligação entre os conhecimentos prévios e o conteúdo/assunto que está a se ensinar.

Assim, esta abordagem vem sendo utilizada nos diversos níveis de ensino, tais como no Ensino Fundamental (PROENÇA, 2019), no Ensino Médio (PROENÇA; MENDES, 2020) e no Ensino Superior (MENDES, 2023). Contudo, não foi evidenciado pesquisas que relacionem o EAMVRP com as Tecnologias Digitais ou com *games*, o que se verifica como uma possibilidade interessante. Com a resolução de problemas de forma geral, há estudos que discutem essa aproximação.

À vista disso, Santos-Trigo (2019) considera que há três tipos de problemas que podem ser trabalhados por meio da resolução de problemas como ponto de partida auxiliado pelas tecnologias, em específico o Geogebra, a saber: a) Declarações de Problemas e Figuras Incorporadas: ao mesclar a tecnologia com a abordagem de papel e lápis, os estudantes buscam propriedades ou relações para resolver o problema. b) Tarefas de Investigação: refere-se a situações de Matemática em que os alunos devem procurar as relações matemáticas e

entenderem a tarefa. Nesse caso, o objetivo não está apenas em encontrar sua solução, mas de entender a atividade como um todo. c) Uma Tarefa de Variação: com as possibilidades de variações dentro do *software* é possível realizar construções de forma a ir testando as possibilidades, sem que ainda se tenha o modelo algébrico. d) A Construção de uma Configuração Dinâmica e Atividades de Problematização: busca-se construir situações por meio de junções de objetos matemáticos simples.

No caso desta pesquisa, entendemos que a abordagem está pautada em uma tarefa de investigação, visto que com o *game* utilizado é possível que os estudantes investiguem e descubram a Matemática existente. Essas interações são mais fortalecidas quando são desenvolvidas em grupos, como destacam Lester e Cai (2016):

O ambiente de aprendizagem de ensino por meio da resolução de problemas fornece um cenário natural para os alunos apresentarem várias soluções para seu grupo ou classe e aprenderem matemática por meio de interações sociais, o que significa negociação e alcance de entendimento compartilhado. Essas atividades ajudam os alunos a esclarecerem suas ideias e adquirir diferentes perspectivas sobre o conceito ou ideia que estão aprendendo. Empiricamente, ensinar matemática por meio da resolução de problemas ajuda os alunos a irem além da aquisição de ideias isoladas para o desenvolvimento de um sistema de conhecimento cada vez mais conectado e complexo (LESTER; CAI, 2016, p. 119-120).

Esse sistema pode ampliar seu poder cognitivo quando são estabelecidas relações das TD, em específico, os *games* com a resolução de problemas. O trabalho em grupo por meio das tecnologias também é destacado como um importante aliado no processo de aprendizagem por Reyes-Martínez (2016). Salvat e Maina (2016) destacam que isso favorece o desenvolvimento de sistemas mais complexos no ato de resolver o problema. Além disso, Santos-Trigo (2019) aponta como vantagem dessa relação que:

Agrupar tarefas matemáticas em termos de identificação de questões e estratégias que os solucionadores de problemas podem explorar, durante sua interação com as tarefas, pode ajudar os professores a se concentrarem em maneiras de confiar nos recursos da tecnologia para promover o pensamento matemático (SANTOS-TRIGO, 2019, p. 85).

Desta forma, verificamos que a associação entre TD e resolução de problemas vem sendo discutida atualmente. Em específico, essa relação tem gerado resultados interessantes, principalmente quando o trabalho é desenvolvido em grupo. Na próxima seção, buscamos apresentar melhor o *Flippy Bit* como uma possibilidade.

O GAME FLIPPY BIT COMO SITUAÇÃO DE MATEMÁTICA PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O *Flippy Bit and attack of the hexadecimals from base 16* (<https://flippybitandtheattackofthehexadecimalsfrombase16.com/>) é um *game* educacional livre, disponível para celulares em sistema Android ou para ser utilizado por meio de navegadores *on-line* em computadores ou *tablets*. Segundo a própria página do *game*, ele foi construído no sentido de ser um experimento,

em que foi aplicado a 420 crianças, e constataram que as crianças têm um potencial de conseguir jogar sem mesmo saber fazer a conversão, para então, posteriormente, apreender a linguagem matemática por trás.

Tais apontamentos foram confirmados na pesquisa de Corrêa *et al.* (2018), quando utilizaram o *game* com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. Os resultados mostraram que os estudantes ficaram interessados e conseguiram se situar bem com a mecânica do *game*, mesmo sem saber o processo de conversão de base binária para hexadecimal. Assim, o *game* acaba por ser intuitivo em seu processo de jogabilidade. A Figura 1 apresenta a tela do *game*.

Figura 1. Página do *game Flippy Bit*.



Fonte: *Flippy Bit* (2023).

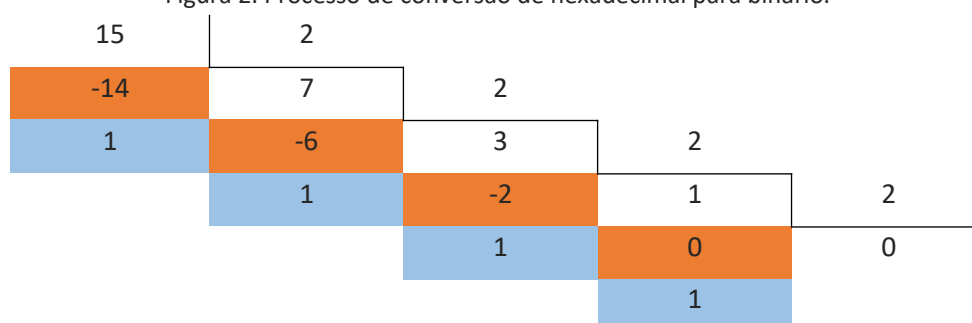
Disponível em: <https://flippybitandtheattackofthehexadecimalsfrombase16.com/>. Acesso em: 17 jul. 2023

Conforme a Figura 1, é possível identificar que há uns bichinhos em vermelho que vêm caindo. Neles há um valor na base hexadecimal. Para conseguir jogar, é necessário fazer a transformação desse valor para binário, no caso esse valor seria 01101101, em que os primeiros quatro dígitos correspondem ao 6 e os últimos 4 correspondem ao D. Ainda há um visor em que um boneco vermelho fica visualizando qual o valor está sendo digitado. Quando o valor está correto os foguetes em cima dos valores um na tela vão em direção do bichinho. Logo o processo se repete, ganha a pessoa que conseguir ter um maior

número de acertos na transformação. Os valores máximos alcançados vão ficando salvos no *game* para que se possa comparar entre os jogadores.

Corrêa *et al.* (2017, p. 1118) explica que essa conversão pode ser feita pelo método das divisões sucessivas, “dividir um número decimal inteiro pela base desejada (no caso por 2) obtendo-se um dígito, novamente divide-se o resultado da divisão anterior por 2, repete-se esta etapa até que o resultado da divisão seja zero”. Utilizando como exemplo o valor 15, que hexadecimal seria a letra F, verifica-se a operação da Figura 2.

Figura 2. Processo de conversão de hexadecimal para binário.



Fonte: o autor. Legenda: Azul: resto e valor em binário; Laranja: valor multiplicado por 2. (2023)

Além desse cálculo, conforme os estudantes jogam e vão descobrindo os valores, como aponta Corrêa *et al.* (2018), eles podem ir criando uma tabela com os valores. Um exemplo é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Relação entre base decimal, binária e hexadecimal.

Base Decimal	Base Binária	Base Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E

Base Decimal	Base Binária	Base Hexadecimal
15	1111	F

Fonte: Autoria própria (2023).

Desta forma, com o tempo os estudantes podem ir treinando seu cálculo mental e deixar de utilizar a tabela. Outrossim, o ponto principal ocorre quando os alunos aprendem a fazer a conversão pelo jogo, mas apenas como relação de que o valor F em hexadecimal corresponde a 1111 em binário. Posteriormente, o professor pode ensinar o algoritmo dessa conversão.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos. Assim, esta pesquisa de abordagem empírica consiste em um estudo exploratório, conforme Gil (2002, p. 41), quando se tem o objetivo do “[...] aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. Para tanto, nos pautamos em uma pesquisa qualitativa, conforme apontam Bogdan e Biklen (1994):

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
2. A investigação qualitativa é descritiva;
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47-50).

A partir do que destacam os autores, desenvolvemos e apresentamos a análise dos dados em uma forma descritiva. Em específico, este estudo foi realizado em uma universidade pública do estado do Paraná, com 19 licenciandos em Matemática que estavam no 3º ano do curso. Para a realização da pesquisa, eles participaram de um processo de formação que relacionou o uso do *game Flippy Bit* com a abordagem de Proença (2018), conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2. Desenvolvimento da aula por meio do *game* na perspectiva do EAMvRP

EAMvRP (PROENÇA, 2018)	Desenvolvimento da aula por meio do <i>game</i>
Escolha da problema	– Realização da escolha do <i>game</i> que envolve o conteúdo de Matemática a ser ensinado (base hexadecimal).
Introdução do problema	– Apresentação do <i>game</i> aos estudantes. – Explicação das funcionalidades dos botões no <i>game</i> . – Retirada de dúvidas sobre como jogar, sem ensinar o conteúdo presente por trás.
Auxílio aos alunos durante a resolução	– Auxílio aos estudantes no desenvolvimento do <i>game</i> para alcançar o máximo de pontos. – Questionamento sobre a Matemática envolvida por trás da jogabilidade do <i>game</i> . – Direcionamento dos estudantes a utilizar a estratégia da construção de uma relação entre a transformação de base binária para hexadecimal. – Engajamento dos acadêmicos a utilizar a estratégia para alcançar um maior número de pontos.

EAMvRP (PROENÇA, 2018)	Desenvolvimento da aula por meio do <i>game</i>
Discussão das estratégias dos alunos	– Apresentação das estratégias dos grupos. – Discussão das estratégias dos grupos. – Retirada de dúvidas.
Articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo	– Apresentação do conhecimento matemático sobre a transformação de base binária para hexadecimal. – Realização de um novo momento para o jogo com os conhecimentos matemáticos evidenciados.

Fonte: os autores (2023).

Desta forma, é possível perceber que o processo segue as ações de Proença (2018), mas tem suas adaptações ao uso de um *game* como um problema aos estudantes. Por meio de um questionário *on-line* com questões abertas, foram coletados dados sobre estas cinco ações e sobre as potencialidades e dificuldades desse processo de ensino. Esses dados foram então analisados qualitativamente buscando-se agrupar respostas semelhantes. Cabe ressaltar que, para preservar a identidade dos licenciandos, eles foram aleatoriamente denominados por uma sigla alfanumérica (A1, A2, ..., A19).

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Em uma análise prévia, nenhum dos acadêmicos conseguiu avançar no *game* em suas primeiras tentativas. Com ênfase, nenhum acadêmico apontou que sabia como fazer a transformação de base hexadecimal para binária, sendo que alguns nem ao mesmo conheciam a base hexadecimal. Isso revela que a situação de Matemática apresentada, por meio do *game*, ao ter uma certa dificuldade se configurou como um problema aos estudantes. Schoenfeld (1985) destaca que o problema está na linha de gerar essa dificuldade, de modo que implique um impasse intelectual em seu desenvolvimento. Em específico, como não houve o uso direto de uma fórmula ou regra conhecida, o que para Proença (2018) seria um exercício, é possível perceber que o *game* envolvendo conceitos matemáticos constituiu-se em um problema aos acadêmicos.

Desta forma, questionamos os estudantes se eles consideraram ter utilizado algum conhecimento prévio em relação à Matemática para conseguir jogar, dos 19 acadêmicos, 16 responderam que sim, conforme mostram suas falas:

A2 – Sim, base binária, aritmética modular e potenciação.

A11 – Lógica, arranjo e combinação matemática.

A15 – Sim, conhecimento de algarismos, soma, multiplicação e potências.

Com base nas respostas dos acadêmicos, verifica-se que são vários os conhecimentos prévios. Em específico, os mais apontados foram a adição, potenciação e base binária. Proença (2018, p. 46) destaca, em sua primeira ação, a de escolha do problema, que a situação de Matemática trabalhada deve valorizar “os conceitos, princípios e procedimentos matemáticos aprendidos anteriormente”. Isso é considerado como principal ao autor, nesse caso, verifica-se que a utilização do *game* possibilitou alcançar esse quesito quando se ensina um conteúdo de Matemática por meio do EAMvRP.

Já na segunda e terceira ação, Proença (2018) considera que o trabalho deve ser feito em grupo, no sentido de o professor conseguir auxiliar todos os alunos. Nesse sentido, foi questionado aos acadêmicos se realizar a atividade em grupo facilitou ou dificultou o desenvolvimento da atividade, tendo que justificar sua resposta. Os 19 participantes da pesquisa responderam que sim, conforme mostram suas respostas:

A2 – Facilitou, pois a troca de ideias na resolução do problema foi muito produtiva e eficaz.

A5 – Sim, pois enquanto eu estava tendo um pensamento enquanto jogava a outra tinha um pensamento enquanto observava e isso acontecia quando mudávamos de posição.

A17 – Acredito que facilitou na obtenção de padrões, já que ambos trabalhando juntos foi possível identificar todos os elementos possíveis de formar de maneira mais rápida.

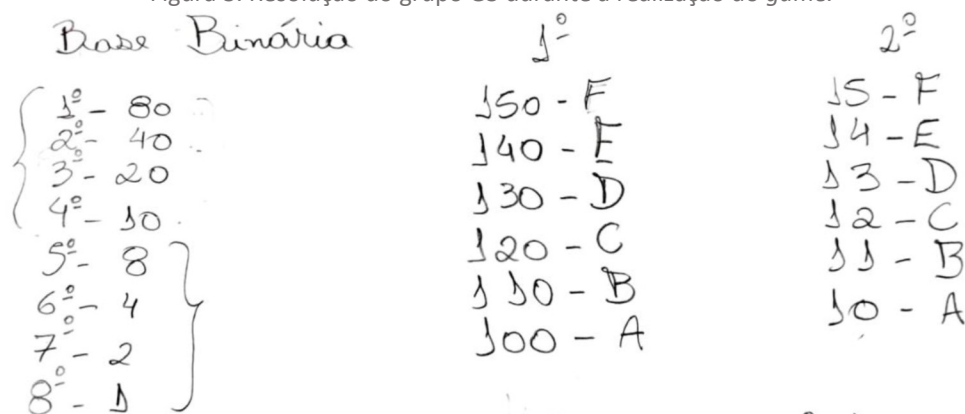
O estudante A2 destaca que a troca de ideias favoreceu o trabalho em grupo. No todo, sete acadêmicos tiveram respostas semelhantes. Santos-Trigo (2019) destaca que a troca de ideias acaba por refiná-las, de forma a reconhecerem seu aprendizado em Matemática, desenvolvendo competências para a resolução de problemas.

A resposta de A5 revela uma aprendizagem por meio da análise do processo do outro. No total, seis licenciandos tiveram respostas neste mesmo sentido. Reyez-Martínez (2016), ao relacionar o uso das tecnologias digitais e da resolução de problemas, considera que a interação entre os colegas favorece a construção de um processo crítico de análise e ampliação das ideias propostas.

O acadêmico A17 considerou que facilitou, pois teve o trabalho colaborativo para resolução do problema. Ao todo, quatro estudantes responderam nesta linha de pensamento. Salvat e Maina (2016) consideram que para os estudantes lidarem com as complexidades da sociedade tecnológica, é necessário que eles consigam desenvolver estratégias de forma colaborativa.

Após o processo de resolução, alguns dos grupos foram à frente para apresentar suas estratégias. Cabe ressaltar que até esse momento, em média os grupos haviam conseguido chegar até o nível 10 do *game*. Assim, ao ir ao quadro, o G3 destacou sua estratégia na transformação dos valores em relação às 8 casas que poderiam ser colocados valores entre 0 e 1, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Resolução do grupo G3 durante a realização do *game*.



Fonte: Arquivo da pesquisa (2023)

Com base na Figura 3, é possível evidenciar que, das 8 casas, os estudantes entenderam que era para ser colocado os 4 primeiros valores como se fosse a “dezena” e os quatro últimos como a “unidade” em relação à base decimal. Já na ação de discussão das estratégias dos alunos de Proença (2018), foi questionado aos colaboradores da pesquisa se as estratégias apresentadas pelos outros grupos facilitaram o desenvolvimento da atividade, de forma que tinham que justificar suas respostas, como verificado a seguir:

A6 – Sim, eles entenderam que passando do 10 o número vira letra.

A7 – Nos ajudou a entender matematicamente em relação ao jogo, pois não estávamos vendo um conteúdo matemático a não ser a soma, unidade e dezena.

A11 – Sim, a ideia que o colega apresentou no quadro foi muito esclarecedora e fez com que entendêssemos a ideia matemática envolvida no jogo.

Esse processo de apresentação de alguns integrantes sobre as estratégias e os entendimentos que haviam tido, favoreceu principalmente quem ainda não tinha uma compreensão mais específica sobre o *game*. Neste caso, 10 dos 19 consideraram que esse processo ajudou. Contudo, quem pontuou que não ajudou como A17 pontuou que “no nosso caso acredito que não. Já tínhamos descoberto todos os padrões e simplificado da maneira que achamos mais factível a resolução. Logo, quando apresentado os dos outros grupos, não teve novidades para nós”. Isso revela que a discussão das estratégias é um ponto importante, principalmente para os grupos que ainda não conseguiram desenvolver a resolução.

Além disso, os acadêmicos foram questionados se conseguiram entender a lógica do jogo, após a explicação do conteúdo matemático pelo professor. Todos os estudantes consideraram que sim, conforme mostram algumas respostas:

A5 – Sim, já havíamos compreendido anteriormente, mas de fato foi interessante o processo que levou ao entendimento, pois não tínhamos enxergado isso no processo de simplesmente jogar e depois que compreendemos ficou mais fácil.

A7 – Sim, pois a lógica do jogo após o entendimento foi fácil em executar e chegar a um nível elevado.

A12 – Sim, tive a percepção da utilização da base 2 na potência, por exemplo, mas só tomei conhecimento da base hexadecimal com a explicação do professor, pois ainda não tinha conhecimento e entendimento dos binários.

É interessante verificar que os acadêmicos entenderam como jogar e fazer as conversões. Contudo, a explicação matemática por trás, ainda eles não haviam entendido até o professor explicar, como mostra a resposta de A12. Desta forma, evidencia-se que foi realizada a ação de articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo, referente à quinta ação de Proença (2018).

Para esse processo, como os estudantes já haviam descoberto a sequência dos números binários e hexadecimais, como mostra o Quadro 3, foi utilizado este ponto central para fazer a articulação. Neste caso foi construído um esquema para que os estudantes conseguissem entender a parte matemática envolvida por trás do *game*, bem como que pudesse fazer relação ao jogo. Assim, foi

apresentado o exemplo da transformação da base hexadecimal B7 para binário, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3. Processo de articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo.

2^4	2^3	2^2	2^1
8	4	2	1
$B = 11$			
1	0	1	1
2^4	2^3	2^2	2^1
8	4	2	1
7			
0	1	1	1

Fonte: Autoria própria (2023).

Verifica-se no Quadro 3 que o valor B7 pode ser representado como o número 1011 0111 em binário. Assim, foi importante os estudantes compreenderem que os valores binários se tratavam de potências de base 2. Esse conhecimento prévio eles já possuíam, como foi apontado em suas respostas. A partir disso, o docente conseguiu realizar a associação com o novo conhecimento em que se queria ensinar, da forma como aponta Proença (2018). Neste caso, para o valor $B = 11$ em hexadecimal, podemos decompor ele em $8 + 2 + 1 = 2^4 + 2^2 + 2^1$, e assim convertê-lo em considerando apenas as “casas” dos valores que compõem a soma de B, ou seja, correspondente ao valor 1011 em binário. A partir desse entendimento, foi solicitado que os estudantes fizessem algumas transformações em seus cadernos para que o professor pudesse verificar se haviam compreendido.

Após, eles puderam voltar a jogar para então utilizar-se desses conhecimentos para ir mais longe no *game*. Em específico, houve grupos que chegaram ao nível 32 e, em média, os acadêmicos chegaram no nível 20, o que representa um aumento de 100% em relação às suas estratégias iniciais sem o conhecimento matemático sobre o *game*.

Com ênfase, foi questionado aos estudantes sobre quais foram suas dificuldades encontradas durante o *game*. Suas respostas são apresentadas a seguir:

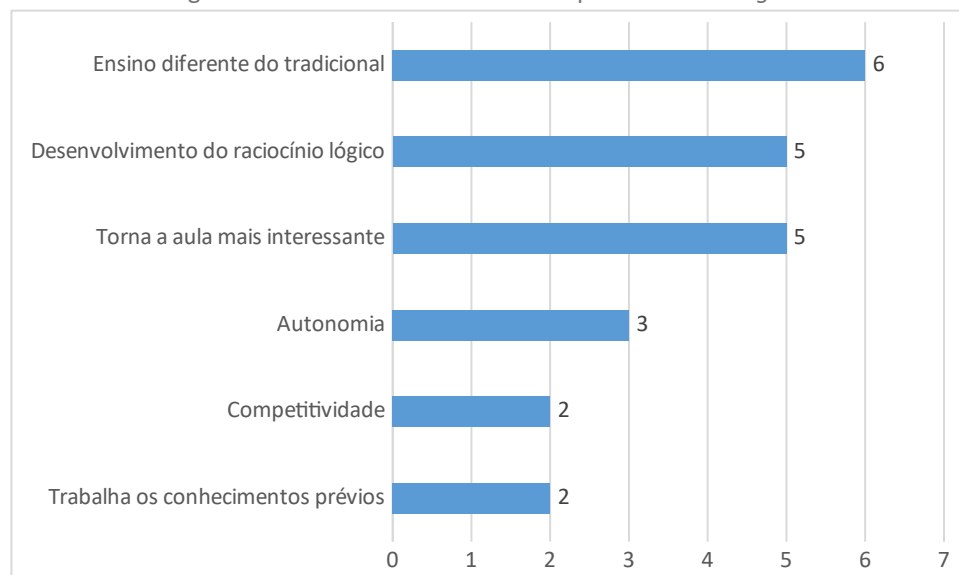
- A6 – De início foi compreender o funcionamento, não parecia fazer sentido. Já no final compreender a lógica matemática da soma hexadecimal do jogo.
- A11 – A maior dificuldade inicialmente foi encontrar a ideia matemática envolvida no jogo, notamos algumas relações com os números e letras. Mas estávamos com dificuldade de entender a forma de jogar. Conseguimos chegar no nível 12 utilizando os arranjos feitos na folha.
- A17 – De forma geral a descoberta dos padrões e sua relação com o código binário foi feita de forma relativamente simples e fácil. Entretanto, a verdadeira dificuldade apresentada é a transformação do padrão, e sua

posterior utilização em conjunto com a coordenação motora e raciocínio rápido que é necessário para jogar.

Dentre as respostas dos acadêmicos A6 e A11, a principal dificuldade esteve em relação ao entendimento da lógica matemática por trás do *game*. Ao todo 12 estudantes tiveram respostas neste sentido, o que revela que houve o interesse em apreender a Matemática para poder jogar e não apenas o jogar por jogar. Já para A17, o principal obstáculo esteve na transformação dos valores binários para hexadecimal que implicam a necessidade de um raciocínio rápido. Consideramos que os estudantes aprimoraram seu cálculo mental para poder resolver o problema. Esse entendimento também foi o mesmo para 7 acadêmicos.

Por fim, os licenciandos foram questionados sobre quais as potencialidades de se aprender um conteúdo de Matemática por meio do EAMvRP com a utilização de um *game* – *Flippy Bit* neste caso. As respostas dos estudantes foram agrupadas e apresentadas na Figura 4.

Figura 4. Potencialidades do EAMvRP por meio de um *game*.



Fonte: os autores *O quantitativo de respostas apresenta um valor maior que o número de respondentes, pois foi considerado mais de uma potencialidade em uma mesma resposta (2023).

A potencialidade que foi mais apontada pelos licenciandos refere-se a esta forma de ensino ser diferente do tradicional ($n = 6$). Isso ocorre, principalmente, pelo processo e por se trabalhar com problemas em vez de exercícios. Mendes (2023) obteve resultados semelhantes quando fez uma formação de professores com o EAMvRP.

Uma segunda potencialidade refere-se ao desenvolvimento do raciocínio lógico ($n = 5$). Isso é um resultado interessante, pois a própria Base Nacional Comum Curricular (2018) destaca em suas competências específicas da Matemática a intenção de que o ensino da Matemática promova o raciocínio lógico. Neste caso, a utilização dos *games* com o EAMvRP parece ser um caminho.

Em específico, foi apontado que essa relação proporciona que a aula seja mais interessante ($n = 5$), desenvolve a autonomia dos estudantes ($n = 2$) e estimula a competitividade ($n = 2$). A pesquisa de Mendes (2023) também evidenciou apontamentos neste mesmo sentido feito pelos participantes. Neste caso, verificamos que quando se utilizam *games*, também se obtém resultados semelhantes de quando se desenvolve o EAMvRP na forma “tradicional”. Por fim, foi destacado sobre os conhecimentos prévios ($n = 2$), que é algo importante, visto que se deve se, segundo Proença (2018), a ligação entre os conhecimentos prévios e o que se está a ensinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o advento das Tecnologias Digitais, cada vez mais é necessário discutir sobre o seu uso, bem como desenvolver pesquisas de forma a evidenciar suas possibilidades. Assim, este estudo teve como objetivo, analisar as implicações do uso das Tecnologias Digitais por meio de um *game* com a resolução de problemas em que o problema é o ponto de partida. Para tanto, um processo de formação com 19 licenciandos foi realizado. Os dados foram coletados por meio de um questionário e analisados qualitativamente.

Assim, de acordo com nossa questão norteadora, que resultados podem ser obtidos ao se trabalhar a resolução de problemas em que o problema é o ponto de partida com as Tecnologias Digitais, especificamente, um *game*? Podemos apontar como principais resultados que foi possível observar que o *game* teve a mesma função de uma situação de Matemática, de modo que ao apresentar certa dificuldade aos estudantes e favorecer que eles buscassem alcançar o seu objetivo, ao trabalhar com um conteúdo matemático, tornou-se um problema aos estudantes. Verificamos também que foram utilizados os conhecimentos prévios para poder jogar. Essencialmente, foram utilizados os conhecimentos de adição, potenciação e base binária.

O processo de desenvolvimento da atividade em grupo propiciou resultados significativos, de forma que os estudantes puderam trocar ideias, analisar a resolução do colega, bem como a realização de um trabalho colaborativo. É importante destacar que os grupos até chegaram a entender o processo, contudo, não sabiam como explicar exatamente o processo matemático de conversão por meio de cálculos. Assim, isso ocorreu por meio da articulação feita pelo professor. Após esse processo, os acadêmicos tiveram um aumento no nível alcançado no jogo de 100% por entenderem sobre como se faziam os cálculos matemáticos. Cabe ressaltar que essa lógica matemática foi uma das maiores dificuldades apontadas pelos licenciandos. Como potencialidades, os estudantes apontaram um processo de ensino diferente do tradicional, desenvolvimento do raciocínio lógico, favorecimento de uma aula mais interessante, autonomia, competitividade e o trabalho com conhecimentos prévios.

Neste sentido, esta pesquisa avança na questão que o ensino da Matemática por meio da resolução de problemas, em que o problema é o ponto de partida, tem profícuos resultados quando é desenvolvido com o auxílio das Tecnologias Digitais, em específico os *games*. Contudo, trabalhos futuros devem ser desenvolvidos em outros cenários com outros *games* como o *Matific*, de forma a se obter maiores resultados.

The development of problem solving with a game as a starting point for teaching mathematics

ABSTRACT

This research aimed to analyze the implications of the use of Digital Technologies through a game with problem solving in which the problem is the starting point. To this end, a qualitative study was conducted with 19 students from a public university in Paraná. A questionnaire containing open questions was used for data collection. After analyzing the data, it was possible to infer that when working on the Teaching-Learning of Mathematics via Problem Solving with the Flippy Bit game, it was observed that the game had the same function as a Mathematics situation, so that it implied a certain difficulty for the undergraduates. Moreover, the students used their previous knowledge to be able to play, specifically, the knowledge of addition, potentiation and binary base. By developing the activity in groups, they were able to exchange ideas, analyze the resolution of the colleague, as well as carry out collaborative work. It is important to highlight that the groups even understood the process, however, they did not know how to explain exactly the mathematical process of conversion through calculations. Thus, this occurred through the articulation made by the teacher. After this process, the students had a 100% increase in the level achieved in the game by understanding how mathematical calculations were made. As potentialities, the students pointed out a different teaching process from the traditional one, development of logical reasoning, favoring a more interesting class, autonomy, competitiveness and working with previous knowledge.

KEYWORDS: Flippy Bit. Hexadecimal base. EAMvRP. Digital Technologies.

REFERÊNCIAS

ALBERTONI, M. F. **Um estudo sobre o uso de ferramentas educacionais gratuitas para gamificar uma sala de aula na disciplina de Matemática**. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2022.

ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que através da Resolução de Problemas? *In*: ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (org.). **Resolução de Problemas: teoria e prática**. 2. ed. Jundiaí: Paco, 2021, p. 40-62.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994. 336 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CHI, M. T. H.; GLASER, R. Problem-Solving Ability. *In*: STERNBERG, R. (ed.), **Human abilities: an information processing approach**. San Francisco: Freeman, 1985, p. 227-248.

CORRÊA, E. B.; SOUZA, R.; MENDES, L. O. R.; GROSSI, L. Hexadecimal para binário através de games: uma proposta de abordagem no Ensino Fundamental. *In*: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 16., 2017, Curitiba: **Anais eletrônicos** [...]. Curitiba, 2017, p. 1116-1119. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaShort/175491.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2023.

CORRÊA, E. B.; SOUZA, R.; MENDES, L. O. R.; GROSSI, L.; OLIVEIRA, F. Bases binária e hexadecimal no Ensino Fundamental através de um game. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Colômbia, v. 1, n. 1, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JACINTO, H.; CARREIRA, S. Mathematical problem solving with technology: The techno-mathematical fluency of a student-with-GeoGebra. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taiwan, v. 15, n. 1, p. 1115-1136, 2017.

LESTER JR, F. K.; CAI, J. Can mathematical problem solving be taught? Preliminary answers from 30 years of research. *In*: FELMER, P.; PEHJONEM, E.; KILPATRICK, J. **Posing and solving mathematical problems: Advances and new perspectives**, Suécia: Springer, p. 117-135, 2016.

MENDES, L. O. R. **O Processo Formativo para o Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas: análise da compreensão de futuros professores**. 223 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2023.

MENDES, L. O. R.; PROENÇA, M. C. O Ensino de Matemática via resolução de problemas na formação inicial de professores. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 17, p. 01-24, 2020.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**: um novo enfoque do método matemático. Tradução de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PRENSKY, M. R. **Teaching digital natives**: Partnering for real learning. [S. l.]: Corwin Press, 2010.

PROENÇA, M. C. **Resolução de problemas**: encaminhamentos para o ensino e a aprendizagem de Matemática em sala de aula. Maringá: Eduem, 2018.

PROENÇA, M. C. Uma proposta de ensino-aprendizagem das operações aritméticas com frações via resolução de problemas. **Educação Matemática em Revista**, [S. l.], v. 24, n. 63, p. 5-17, 2019.

PROENÇA, M. C.; MENDES, L. O. R. **Ensino de Funções via Resolução de Problemas**: teoria e propostas para a sala de aula. Maringá: EDUEM, 2020.

REYES-MARTÍNEZ, L. **The design and results of implementing a learning environment that incorporates a mathematical problem-solving approach and the coordinated use of digital technologies**, 186 p. Thesis (Doctoral) – Mathematics Education Department, Cinvestav-IPN, Mexico, 2016.

SALVAT, B. G.; MAINA, M. (ed.). **The Future of Ubiquitous Learning**: Learning Designs for Emerging Pedagogies. Springer, 2016.

SANTOS-TRIGO, M.; MORENO-ARMELLA, L.; CAMACHO-MACHÍN, M. Problem solving and the use of digital technologies within the Mathematical Working Space framework. **ZDM**, Alemanha, n. 6, v. 48, p. 827-842, 2016.

SANTOS-TRIGO, M. Mathematical problem solving and the use of digital technologies. *In*: LILJEDAHL, P.; SANTOS-TRIGO, M. (ed.). **Mathematical problem solving**. Suécia: Springer, 2019. p. 63-89.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Renote**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2008.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. Elsevier, 1985. 409 p.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. 2. ed. Elsevier, 2014.

SCHROEDER, T. L.; LESTER JUNIOR, F. K. Developing understanding in mathematics via problem solving. *In*: Trafton, P. R.; Shulte, A. P. (ed.). **New directions for elementary school mathematics**. Reston: NCTM, 1989.

Recebido: 18 set. 2023

Aprovado: 07 nov.. 2023

DOI: 10.3895/actio.v8n3.17590

Como citar:

MENDES, Luiz Otavio Rodrigues. O desenvolvimento da resolução de problemas, tendo um game como ponto de partida para o ensino de Matemática. **ACTIO**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 1-19, set./dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Luiz Otavio Rodrigues Mendes

Rua Av. Dr. Alexandre Rasgulaeff, n. 3884, Jardim Cidade Nova, Maringá, Paraná, Brasil.

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

