

Potencialidades do *software* GeoGebra na resolução de Atividade de Situações Problemas em Matemática

GeoGebra software potential in resolution of Problem Situations Activity in Mathematics

Adjairon da Silva Coelho ^a, Solange Mussato ^{b,c}

^aCentro Universitário Estácio da Amazônia, Boa Vista - RR, Brasil; ^bUniversidade Estadual de Roraima, Boa Vista - RR, Brasil; ^cSecretaria de Estado da Educação e Desporto de Roraima, Boa Vista - RR, Brasil

* Autor Correspondente: solangemussato1@yahoo.com.br

Resumo: Esse artigo apresenta o recorte de uma pesquisa de mestrado e tem como objetivo apresentar contribuições do *software* GeoGebra no desenvolvimento da habilidade de resolver e elaborar problemas sobre equações polinomiais de 2^o grau do tipo $ax^2 = b$, por meio da análise de uma tarefa envolvendo situações problema do 8^o ano do Ensino Fundamental. A investigação realizada foi de natureza qualitativa e considerou todas as ações e operações das atividades realizadas no GeoGebra por meio da metodologia de ensino “Atividade de Situações Problemas em Matemática”. Como resultado, identificamos que a tarefa analisada contribuiu para a construção e assimilação de modelos e conceitos matemáticos da álgebra com apoio de conceitos de geometria, mais especificamente, cálculo de áreas de figuras planas e planificação de figuras espaciais. Com isso, acreditamos que, ao utilizar o GeoGebra em conjunto com uma sequência de tarefas bem planejada, pode proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades relacionadas tanto às tecnologias digitais, como às de matemática.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais; ASPM; Equação Polinomial.

Abstract: This chapter presents the outline of a master’s degree research, and aims to present contributions from the GeoGebra software in developing the ability to solve and elaborate problems on 2nd degree polynomial equations of the $ax^2 = b$ type, through the analysis of a task involving situations problems for the 8th year of elementary school. The investigation carried out was qualitative in nature and considered all the actions and operations of the activities carried out in GeoGebra through the teaching methodology “Activity of Problem Situations in Mathematics”. As a result, we identified that the analyzed task contributed to the construction and assimilation of mathematical models and concepts of algebra with the support of geometry concepts, more specifically, the calculation of areas of plane figures and the planning of spatial figures. Therefore, we believe that, by using GeoGebra with a well-planned sequence of tasks, it can provide students with the development of skills related to both digital technologies and mathematics.

keywords: Digital Technologies, PSAM; Polynomial Equation.

1 Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) visa assegurar que os estudantes desenvolvam competências e habilidades. A pesquisa que realizamos*, da qual aqui apresentamos um recorte, teve como foco o desenvolvimento da Competência da Cultura Digital, que é a 5ª, dentre as 10 Competências Gerais e que reconhece que a tecnologia tem papel fundamental na formação do aluno.

Nesse contexto, consideramos as potencialidades do *software* GeoGebra, que possibilita explorar tanto a Geometria como a Álgebra e então, optamos pela utilização desse para promovermos o desenvolvimento da 5ª Competência Geral da BNCC. Com isso, em função do *software*, definimos que a pesquisa seria desenvolvida considerando alguma habilidade das unidades temáticas Álgebra e Geometria, dentre as 5 propostas pela BNCC para o Ensino Fundamental, no componente curricular Matemática. Isso, pois, o GeoGebra possibilita explorar essas unidades de forma dinâmica.

Em seguida, realizamos um levantamento de pesquisas que tratavam do uso do GeoGebra nos anos finais do Ensino Fundamental, a fim de identificar a unidade temática que apresentava mais necessidade de pesquisa. Esse levantamento apontou poucas pesquisas envolvendo o ensino de álgebra com Tecnologias Digitais (TD) nos anos finais do Ensino Fundamental. Além disso, consideramos que a Álgebra, segundo a BNCC,

tem como finalidade o desenvolvimento de **um tipo especial de pensamento** – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos [1, p. 270, grifo nosso].

Diante disso, optamos em focar a pesquisa para o ensino de Álgebra. E, ainda, analisando a BNCC [1] e as pesquisas desenvolvidas, optamos em aplicar a pesquisa no 8º ano do Ensino Fundamental, pois, na BNCC [1], esse ano escolar apresenta um número mais expressivo de habilidades a serem desenvolvidas em álgebra, em relação aos demais dos anos finais do Ensino Fundamental. Além disso, é no 8º ano que se introduz, veementemente, os conceitos algébricos essenciais para os anos seguintes, tais como: a linguagem algébrica e o pensamento algébrico essenciais para a interpretação de problemas.

A partir de então, nos restava definir qual habilidade possibilitaríamos aos alunos desenvolverem no decorrer da nossa pesquisa. Então, analisamos as habilidades apresentadas na unidade de Álgebra no 8º ano, considerando a importância de também utilizarmos a resolução de problemas, pois, conforme a BNCC [1], faz-se necessário

* Considerando que esse artigo apresenta um recorte da pesquisa de mestrado de Coelho [2], sugerimos que, para uma leitura mais aprofundada, a dissertação seja consultada. Disponível em: https://www.uerj.edu.br/ppgec/?page_id=484.

que os estudantes desenvolvam habilidades, em muitas delas, resolvendo e elaborando problemas.

Assim, dentre as oito habilidades previstas na Unidade de Álgebra no 8º ano, definimos trabalhar o desenvolvimento da habilidade “(EF08MA09) Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$ [1, p. 313].

A partir do exposto, delineamos a questão que norteou a pesquisa: De que forma a utilização do *software* GeoGebra, por meio da Atividade de Situações Problema em Matemática, como metodologia de ensino, possibilita o desenvolvimento da habilidade de resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$?

A fim de buscar respostas à questão de pesquisa, definimos o objetivo geral como: analisar as contribuições do *software* GeoGebra no desenvolvimento da habilidade de resolver e elaborar problemas sobre equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$, por meio da Atividade de Situações Problema.

2 Atividade de situações problema em Matemática

Atividade de Situações Problema relaciona-se ao conceito desenvolvido por Leóntiev e, posteriormente, assumido por Galperin, e é definida como um sistema de ações, em que cada ação é composta por um sistema de operações para se alcançar um objetivo. Assim, os autores defendem que, “A atividade é movida pelo motivo (material ou ideal), as ações pelo objetivo e as operações se originam pelas condições da atividade, mas o motivo pode influenciar nas ações para alcançar o objetivo” [3, p. 12]. Esses mesmos autores ainda descrevem que,

As habilidades são o produto da sistematização das ações por parte do sujeito de forma consciente em condições tais que permitam um constante desenvolvimento e os hábitos constituem a assimilação dos aspectos estruturais da atividade que são as operações. Ou seja, as habilidades são ações sistemáticas não automatizadas, enquanto os hábitos são operações sistemáticas automatizadas. O surgimento dos hábitos tem como base as habilidades, mas necessariamente não todas as habilidades se convertem em hábitos [3, p. 12].

Ademais, os autores pontuam que, a Atividade de Situações Problema em Matemática (ASPM) foi desenvolvida com objetivo de resolver situações problema em situações de ensino e aprendizagem considerando a interação da tríade professor, estudante e situação problema. Com isso, é possível a utilização da resolução de problema [4] como metodologia de ensino, tecnologias (digitais ou não) e outros recursos didáticos que facilitem a assimilação.

A ASPM é formada por quatro ações (Compreender o problema, construir o modelo matemático, solucionar o modelo matemático e interpretar a solução), cada uma com suas respectivas operações, permitindo solucionar uma variedade de problemas matemáticos.

Conforme Mendoza e Delgado [3, p. 13], as quatro etapas estão definidas como:

- 1) Compreender o problema: suas operações sinteticamente se resumem em ler o problema e extrair elementos conhecidos e desconhecidos; analisar os dados e condições e definir os objetivos do problema.
- 2) Construir o modelo matemático: suas operações necessariamente determinar as variáveis e/ou incógnitas; indicar todas variáveis e incógnitas; estabelecer as unidades de medidas, caso houver; formar um modelo matemático (fórmula ou algoritmo) considerando variáveis, incógnitas e condições do problema e analisar as unidades de medidas que envolvem o problema.
- 3) Solucionar o modelo matemático: consiste em selecionar um ou mais métodos para resolver o modelo matemático; selecionar uma tecnologia digital, por exemplo, o GeoGebra, contendo todos os recursos necessários para resolver o modelo e, por fim, solucionar o modelo matemático.
- 4) Interpretar a solução: é a última, porém, a mais importante com relação ao desenvolvimento de habilidades, pois consiste em interpretar o resultado; extrair os resultados significativos; rebater ou não os objetivos do problema; refletir sobre os objetivos do problema; analisar novos dados e condições que possibilitam a reformulação e construção de um novo modelo matemático, solucioná-lo e interpretá-lo.

Na pesquisa, vislumbramos a utilização da ASPM como essencial em função de possibilitar um processo de sistematização na resolução de problemas matemáticos, envolvendo professor, aluno e o problema a ser resolvido. Assim, a pesquisa foi realizada considerando atividades de situações problema com equações polinomiais do 2º grau do tipo $ax^2 = b$, elaboradas a partir da ASPM.

3 GeoGebra

O GeoGebra é um *software* de geometria dinâmica que abrange geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em uma única interface gráfica, ou seja, é uma multiplataforma que proporciona várias resoluções de problemas. O GeoGebra é um *software* livre criado para ser utilizado em todos os níveis de ensino e “possui uma interface amigável que facilita a criação de construções matemáticas e modelos que permitem explorações interativas, arrastando objetos e alterando parâmetros” [5, p. 13].

O GeoGebra, cujo projeto teve início em 2001, foi criado pelo austríaco Markus Hohenwarter para ser utilizado em sala de aula e constantemente é atualizado. A utilização do GeoGebra apresenta muitas vantagens para a aprendizagem por meio de tecnologias digitais, como por exemplo, a possibilidade de exibir diferentes representações de um mesmo objeto por janelas que interagem entre si. Possibilita, também, recursos

didáticos como a criação de figuras, que são salvas como PNG[†] que, posteriormente, podem ser utilizadas em editores de texto. Do mesmo modo, entendemos que,

O software de matemática dinâmica GeoGebra oferece a possibilidade de gerar applets interativos para uso em ambientes de aprendizagem. Seus gráficos, álgebra, álgebra computacional e visualizações de planilhas combinam representações matemáticas entre si de forma interativa e caminhos conectados. Por um lado, o software facilita a visualização de dados matemáticos, conceitos e fatos. Por outro lado, o GeoGebra suporta a interação de diferentes formas de representação de objetos matemáticos [6, p. 11].

Na pesquisa utilizamos o GeoGebra Classic 6, disponível para *download*[‡] em português, com aplicativos gratuitos, que podem ser baixados para os sistemas iOS, Android, Windows, Mac, Chromebook e Linux. O GeoGebra encontra-se disponível on-line e para *download* em 7 versões: **Calculadora** (explora funções, resolve equações, constrói formas geométricas e objetos 3D); **Calculadora Gráfica** (desenha gráficos e resolve equações); **Calculadora 3D** (representa funções 3D, superfícies e outros objetos em 3D); **Geometria** (constrói círculos, ângulos, transformações e muito mais); **Calculadora CAS** (resolve equações, manipula expressões, calcula derivadas e integrais); **GeoGebra Clássic 6** (possui aplicativos gratuitos para geometria, planilha, probabilidade e CAS) e é uma versão mais atualizada em relação ao **GeoGebra Classic 5** (disponível apenas para *download*). Em 2020 foi lançado o GeoGebra notes[§] que funciona como um bloco de notas e tem como possibilidades a inserção de vídeos, texto, equações, a janela CAS e outros anexos. Também é possível fazer *download* do aplicativo Realidade Aumentada, que possibilita introduzir a matemática 3D ao mundo real.

Nesse viés, consideramos que,

Um aspecto importante a ser considerado ao se trabalhar no GeoGebra é verificar a versão em que está trabalhando, tendo em conta que ele vem sendo atualizado constante e continuamente e muitas de suas ferramentas e funções têm sofrido mudanças de acordo com essas atualizações [5, p. 14].

Considerando as potencialidades do GeoGebra, na pesquisa realizada foi utilizada a versão **GeoGebra Clássic 6**, disponível para *download* em português, e com aplicativos gratuitos que podem ser baixados para os sistemas iOS, Android, Windows, Mac, Chromebook e Linux. Em particular, por oferecer aos estudantes a manipulação e execução de uma variedade de comandos, que podem ser feitos e refeitos (ações e operações), o que faz com que o estudante reflita sobre o que acontece durante e ao final do processo, desenvolvendo habilidades e competências matemáticas como da cultura digital.

[†] PNG (Portable Network Graphics) é um formato de dados utilizado para imagens.

[‡] <https://www.geogebra.org/download?lang=pt>

[§] <https://www.geogebra.org/notes>

4 Metodologia

Aqui apresentamos o recorte de uma pesquisa[¶] de mestrado realizada pelo 1º autor desse artigo, sob orientação do 2º. O desenvolvimento dessa, perpassou pela elaboração de um Produto Educacional, que é uma exigência dos cursos de mestrados profissionais. Esse Produto Educacional foi elaborado considerando as premissas do referencial teórico da pesquisa e então foi aplicado em uma única turma de 8º ano, com aproximadamente 32 alunos, na faixa etária de 13 a 15 anos, de uma escola estadual em Boa Vista, Roraima.

A aplicação do Produto Educacional se deu por meio do desenvolvimento de tarefas durante 15 encontros presenciais, conforme apresentamos no quadro 1.

Quadro 1: Planejamento de tarefas

OBJETO DE CONHECIMENTO	OBJETIVOS	QUANTIDADE DE ENCONTROS	TAREFAS
1º – Conhecendo o GeoGebra	<ul style="list-style-type: none">✓ Conhecer as ferramentas do <i>software</i> GeoGebra;✓ Utilizar as janelas de visualização;✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do campo de entrada;✓ Reconhecer ícones e suas propriedades;✓ Apresentar um problema de equação polinomial do 2º grau do tipo $ax^2=b$	2	Tarefa 1
2º – Equação polinomial do 2º grau e sua particularidade	<ul style="list-style-type: none">✓ Explorar os conceitos equação polinomial do 2º grau do tipo $ax^2=b$;✓ Conhecer as raízes de uma equação polinomial do 2º grau do tipo $ax^2=b$;✓ Explorar o GeoGebra para resolução de situações problema;✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do campo de entrada;✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio da Janela de visualização 2D.	5	Tarefa 2

¶ A dissertação está disponível em: <https://www.uerr.edu.br/ppgec/dissertacoes-defendidas-linha-de-pesquisa-1/>

3° – Equação polinomial do 2° grau do tipo $ax^2=b$.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolver situações problema no GeoGebra; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do campo de entrada; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do Janela CAS; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio da Janela de visualização 2D; ✓ Reconhecer padrões do GeoGebra que auxiliam na resolução dos problemas; ✓ Conhecer as raízes de uma equação polinomial do 2° grau do tipo $ax^2=b$; 	2	Tarefa 3
4° – Equação polinomial do 2° grau e outras possibilidades	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolver situações problema no GeoGebra; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do campo de entrada; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do Janela CAS; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio da Janela de visualização 2D; ✓ Reconhecer padrões do GeoGebra que auxiliam na resolução dos problemas; ✓ Conhecer as raízes de uma equação polinomial do 2° grau do tipo $ax^2=b$; 	3	Tarefa 4
5° – Equação polinomial do 2° grau com geometria.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolver situações problema no GeoGebra; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do Janela CAS; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio do Janela de álgebra; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio da Janela de visualização 2D; ✓ Explorar no GeoGebra as construções de equações por meio da Janela de visualização 3D; ✓ Reconhecer padrões do GeoGebra que auxiliam na resolução dos problemas; ✓ Conhecer as raízes de uma equação polinomial do 2° grau do tipo $ax^2=b$; 	3	Tarefa 5

Fonte: A pesquisa

Com o objetivo de explorar o GeoGebra e suas múltiplas funcionalidades, por meio de situações problema para o desenvolvimento das habilidades, fez-se necessária uma intervenção do pesquisador nas aulas de matemática. Dessa forma, cada estudante teve a oportunidade de desenvolver habilidades matemáticas com a utilização de uma tecnologia digital, no caso, o *software* GeoGebra.

Por meio das observações, de modo geral, foram avaliados os termos teóricos para esclarecer os resultados da assimilação dos conceitos de equação polinomial do 2º grau, fundamentados nas Etapas das Ações Mentais. Para tanto, as características do sistema de ações desenvolvidas no GeoGebra por meio da ASPM, utilizadas para resolver problemas, foram âncoras para a análise do desempenho da aprendizagem (desenvolvimento da habilidade) na dimensão das etapas das ações mentais. Portanto, as características do estudo qualitativo levaram em consideração a produção, a análise e a interpretação dos dados de forma analítica e descritiva.

Também centrou no desenvolvimento da habilidade dos estudantes de acordo com as etapas das ações mentais e dos conceitos de Galperin [7]. E, os procedimentos da prática (tarefas realizadas no GeoGebra) foram descritos pelo processo da prática metodológica e das ações e operações executadas pelos estudantes. Assim sendo, a pesquisa se deu por meio das análises qualitativas das ações e por resultados dos indicadores dessas ações.

4.1 Atividade de Situações Problema em Matemática

As ações da ASPM foram analisadas e convertidas em categorias e, as operações em subcategorias, facilitando assim, a compreensão das ações pelos estudantes e a análise dessas ações pelo pesquisador. A Atividade de Situações Problema em Matemática é composta por quatro “Categorias” e suas respectivas “Subcategorias”.

Em função disso, estabelecemos um guia qualitativo de observação das categorias da ASPM, exposto no quadro 2, que serviu para uma análise posterior dos dados (tarefas realizadas no GeoGebra) produzidos na pesquisa.

Quadro 2: Guia qualitativo de observação das categorias da ASPM.

Categorias	Subcategorias
Compreensão do Problema	O estudante extrai os dados do problema. O estudante determina as condições do problema. O estudante define o(s) objetivo(s) do problema.
Construção do Modelo Matemático	Determinar as variáveis e incógnitas. Nominar as variáveis, incógnitas com suas medidas. Construir o modelo matemático a partir das variáveis e incógnitas e condições. Realizar análises das unidades de medidas do modelo matemático e critério de aprovação.
Solução do Modelo Matemático	Selecionar o(s) método(s) matemático(s) para solucionar o modelo matemático. Selecionar um programa informático que contenha os recursos necessários do(s) método(s) matemático(s) para solucionar o modelo matemático. Solucionar o modelo matemático.
Interpretação da Solução	Interpretar o resultado. Extrair os resultados significativos que tenham relação com o(s) objetivo(s) do problema. Dar resposta ao(s) objetivo(s) do problema. Realizar um relatório baseado no(s) objetivo(s) do problema; analisar a partir de novos dados e condições que tenham relação direta ou não com o(s) objetivo(s) do problema, a possibilidade de reformular o problema, construir novamente o modelo matemático, solucionar o modelo matemático e interpretar a solução.

Fonte: Adaptado [8]

Considerando as subcategorias, observamos as ações e operações realizadas pelos estudantes ao resolverem os problemas propostos durante a avaliação formativa na realização de cada uma das tarefas, a fim de sistematizar a análise de dados.

5 Uma proposição de tarefa

Aqui apresentamos a análise de uma das 5 tarefas realizadas pelos alunos da turma de 8º ano participantes da pesquisa. A escolha dessa tarefa deu-se em função de ser praticamente a última atividade realizada por eles. Com isso, acreditamos ser possível apresentar o desenvolvimento dos alunos em um estágio mais avançado, considerando que outras tarefas foram realizadas anteriores a essa.

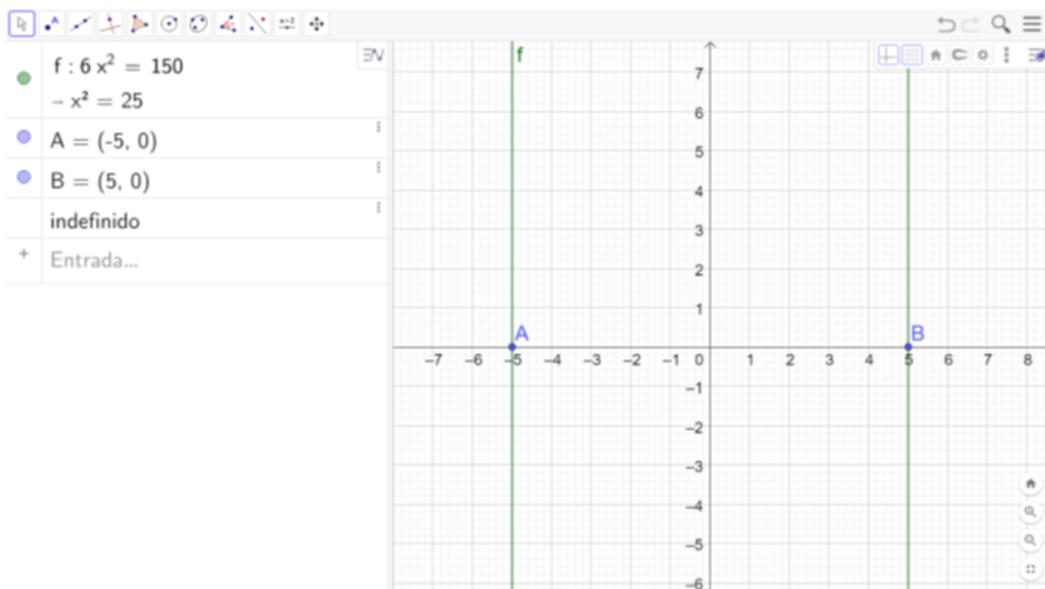
A tarefa a ser analisada foi: *Como podemos utilizar o GeoGebra para determinar a medida do lado de um dos quadrados que compõem as faces de um cubo. Sabendo que esse cubo possui 150 cm^2 de área total em sua superfície? Passos a serem desenvolvidos: Desenhar um cubo na “janela de visualização 3D” e posteriormente planificá-lo e redimensioná-lo. Na “janela de visualização 2D” apresentará a planificação. Montar o modelo matemático e realizar os cálculos na “janela de álgebra”.*

Esse problema apresenta um grau elevado de complexidade se comparado aos proble-

mas anteriores e o professor pesquisador não auxiliou os alunos quanto aos comandos dos ícones no GeoGebra nesta tarefa. A análise dos dados produzidos com essa tarefa foi realizada em consonância com a categorias da ASPM.

Dos alunos participantes, apenas as Duplas 2, 6, 8 e 9 conseguiram finalizar a tarefa. A Dupla 2 realizou apenas as ações das duas primeiras categorias, compreensão e elaboração do modelo matemático da ASPM e não solucionou o modelo nem interpretou a solução. A figura a seguir mostra a resolução dessa tarefa realizada pela Dupla 2 no GeoGebra, ao inserir a equação na janela de álgebra, fixando os pontos $A = (-5, 0)$ e $B = (5, 0)$.

Figura 1. Tarefa realizada pela Dupla 2



Fonte: Elaboração dos estudantes no GeoGebra

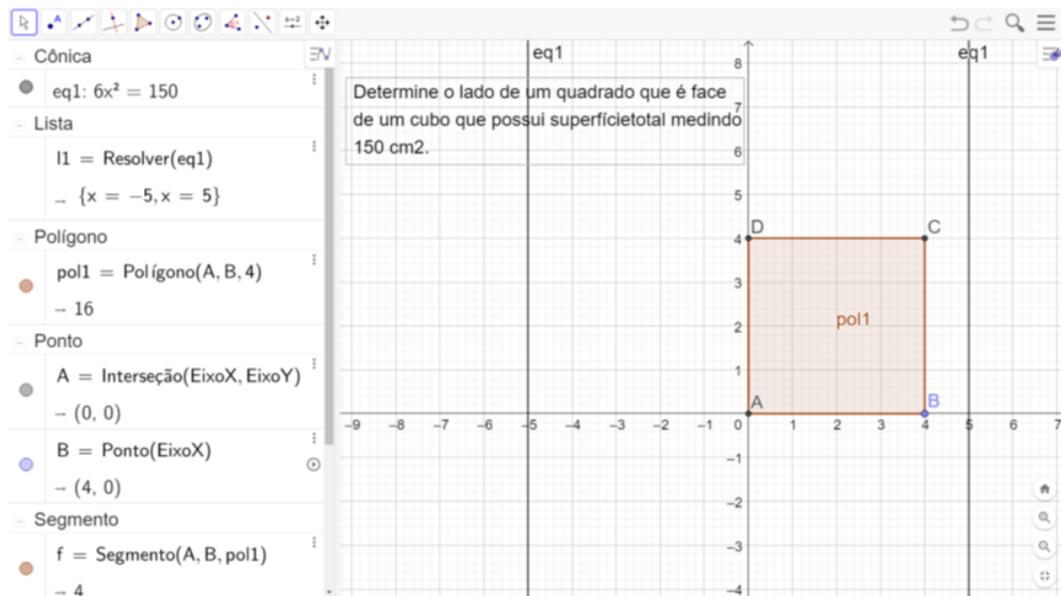
Relativo à primeira categoria, a dupla 2 conseguiu extrair os dados, determinar as condições e definir os objetivos do problema. Na segunda categoria os estudantes determinaram a incógnita denominada de x e construíram o modelo matemático $6x^2 = 150$, quando, consideraram as 6 faces do cubo na realização da análise das unidades de medidas do modelo matemático.

A Dupla 2, na terceira categoria, não conseguiu solucionar o modelo matemático, apesar dos pontos A e B mostrarem as possíveis soluções por meio da interseção entre as retas que são perpendiculares ao eixo x , formadas a partir da equação $6x^2 = 150$. Conseqüentemente, na quarta categoria, os estudantes não interpretaram o resultado. Dessa forma, a Dupla 2 não conseguiu cumprir todas as ações da ASPM, seja por conta da sua complexidade seja por conta da inserção de um novo objeto no problema, o cubo.

Ao analisarmos a tarefa elaborada pela Dupla 6, observamos que os estudantes utilizaram os comandos “Inserir Texto”, “Polígono”, “Área” e “Resolver”. Com isso, os estudantes conseguiram extrair os dados, determinar as condições e definir os objetivos

do problema, realizando assim o previsto na primeira categoria. A figura a seguir mostra a resolução da Tarefa 4 realizada pela Dupla 6 no GeoGebra.

Figura 2. Tarefa 4 realizada pela Dupla 6



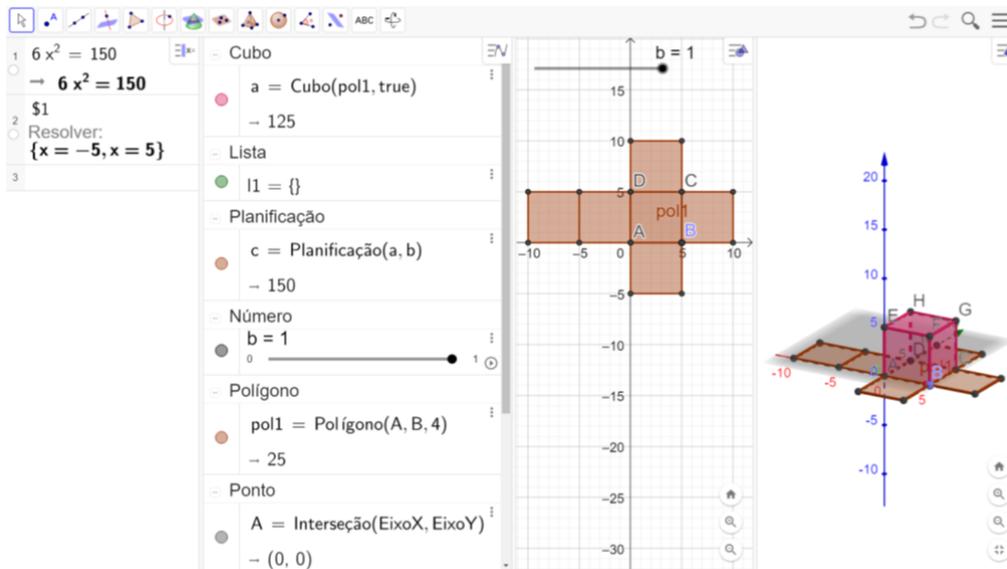
Fonte: Elaboração dos estudantes no GeoGebra

Quanto à segunda categoria, os estudantes determinaram a incógnita denominada de x , construíram o modelo matemático $6x^2 = 150$ e consideraram as 6 faces do cubo na realização da análise das unidades de medidas do modelo matemático. Na terceira categoria, a Dupla 6 conseguiu selecionar um modelo matemático e também resolver esse modelo. Para isso, utilizaram o comando “Resolver”, encontrando como solução $x = 5$.

Apesar de terem executado as ações apresentadas até então e, mesmo estando expostas na janela 2D, as interseções entre as retas que são perpendiculares ao eixo x , formadas a partir da equação $6x^2 = 150$ e a construção de um polígono, os estudantes não conseguiram interpretar o resultado. Com isso, a Dupla 6 não conseguiu cumprir todas as ações da ASPM.

Quanto a Dupla 8, a figura a seguir mostra a resolução da Tarefa 4 realizada pelos estudantes no GeoGebra.

Figura 3. Tarefa 4 realizada pela Dupla 8



Fonte: Elaboração dos estudantes no GeoGebra

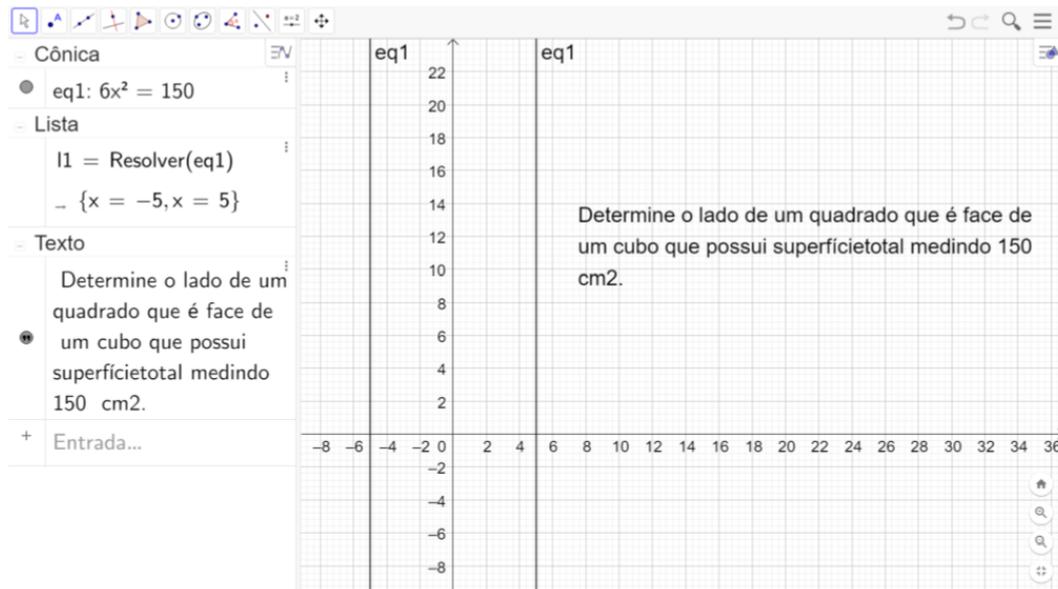
Ao analisarmos a tarefa por meio das subcategorias, observamos que a Dupla 8 conseguiu extrair os dados, determinar as condições e definir os objetivos do problema, contemplando a primeira categoria. Quanto à segunda categoria, os estudantes determinaram a incógnita denominada por x , construíram o modelo matemático $6x^2 = 150$ e consideraram as 6 faces do cubo na realização das análises das unidades de medidas do modelo matemático.

Na terceira categoria, a Dupla 8 conseguiu selecionar um método e resolver o modelo matemático utilizando o comando “Resolver” na janela CAS e encontrando como solução $x = 5$. Contemplando a quarta categoria, a dupla interpretou o resultado utilizando as janelas 2D, na planificação do cubo e a 3D, por meio do comando “Cubo”, para a criação do cubo e respectiva evidenciação do volume de 125 cm^3 .

Dessa forma, a Dupla 8 conseguiu cumprir todas as ações da ASPM e demonstrou as habilidades desenvolvidas no GeoGebra, pois utilizou as quatro janelas possíveis, na utilização do *software*.

A figura a seguir mostra a resolução da Tarefa 4 realizada pela Dupla 9 no GeoGebra.

Figura 4. Tarefa 4 realizada pela Dupla 9



Fonte: Elaboração dos estudantes no GeoGebra

Ao analisarmos a tarefa 4 realizada pela Dupla 9, em consonância com as subcategorias da primeira Categoria, observamos que os estudantes conseguiram extrair os dados, determinaram as condições e definiram os objetivos do problema. Na segunda categoria, os estudantes determinaram a incógnita denominada por x , construíram o modelo matemático $6x^2 = 150$ e consideraram as 6 faces do cubo na realização das análises das unidades de medidas do modelo matemático.

Na terceira categoria, a Dupla 9 conseguiu selecionar um método para o modelo matemático e resolvê-lo, utilizando o comando “Resolver” na janela de álgebra e encontrando como solução $x = 5$. Na quarta categoria, os estudantes não conseguiram interpretar o resultado, mesmo podendo ter utilizado as janelas 2D e 3D, assim como fez a Dupla 8. Dessa forma, a Dupla 9 não conseguiu cumprir todas as ações da ASPM.

Diante das categorias analisadas relativas à Tarefa 4, as duplas se enquadram no caráter generalizado para as etapas material, verbal externa e interna, explanado de forma pouco detalhada nas etapas material e verbal interna e, demonstraram um caráter de independência.

A assimilação das Duplas, ao realizarem as ações e operações, se mostrou pouco consciente, mas com alto grau de solidez e racionalidade. Afirmamos isso, pois, “para obter habilidades sólidas ou o hábito por um período longo de tempo é necessário garantir que as ações dirigidas aos objetos passem da forma material à forma mental com alto grau de generalização e de automatização” [9, p. 376].

6 Considerações Finais

A pesquisa da qual extraímos o recorte aqui apresentado teve como objetivo analisar as contribuições do *software* GeoGebra no desenvolvimento da habilidade de resolver e elaborar problemas sobre equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$, por meio da Atividade de Situações Problema.

Para tanto, foi elaborado um Produto Educacional com um conjunto de tarefas, que compuseram uma sequência didática, cuja aplicação, permitiu aos pesquisadores alcançarem o objetivo estabelecido ao longo da pesquisa. Este Produto Educacional foi elaborado seguindo as diretrizes preconizadas pela BNCC para a unidade temática de álgebra para o 8º ano do Ensino Fundamental, a fim de desenvolver a habilidade de “Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$ ” [1, pp. 312-313].

A análise dos dados obtidos com a aplicação da tarefa 4, aqui apresentada, nos permitiu identificar que, a utilização do *software* GeoGebra, para a resolução de atividades de situações problemas de matemática, contribuiu para a construção e assimilação de modelos e conceitos matemáticos da álgebra com apoio de conceitos de geometria. Afirmamos isso, pois, o cálculo de áreas de figuras planas e planificação de figuras espaciais foram utilizados como introdução dos conceitos, e isso foi possível por meio da utilização dos recursos disponíveis no GeoGebra.

Ainda que todas as duplas não tenham conseguido realizar na íntegra as ações propostas nas categorias da ASPM, foi evidenciado que houve progresso desses alunos ao longo do conjunto de tarefas realizadas com a aplicação do Produto Educacional.

Vale ressaltar que a utilização do GeoGebra ou de outra tecnologia digital, com suas respectivas potencialidades, não garantem o desenvolvimento de habilidades sem a efetiva intervenção do professor, por meio do planejamento de tarefas elaboradas com objetivos direcionados à habilidade que se espera que os alunos desenvolvam.

Portanto, a pesquisa nos permitiu inferir que a utilização do GeoGebra, na execução de uma Sequência de Tarefas, potencializa o desenvolvimento de habilidades que envolvam a utilização de tecnologias digitais. Isso se evidencia quando os estudantes conseguem, por exemplo, planificar figuras, permitindo que efetivem a concretização das etapas propostas pela ASPM.

Contribuições

Todos os autores contribuíram substancialmente na concepção e/ou no planejamento do estudo; na obtenção, análise e/ou interpretação dos dados; na redação e/ou revisão crítica; e aprovaram a versão final a ser publicada.

Orcid

Adjairon da Silva Coelho  <https://orcid.org/0000-0003-2398-9897>

Referências

1. Brasil. Base Nacional Comum Curricular – BNCC, Brasília - DF, MEC, 2018. [Online]. Available: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>, Accessed on: 12 jan. 2019.
2. Coelho, A. S, “O *software* GeoGebra no ensino de equações polinomiais de segundo grau: uma alternativa para o desenvolvimento de habilidades por atividade de situações problema com estudantes do 8º ano”. 2021. 206f. M. S, Thesis (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima. Boa Vista, 2021.
3. Mendoza, H. J. G. and Delgado, O. T., “A atividade de situações problema em matemática”, In *Ensino, aprendizagem e desenvolvimento: fundamentos psicológicos e didáticos para o ensino desenvolvimental*, Longarezi, A. M.; Puentes, R. V. (Org.), 1st ed. Uberlândia, MG: EDUFU, vol. 1, pp. 373-403, 2017.
4. G. Polya, *A Arte de Resolver Problemas*, Rio de Janeiro: Interciência, 1975.
5. M. I. Basniak and E. J. G. Estevam, *O GeoGebra e a matemática da educação básica: frações, estatística, círculo e circunferência*, Curitiba: Ithala, 2014.
6. M. Hohenwarter, “Multiple representations and GeoGebra-based learning environments”, *Revista Iberoamericana de Educación Matemática (Unión)*, no. 39 pp. 11-18, 2014.
7. Galperin, p. Ya., “Acerca de la investigación del desarrollo intelectual del niño”, In *Antología de la psicología pedagógica y de las edades*, Iliasov, I. I., Liaudis, V. Ya., La Habana: Pueblo y Educación, pp. 234-238, 1986.
8. Leite, J. S., “A atividade de situações problema em sistemas de equações lineares fundamentado em Galperin e Majmutov nos estudantes da 2ª série do ensino médio na Escola Estadual Tancredo Neves”. 2019. 103f. M. S, Thesis (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima. Boa Vista, 2019.
9. Mendoza, H. J. G. and Delgado, O., “Organización de la Actividad de Situaciones Problema en Matemática”, *Revista Pedagógica Científica Atenas*, vol. 3, no. 35, pp. 31-36, Jul-Set, 2016.

Editor-científico: Marcelo Batista de Souza. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-2397-5399>

