

Learning tool in teaching quadratic function with high school digital natives

RESUMO:

As Tecnologias Digitais, também conhecidas como ferramentas digitais educacionais, estão cada vez mais presentes no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Neste cenário, é proposto investigar as aprendizagens de uma avaliação formativa através de uma proposta didática aplicada em sala de aula que utiliza o GeoGebra para ensinar a Função Quadrática no 1º ano do Ensino Médio. Dessa forma, é enfatizada a importância da inclusão de um ambiente tecnológico para rever os conteúdos estudados no ensino fundamental, destacando a utilização do GeoGebra como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem de matemática. A metodologia incluída tem como objetivo quali-quantitativo as circunstâncias da pesquisa-ação com a participação dos estudantes de 1º ano do Ensino Médio, sendo exploratória para análise dos dados de uma avaliação subjetiva de função quadrática. As aulas foram divididas em três aulas para apresentar o conceito matemático do conteúdo e mostrar os comandos do GeoGebra, desde a construção de pontos até a criação de gráficos da função quadrática, cujo planejamento surgiu nas fases da metodologia de ensino Sequência Fedathi. Os resultados da pesquisa indicam que os estudantes criaram situações de cada questão estruturada no GeoGebra, permitindo o uso do livro didático para consultar as soluções abordadas na aplicação. É possível notar um interesse crescente dos estudantes, tendo encontrado uma aprendizagem dinâmica com o uso do GeoGebra de forma eficiente na visualização dos conteúdos de Função Quadrática.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Ensino Médio. Aprendizagem. Ensino de Matemática.

Abstract:

Digital Technologies, also known as educational digital tools, are increasingly present in the teaching and learning process of students. In this scenario, it is proposed to investigate the learning of a formative assessment through a didactic proposal applied in the classroom that uses GeoGebra to teach the Quadratic Function in the 1st year of High School. In this way, the importance of including a technological environment to review the contents studied in elementary school is emphasized, highlighting the use of GeoGebra as a tool to support the teaching and learning of mathematics. The methodology included has as qualitative-quantitative objective the circumstances of action research with the participation of 1st year high school students, being exploratory for data analysis of a subjective evaluation of quadratic function. The classes were divided into three classes to present the mathematical concept of the content and show the GeoGebra commands, from the construction of points to the creation of graphs of the quadratic function, whose planning emerged the phases of the Fedathi Sequence teaching methodology. The results of the research indicate that the students created situations of each question structured in GeoGebra, allowing the use of the textbook to consult the solutions addressed in the application. It is possible to notice a growing interest of the students, having found a dynamic learning with the use of GeoGebra in an efficient way in the visualization of the application.

Keywords: Digital Technologies. Secondary education. Learning. Teaching Mathematics.

1. Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa Pós-graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN/UFC). Professor de Ensino Médio (SEDUC-CE)

2. Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Professora Associada de Matemática no Curso de Pedagogia (FACED/UFC). Coordenadora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática - (ENCIMA/UFC) da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho propõe abordar uma proposta didática interativa e dinâmica dos conteúdos de função quadrática, para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos de Matemática para serem incluídos no ensino de função quadrática com o GeoGebra. A disciplina de Matemática e suas Tecnologias é uma das disciplinas do Ensino Médio nas quais os estudantes apresentam maior dificuldade para compreender os conteúdos trabalhados em sala de aula, o que torna o processo de ensino dos professores de Matemática um desafio a ser enfrentado nas instituições escolares (PONTE *et al.*, 2007). O professor acredita que usar tecnologias para ensinar Matemática pode ajudar a ensinar a relação entre teoria e prática na escola, e não apenas usar métodos tradicionais que são mecanizados e repetidos em sala de aula.

Dessa forma, buscou-se usar as Tecnologias Digitais (TD) como ferramentas digitais educacionais nos processos de ensino e aprendizagem, pois os estudantes têm os seus celulares, *notebook* e *tablets*, que podem ser importantes para despertar o interesse dos adolescentes, além de incluí-los no estudo da função quadrática. As TD incluídas no Ensino Médio despertam interesse dos estudantes em utilizar o aplicativo GeoGebra como uma ferramenta para aprender Matemática, especialmente ao abordar a utilização da tecnologia para resolver problemas, o que pode ser utilizado como suporte no processo de ensino (LIMA; SILVA, 2021), permitindo que o professor aprimore o raciocínio matemático dos conteúdos de função quadrática.

Para Pacheco e Barros (2013, p. 7):

Os métodos de ensino e a escolha dos *software* dependem dos objetivos que os professores desejam alcançar com o conteúdo. Avaliar o uso dos aplicativos pode ser um dos primeiros passos para se programar este moderno recurso na sala de aula e buscar as melhores alternativas que potencializam o ensino.

Nessa direção, vivenciamos uma fase das tecnologias móveis, "a utilização de tecnologias móveis como laptops, telefones celulares ou *tablets* tem se popularizado consideravelmente nos últimos anos em todos os setores da sociedade" (BORBA *et al.*, 2014, p. 77). Portanto, o uso do *tablet* através do GeoGebra reestrutura situações que permitem a visualização de objetos matemáticos planos e dimensionais. Conforme Otterborn, Schönborn e Hultén (2019, p. 719), "[...] os *tablets* proporcionam aos professores uma oportunidade de implementar objetivos de aprendizagem, como o desenvolvimento de pensamentos criativos e inovadores, bem como

a demonstração de conceitos e processos de tecnologia". Dessa forma, percebe-se que a inserção das TD não acontece pelo uso sem planejamento, mas:

É necessário ressaltar que a tecnologia, por si só, não é uma solução mágica para problemas do ensino e aprendizagem dos estudantes, mas, se aliada às tecnologias de interação humana, pode contribuir para a (re)construção coletiva das aprendizagens sociais. Dessa forma, as linguagens tecnológicas e digitais precisam trazer benefício educacional e social para a ampliação e aquisição de saberes, no sentido de gerar relações aprendentes e despertar as potencialidades nas diferenças e ir além das relações de consumo e produção que acompanha as inovações tecnológicas (PUGENS; HABOWSKI; CONTE, 2018, p. 497).

A utilização de aplicativos, *softwares* e plataformas nas instituições de ensino fornece aos professores um amparo tecnológico digital educacional como recurso didático em sala de aula. Ao escolher um recurso digital para ensinar, o professor precisa pensar em coisas como: o que vai ensinar, como vai ser a aula, o que vai incluir nas aulas, quem vai ensinar e o que o estudante vai aprender. A TD ajuda o professor a entender e a interagir com os estudantes para criar uma proposta educacional que seja incluída no planejamento escolar.

A presente pesquisa foi desenvolvida na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Coronel Humberto Bezerra, com base nas discussões do Grupo de Estudos Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA), que tratou dos conteúdos de Função Quadrática presentes no cotidiano do estudante. Além disso, foram incluídos os conteúdos de coeficientes, raízes e zero da função quadrática, que são ensinados na metodologia de ensino chamada Sequência Fedathi (SF).

A problemática foi: analisar os acertos dos estudantes na avaliação formativa com os conteúdos de função quadrática estruturada no GeoGebra aplicado na turma do 1º ano do Ensino Médio? Diante dessa pergunta, é importante considerar os conhecimentos prévios e as dificuldades de aprendizagem no ensino de função quadrática, sobretudo dos conteúdos referentes ao ensino fundamental, como: reta numérica, plano cartesiano, coeficientes e a equação do segundo grau.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo investigar as aprendizagens de uma avaliação formativa através de uma proposta aplicada em sala de aula com o uso do GeoGebra para ensinar função quadrática no 1º ano do Ensino Médio.

No entanto, o trabalho está dividido em quatro tópicos. O primeiro é o referencial teórico, com foco

na tecnologia digital, GeoGebra, Função Quadrática e a SF; o segundo é a metodologia utilizada nesta pesquisa; o terceiro é a contextualização da SF aplicada pelo professor diante do estudo de função quadrática e, por fim, as considerações finais.

2. TECNOLOGIA DIGITAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Neste tópico, abordaremos a utilização das tecnologias de ensino e aprendizagem, o uso do aplicativo GeoGebra no ensino de Matemática, os conteúdos trabalhados nesta pesquisa (coeficientes, raízes e zero da função quadrática) e a Sequência Fedathi.

2.1 Reflexão sobre a inserção da tecnologia digital no ensino de matemática

As mudanças que surgem na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, devem-se ao uso das TD junto à cultura digital para inclusão de aprendizagens voltadas para atuação democrática e consciente de seu uso, o que sugere um impacto de transformação na sociedade contemporânea, estruturada na ética, crítica e responsabilidade de propostas midiáticas e digitais (BRASIL, 2018).

De acordo com Kenski (2012), as tecnologias de informação e comunicação desempenham um papel relevante na educação, socializando a inovação de uma tecnologia introduzida no processo de ensino e aprendizagem, despertando a atenção do aluno e do conteúdo trabalhado em sala de aula, ou seja, a visualização de imagens, som e movimento que ofereçam interação com a realidade a qual está sendo lecionado. Entretanto, de acordo com Bittencourt e Albino (2017, p. 210), "[...] para evitar tal situação, as escolas, com a responsabilidade de preparar e desenvolver o aluno para atuar como cidadão crítico e ativo na sociedade, começam a observar a necessidade de seguir o ritmo do desenvolvimento tecnológico", propondo junto aos professores formações com recursos didáticos digitais para os estudantes resolverem individualmente ou em grupo.

As TD estão presentes no cotidiano dos estudantes de diferentes maneiras e formas, como nos aparelhos de celular, *tablet*, *notebook*, GPS e câmeras de segurança. A aprendizagem dos nativos digitais é mediada pelas novas tecnologias digitais, entendidas como instrumentos do nicho cultural em que esses indivíduos se envolvem (LALUEZA; CRESPO; CAMPS, 2010). Sendo assim, é importante compreender as tecnologias como um instrumento

cultural (MODELSKI; GIRAFFA; CASARTELLI, 2019). O professor usa ideias e atitudes que não são visíveis, para alcançar as aprendizagens de maneira a ser entendida e assimilada, podendo ser incluídas no contexto escolar da sua prática pedagógica (TOZETTO; GOMES, 2009).

Freire (2006) aponta que "inclusão digital" tem um significado diferente na conjectura atual. A inclusão digital é a capacidade dos indivíduos de usarem os recursos digitais, com o objetivo de desenvolvimento individual e coletivo, moderado e público (YOUNG, 2006). Utilizar as tecnologias digitais é aprimorar o senso crítico dos instrumentos, com o objetivo de aumentar a aprendizagem significativa, individual e constante, bem como incentivar a cidadania e aprimorar o aprendizado de conhecimentos fundamentais, em relação aos momentos vividos pelos sujeitos (CUSIN; VIDOTTI, 2009).

De acordo com Bonilla e Oliveira (2011, p. 35), a "[...] inclusão digital potencializa interações e possibilidades dos próprios sujeitos se engajarem nas atuais dinâmicas sociotécnicas de forma ativa, participativa, propositiva e construtora de novas realidades sociais". Dessa forma, o processo educativo se transforma em um contínuo desenvolvimento da cultura digital nas escolas, a fim de proporcionar momentos propícios para que os alunos sejam competentes, decididos e transformadores na aprendizagem em sala de aula.

2.2 O software GeoGebra

Dentre os aplicativos digitais educacionais dedicados ao ensino de Matemática, o GeoGebra é bastante conhecido em diversas pesquisas que buscam a inclusão desses recursos em sala de aula. Integrar uma nova ferramenta tecnológica no ensino de Matemática implica alterações pedagógicas a serem trabalhadas durante o ensino, que podem ser analisadas e incluídas pelos docentes (BITTAR, 2010).

Essas tecnologias educacionais requerem conhecimentos básicos, que são relevantes para que o professor de matemática possa "incluir", "aplicar" e lecionar" a tecnologia educacional. Sendo assim, ensinar um conteúdo não é apenas incluí-lo na sala de aula, mas precisa ser explorado de forma adequada para o ensino e a aprendizagem de Matemática (COSTA; PRADO, 2015). A maior dificuldade enfrentada pelos educadores nas instituições de ensino, é a inclusão da tecnologia no currículo escolar. No entanto, a relevância do conhecimento tecnológico e pedagógico dos conteúdos de Matemática que serão trabalhados em sala de aula está estabelecida no planejamento pedagógico do professor e na adequação do seu plano de aula.

Segundo Gravina (1996), o GeoGebra pode ter múltiplas representações em um aplicativo dinâmico, uma vez que uma função quadrática pode receber várias representações, as quais mostram diferentes comandos, um estudo da Matemática em diferentes situações, o que torna-se relevante para o desenvolvimento de conceitos matemáticos. Segundo Lopes (2013), esse aplicativo permite criar diversas representações: gráficos (pontos, retas, gráficos de funções), álgebra (coordenadas do pontos e retas, equações de vários graus) e nas perspectivas da folha de cálculo matemático.

Segundo Bortolossi (2016), o *software* GeoGebra permite a interação através das suas janelas de visualização, permitindo várias representações diferentes de uma mesma construção da função quadrática ou objetos matemáticos, que se estruturam entre si, uma alternativa didática. Para uma melhor eficiência no processo educativo, propondo o controle deslizante para ver o movimento das curvas ou retas da funções que atendam as orientações curriculares vigentes.

Vários trabalhos científicos têm sido elaborados a partir deste aplicativo, visando a valorizar a qualidade do ensino e aprendizagem dos educandos. Guedes (2015), desenvolveu a sua pesquisa com atividades para alunos do 3º ano do Ensino Médio, do Colégio Salesiano Jardim Camburi, Vitória – ES, no Laboratório de Informática da instituição de ensino, contando com o auxílio da professora Evelline Pires de Sousa.

O GeoGebra é usado para ensinar e aprender Matemática e outras áreas curriculares, mostrando os

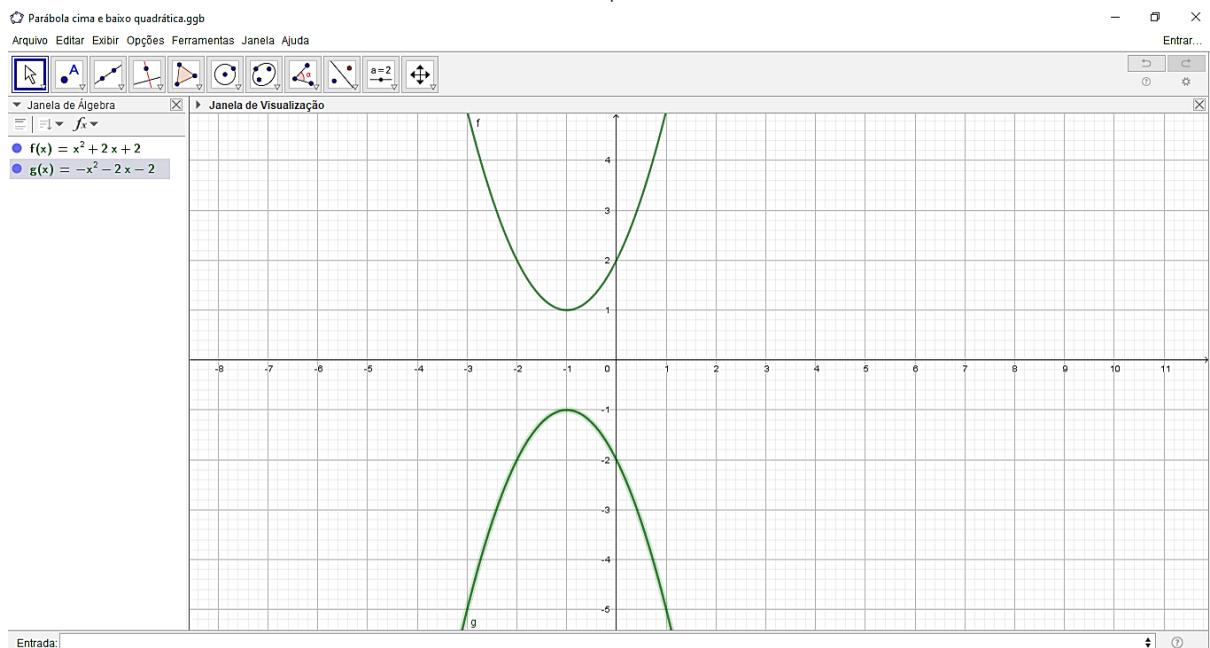
resultados de pesquisas que usaram o programa em sala de aula, destacando as vantagens e resultados significativos.

2.3 Coeficientes, raízes e gráfico da função quadrática

Nesta pesquisa, foram incluídos os seguintes tópicos de Matemática: coeficientes, raízes e zero da função, que estão inclusos no conteúdo de Função Quadrática. Neste subtópico, apresentam-se os conhecimentos matemáticos desses assuntos, que serão trabalhados com o GeoGebra.

No gráfico da função quadrática, são representados os pontos no plano cartesiano, formando uma curva denominada parábola, que possui um eixo de simetria que intersecta em um único ponto, denominado vértice da parábola (SOUZA; GARCIA, 2016). O coeficiente da função quadrática denominada pela letra “a” tem sua representação da seguinte forma, quando a parábola tem sua concavidade voltada para cima, $a > 0$ (positivo) ou para baixo $a < 0$ (negativo) (Figura 1). De acordo com lezzi *et al.* (2016), na fórmula de Bhaskara o símbolo da raiz quadrada é denominado de delta (discriminante), cujo sinal é Δ , na fórmula geral tem-se a descrição de $\Delta = b^2 - 4ac$, já nas situações: $\Delta > 0$, a função quadrática admite duas raízes reais diferentes ($x_1 \neq x_2$); $\Delta = 0$, a função do 2º grau admite duas raízes reais iguais representadas por $x_1 = x_2$; $\Delta < 0$, não admite raízes reais. O valor do coeficiente c é representado no gráfico pela ordenada do ponto de intersecção da parábola com o eixo vertical y (0, y).

Figura 1 – Parábola representada pelos os valores $f(x) = x^2 + 2x + 2$ com curva voltada para cima e $g(x) = -x^2 - 2x - 2$ com curvatura para baixo.

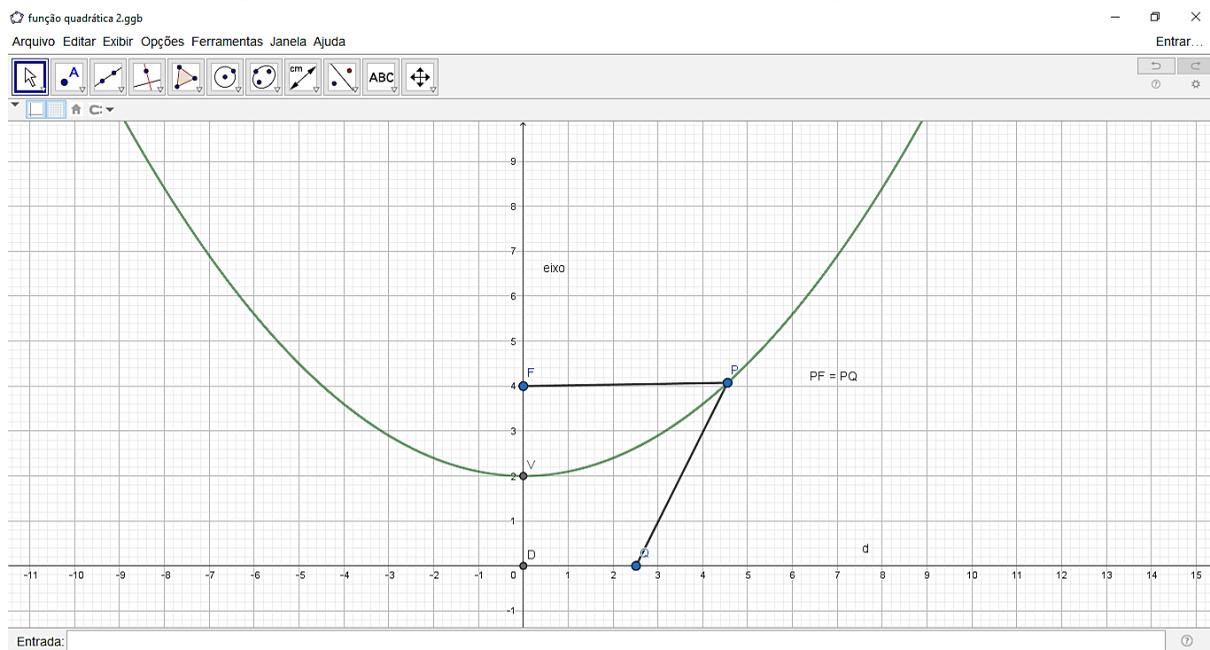


Fonte: Elaborado pelos autores.

Na história da matemática, os babilônios se dedicavam a descobrir dois números reais, conhecidos como soma e produto (RIBEIRO, 2013). Na álgebra moderna, esta situação é representada por um número x e outro dois por $s - x$, em que $p = x(s - x)$, ou seja, $p = sx - x^2 \leftrightarrow x^2 - sx + p = 0$. Conforme Ribeiro (2013), a definição dos valores para x para que a função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c = 0$ são os zeros ou raízes desta função. Dessa forma, ao determina

os zeros da função quadrática, temos os seguintes métodos: por fatoração da função; completando quadrado da função; pela fórmula da equação polinomial de 2º grau; pela soma e produtos das raízes. Nessa perspectiva, o ponto médio do segmento cujas extremidade passa pela interseção do eixo da parábola com diretriz, $d(V,F) = d(V,d)$.

Figura 2 – Curvatura da parábola entre um ponto e dois segmentos de reta.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 Sequência Fedathi metodologia de ensino

A metodologia SF foi elaborada pelo professor doutor Hermínio Borges Neto, em 1997, e aprimorada no Laboratório de Pesquisa Mluteimeios da Faculdade de Educação (FACE) da Universidade Federal do Ceará (UFC) (SOUSA, 2015). A SF possibilita o estudante na “[...] elaboração significativa de conceitos, mediante a solução de problemas, cujas produções serão o objeto sobre o qual o professor vai conduzir a mediação, a fim de levá-lo a constituir o conhecimento em jogo [...]”, e o professor “[...] deve levar em conta as experiências vivenciadas pelos alunos e seus conhecimentos anteriores acerca das atividades [...]” (SOUSA *et al.*, 2013, p. 18).

ASF é dividida em quatro etapas: tomada de posição – o professor apresentará uma situação ou selecionará um problema que os estudantes tenham a ver como o conhecimento que se pretende ensinar em sala de aula; maturação – discussão entre professor e aluno a respeito da situação proposta, devendo incentivar os estudantes a realizarem o levantamento de dados com as relações do problema; solução –

momento que possibilita os estudantes exercitarem com autonomia e contribuir com a construção do seu conhecimento e; prova – a condução do professor com a resposta do problema, sendo que os estudantes passam a ter conhecimento formal aplicado às situações relacionadas ao conteúdo trabalhado em sala (SOUSA *et al.*, 2013).

No próximo tópico, apresenta-se o procedimento metodológico da pesquisa, caracterizando e demonstrando o passo a passo da estruturação.

3. METODOLOGIA

Este estudo tem como objetivo quali-quantitativo, engloba as análises qualitativas e quantitativas, estruturadas e anexadas nas interpretações e argumentos que estão ligados aos resultados da pesquisa (TRIVIÑOS, 2009). Isso quer dizer que os valores, relações, repetições de causa-efeito, ou soluções de experimentos podem servir de base para as análises interpretativas e para a produção de argumentos.

A pesquisa foi realizada com a turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por 38 estudantes do turno integral da EEMTI Coronel Humberto Bezerra, situada na cidade de Quixeramobim, Ceará. O conteúdo trabalhado para a recuperação de aprendizagem foi Função Quadrática (coeficientes, raízes e zero da função), sendo que o professor de Matemática, titular da sala de aula, já havia lecionado o conteúdo.

Diante disso, aplicou-se um formulário *on-line* diagnóstico com o objetivo de avaliar os conhecimentos dos estudantes sobre o tema abordado em sala de aula. Como as pesquisas são mais importantes em números, a ferramenta virtual foi criada para proteger as respostas dos sujeitos e não mostrar aos estudantes as discussões e a interferência do pesquisador (GIL, 2008).

Dessa forma, conseguimos a colaboração da turma e seus responsáveis para a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O questionário foi preenchido, garantindo o cumprimento das normas éticas estabelecidas pelo Comitê de Ética em pesquisa da instituição onde o estudo foi realizado. Os alunos foram apresentados aos enredos desta pesquisa e, após a aplicação dos questionários virtuais serem respondidos, todos os participantes (alunos) aceitaram a exposição dos resultados.

Na Tomada de posição, vamos falar sobre um problema de matemática. Vamos trabalhar em três aulas usando o aplicativo GeoGebra. Primeiro, vamos falar sobre as TD e depois mostrar alguns comandos do GeoGebra. Ao conceituar os tópicos da Função Quadrática em sala de aula, utilizou-se o quadro branco junto com um pincel para anotar quais instruções seguir para criar as situações dentro do aplicativo.

Em seguida, usaram-se outros dois formulários: uma replicação do primeiro (comparativo), para analisar a contribuição das aulas na recuperação de aprendizagem do conteúdo; e um segundo, um formulário qualitativo para conhecer a satisfação dos estudantes com o método trabalhado.

Neste trabalho, prossegue-se a análise qualitativa de Mynayo (2012), em que ocorrem as dez etapas estruturadas na análise de dados.

"Conhecer os termos estruturantes das pesquisas qualitativas; definir o objeto sob a forma de uma pergunta ou de uma sentença problematizadora e teorizá-lo; delinear as estratégias de campo; dirigir-se informalmente ao cenário de pesquisa, buscando observar os processos que nele ocorrem; Ir a campo munido de teoria e hipóteses, mas aberto para questioná-las; Ordenar e organizar o material secundário e o material empírico e

impregnar-se das informações e observações de campo; Construir a tipificação do material recolhido no campo e fazer a transição entre a empiria e a elaboração teórica; exercitar a interpretação de segunda ordem; produzir um texto ao mesmo tempo fiel aos achados do campo, contextualizado e acessível; assegurar os critérios de fidedignidade e de validade" (MINAYO, 2012, p. 622-625).

Na primeira etapa, é estruturada a leitura das temáticas com o objeto de estudo. A segunda etapa é a formalização dos problemas matemáticos de função quadrática. Na terceira etapa, é realizada a definição das táticas a serem desenvolvidas com os estudantes em sala de aula. A quarta etapa apresenta os participantes na interação com o aplicativo GeoGebra e suas aplicações com alguns comandos básicos. A quinta etapa de avaliação formativa com a turma. Na sexta etapa, organizamos os materiais didáticos para serem revistos depois da avaliação, fazendo algumas observações sobre cada estudante em sala de aula. A sétima etapa, recolhe-se o material didático e realiza uma discussão em sala sobre quais conhecimentos prévios foram inseridos na resolução de cada problema matemático. Na oitava etapa, é entregue o material contendo as questões que devem ser aplicadas no aplicativo GeoGebra. Na nona etapa, foram levantados os dados da turma sobre as construções que estudante demonstrou no aplicativo GeoGebra. Na última etapa, verifica-se a validação da aplicação, o que se contradiz com a avaliação formativa aplicada na turma.

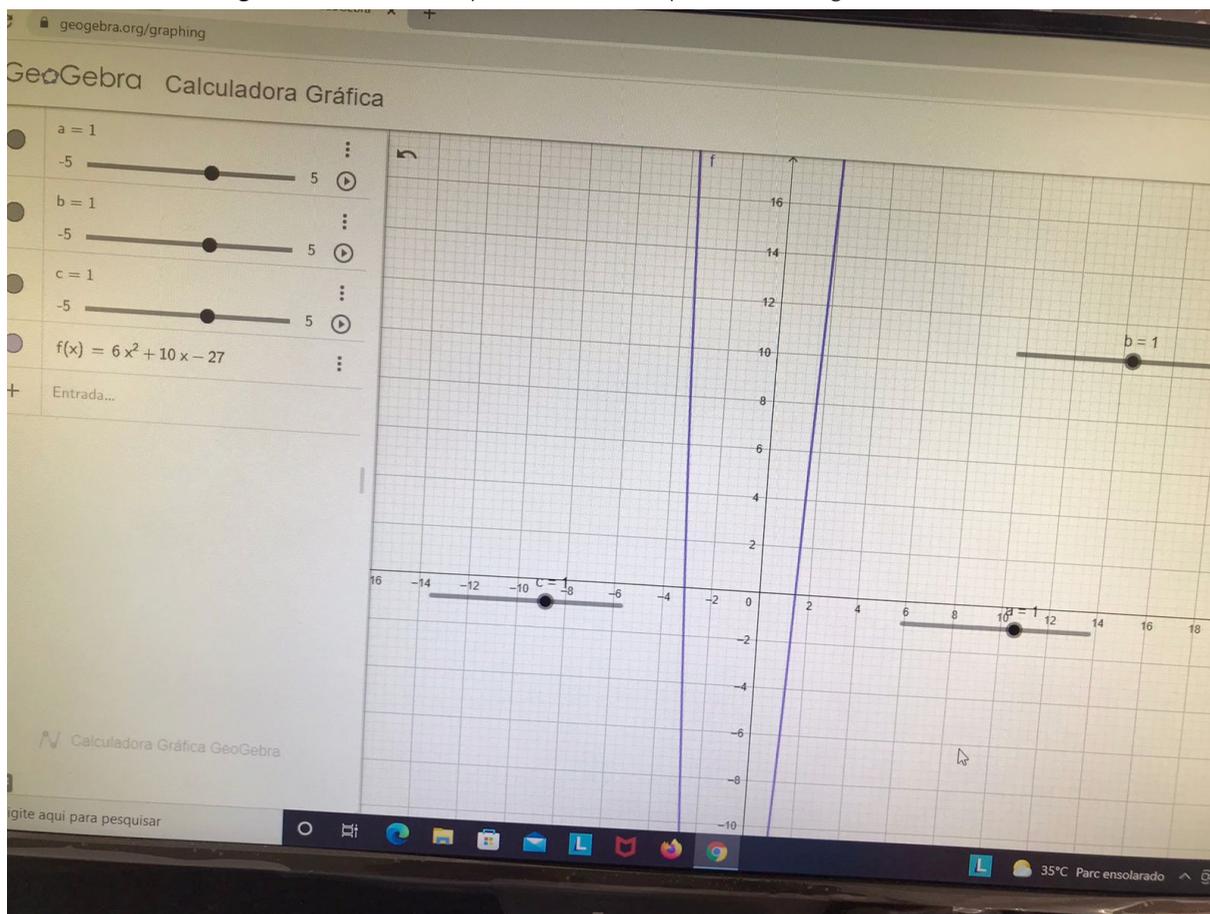
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, vamos analisar formulários virtual que foram usados neste trabalho. Inicia-se pelo formulário aplicado antes da avaliação formativa e depois da aula prática, e depois avaliação qualitativa sobre o uso do GeoGebra.

4.1 Análise do questionário aplicado no *Google Formulário*

O formulário virtual foi para identificar os conhecimentos prévios de Matemática dos estudantes sobre os tópicos de Função Quadrática, que tinham sido trabalhados em sala de aula pelo professor de Matemática da turma, de maneira tradicional, usando pincel e quadro branco.

Figura 3 – Curvatura da parábola entre um ponto e dois segmentos de reta.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após as aulas, aplicou o GeoGebra. Percebe-se que a prática com TD contribuiu para seus conhecimentos matemáticos. Dessa maneira, pode-se comparar como o método tecnológico proposto nesta pesquisa pode ser relevante.

Maturação – compreensão e identificação das variáveis envolvidas no problema matemático, sendo aplicadas cinco questões, uma descritiva e as outras quatro de múltipla escolha, sendo:

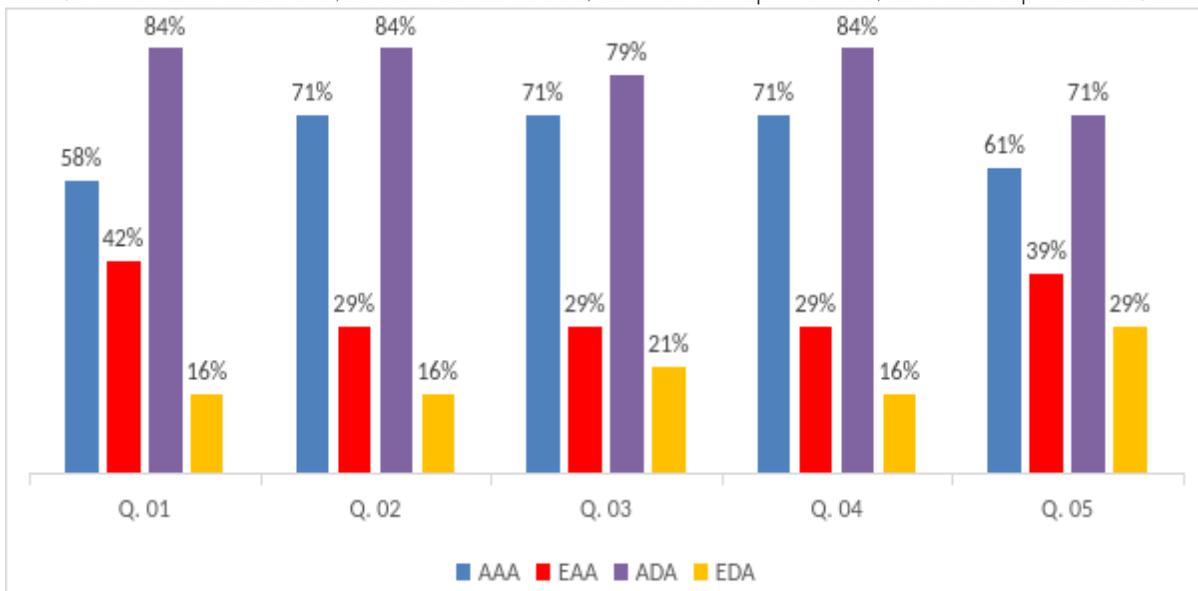
Quadro 1 – Problemas matemáticos aplicados na turma

Perguntas
(1) Coeficientes da função quadrática, que tinha alternativas referentes sobre o assunto e os alunos deveriam analisar qual a correta.
(2) Trabalhava a fórmula de delta ($\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$), descrevendo o comportamento dos resultados positivos e negativos
(3) Descrição da fórmula de Bhaskara ($\frac{-b \pm \sqrt{\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$)
(4) Tratava sobre como encontrar as raízes da função polinomial de 2º grau, aplicando soma e produto
(5) Nesta última questão, trabalhou-se a descrição de como encontrar o zero da função quadrática

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 4 é exibido seus valores em porcentagem de acertos e erros para as situações-problemas, aplicado antes e depois do uso do aplicativo GeoGebra.

Figura 4 – Acertos e erros das questões aplicado aos estudantes do formulário on-line antes e após o uso do GeoGebra (AAA: acertos antes da aula; EAA: erros antes da aula; ADA: acertos depois da aula; EDA: erros depois da aula).

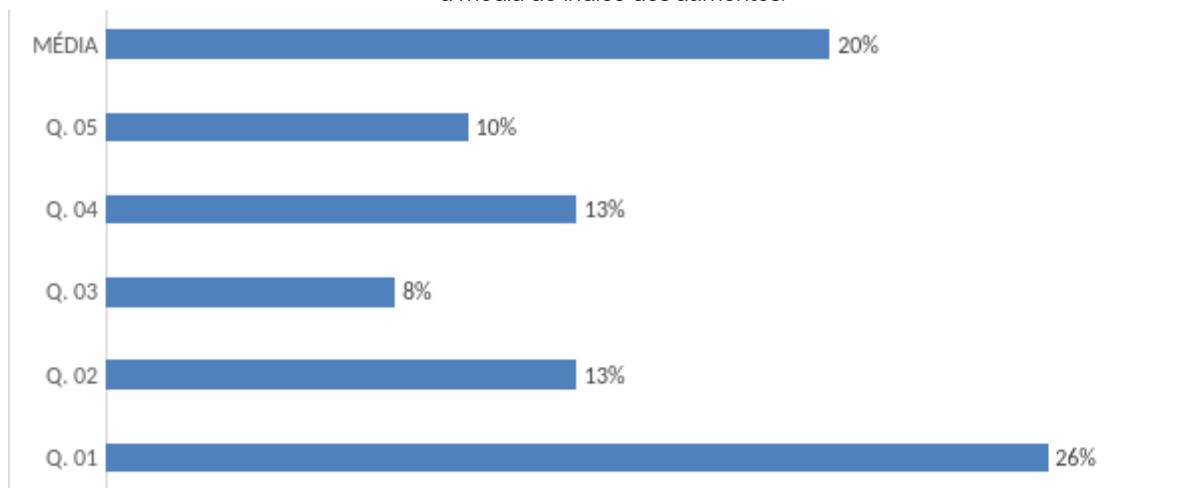


Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Solução foi apresentado a organização dos modelos matemáticos que visam à solução do problema matemático e observou-se a Figura 4 acima, AAA representa o percentual de acertos antes da aula, EAA o percentual de erros antes da aula, ADA os percentuais de acertos depois da aula e EDA os percentuais de erros depois da aula. Na análise da questão 01 (Q. 01), percebe-se após a aplicação da TD nas aulas um aumento do índice de alternativas corretas de 58% para 84%; na questão 02 (Q. 02), o índice de acertos aumentou gradualmente de 71%

para 84%; na questão 03 (Q. 03), por ser descritiva houve um aumento considerável de 71% para 79%; questão 04 (Q. 04) passou de 71% para 84% e na questão 05 (Q. 05) de 61% para 71%. Os respectivos avanços na aprendizagem para essas cinco questões foram de 26%, 13%, 8%, 13% e 10%, com uma média de 20% de melhora nos resultados após a aplicação do aplicativo. A Figura 5 traz os dados desses índices de aumentos.

Figura 5 – Percentuais dos índices de acertos dos problemas aplicados antes e depois da utilização do aplicativo e a média do índice dos aumentos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O GeoGebra foi extremamente importante para o aumento desses índices. Se for inserido no plano de aula bem estruturado, pode alcançar bons resultados de aprendizagem, o que comprova o seu principal objetivo. Segundo Silva e Miranda (2020, p. 11), “[...] foi possível perceber que eles conseguiram uma melhor visualização, interpretação e experimentação desses gráficos e de seus elementos”.

Os resultados foram bastante satisfatórios, pois, em todos os problemas propostos, houve um aumento nos índices percentuais quando utilizado o aplicativo em sala de aula com os alunos, o que mostra indícios de que os estudantes aprenderam o conteúdo de Função Quadrática. Além disso, é importante notar que o processo de ensino e aprendizagem é construído a longo prazo e, que para alcançar resultados mais favoráveis, é indispensável um trabalho constante por parte do professor, com o objetivo de inserir instrumentos tecnológicos digitais nas suas aulas e interligar com o cotidiano do aluno.

Dessa forma, as TD parecem ser adequadas à prática do professor em sala de aula, podendo trazer melhorias para os sujeitos envolvidos nesse processo de aprendizagem. Diante dos dados coletados pelo professor, é possível notar que as TD tiveram uma aceitação positiva, uma vez que, os estudantes

tiveram a oportunidade de utilizar o aplicativo GeoGebra para visualizar o conteúdo ensinado, além de permitir o trabalho do educador.

Com a inclusão do GeoGebra nas aulas de matemática os estudantes tiveram a hipótese de executar os comandos criados pelo aplicativo. Comparando com as descrições no caderno, podem demonstrar o processo inicial de construção de um gráfico até a curvatura da parábola. De acordo com Silva e Miranda (2020), o GeoGebra proporcionará a visualização, experimentação e demonstração dos conteúdos desenvolvidos pelos estudantes e educadores durante a construção desses gráficos da função quadrática, desde a compreensão do coeficiente a , b e c até chegar ao vértice e o eixo da simetria.

4.2 Análise do questionário avaliativo sobre a satisfação dos estudantes com uso do GeoGebra

Esse formulário *online* teve como objetivo identificar a opinião e contentamento dos estudantes em relação ao uso do aplicativo GeoGebra na sala de aula e é composto por cinco perguntas.

Quadro 2 – Questões sobre o uso do GeoGebra.

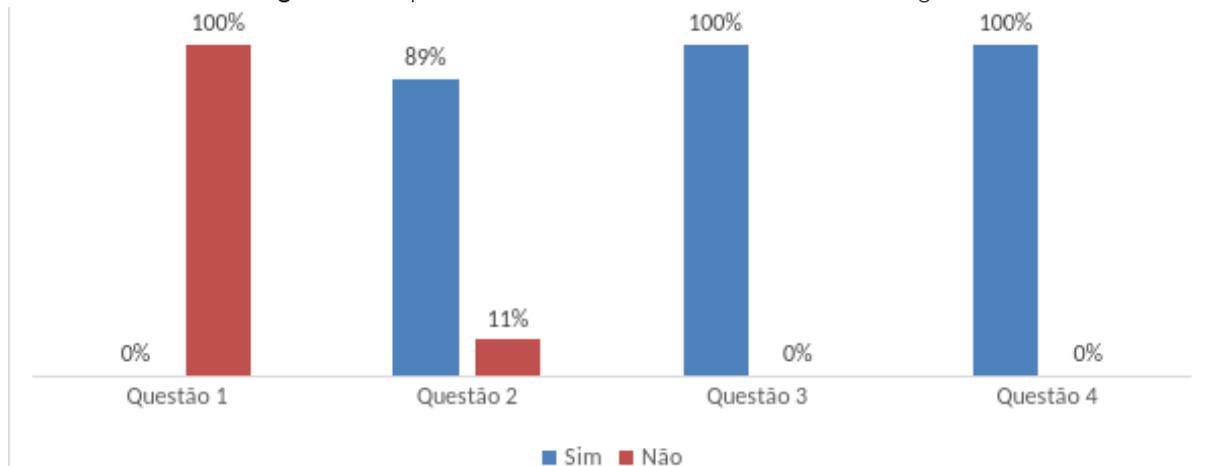
GeoGebra - Perguntas
(1) conhecia o aplicativo GeoGebra?
(2) GeoGebra ajudou você a compreender melhor o conteúdo em sala de aula?
(3) você acha que houve melhoria na interação e participação da turma?
(4) TD em sala de aula é uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem?

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira até a quarta com as seguintes opções de resposta “sim” ou “não” e a última (quinta) com

as seguintes respostas divididas em excelente, boa, regular e ruim (Figura 6).

Figura 6 – Respostas dos estudantes referente ao formulário digital.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, percebe-se que todos os estudantes (100%) não conheciam o aplicativo GeoGebra. Na Figura 6, ficou claro que o GeoGebra nunca foi usado em sala de aula e, sem dúvida, nem outras tecnologias digitais educacionais que ajudam com o processo de aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, é necessário refletir sobre as dificuldades encontradas pela maioria dos estudantes, uma vez que alguns conteúdos de Matemática são considerados complexos devido ao fato de serem ministrados apenas com um quadro branco e pincel. A complexidade apresentada no formulário anterior demonstra que o uso do aplicativo GeoGebra teve um impacto significativo no aprendizado dos estudantes em sala de aula, uma vez que os resultados alcançados nas questões sendo buscados com o uso deste aplicativo.

Os estudos de Souza e Lacerda (2020) propõem sobre as práticas pedagógicas nas instituições de ensino, sobretudo, em relação à leitura e interpretação de situações nas aulas de Matemática com os estudantes do Ensino Médio. Adicionam que "devemos orientá-los as atividades dinâmicas, com recursos que cada vez mais atendam às necessidades e aos anseios dessa nova geração" (SOUZA; LACERDA, 2020, p. 10).

Trazendo a explanação sobre o uso das TD, Lopes e Santos (2016) falam que é um grande desafio como facilitadores da aprendizagem, sendo que os "docentes como discentes costumam usar esses recursos somente para jogos, redes sociais e entretenimento sem fins educativos (LOPES; SANTOS, 2016, p. 4-5). Dessa forma, mostra-se importante as construções no aplicativo GeoGebra nas escolas, a fim de desenvolver a recuperação de aprendizagem dos estudantes em sala de aula.

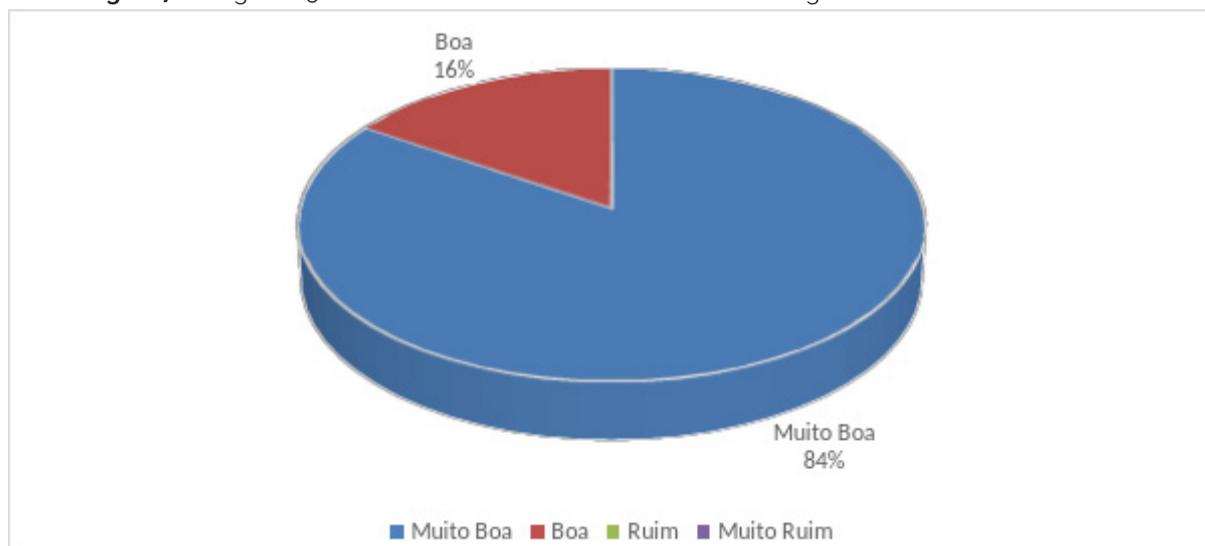
A prova da SF, apresenta a formalização do modelo matemático a ser ensinado com a aquisição de um

novo saber em sala de aula. Observa-se que um número significativo (89%) de estudantes respondeu que a utilização do aplicativo GeoGebra permitiu uma compreensão completa do conteúdo ensinado pelo professor. Dessa forma, é possível notar que os dados coletados a respeito do uso das tecnologias da informação em aulas de Matemática são benéficos, uma vez que a maioria dos estudantes consegue estruturar o entendimento dos tópicos referentes à Função Quadrática. É perceptível a relevância do educador nessa prática pedagógica, uma vez que os *softwares* permitem uma melhor participação dos educandos durante a aplicação da atividade que será estruturada pela dinâmica do aplicativo (SOUZA; LACERDA, 2020).

Para 100% dos estudantes, a (3) melhoria na interação e a (4) importância do GeoGebra no ensino e aprendizagem são instrumentos que auxiliou na aprendizagem de todos. As demonstrações apresentadas pelos estudantes foram coerentes com o aprendizado. Esses dados demonstram que trabalhar o conteúdo de função quadrática usando o GeoGebra torna mais fácil toda a interação entre professor e aluno em sala de aula.

Além disso, o estudante é um participante ativo em seu aprendizado, mostrando: a visualização de gráficos; a estruturação de cada ponto criado; os conceitos matemáticos; a elaboração de hipóteses ou soluções no GeoGebra; as discussões relacionadas à teoria e à prática durante a aplicação.

Na última questão (5), os estudantes responderam sobre a metodologia do professor em sala de aula, escolhendo entre as alternativas: "boa", "muito boa", "ruim" e "muito ruim". As respostas coletadas foram extraídas de uma planilha do próprio formulário (Figura 7).

Figura 7 – Pergunta (5) realizado com os discentes sobre a metodologia do docente em sala de aula.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados coletados, é possível notar que o método trabalhado nas aulas de matemática foi bastante positivo, uma vez que todos os estudantes marcaram no questionário *online* como boa e muito boa. Dessa forma, o uso do aplicativo GeoGebra na recuperação de aprendizagem, aplicando os conteúdos de Função Quadrática, foi relevante para a aprendizagem, servindo como uma prática pedagógica para auxiliar os estudantes a lidarem melhor com as situações.

Segundo Souza e Larcerda (2020, p. 11), "o uso do GeoGebra pode contribuir para que as regras e conceitos matemáticos trabalhados em sala de aula possam ter sentido para o aluno". O uso dele auxiliou os estudantes a terem um conhecimento matemático que se adequasse à resolução das questões durante a aplicação dos conteúdos de Função Quadrática, além de permitir o envolvimento da turma nas aulas de forma satisfatória, da metodologia utilizada.

Esses dados demonstram que a utilização das TD em sala de aula é relevante no processo de ensino e aprendizagem, inclusive no estudo de Função Quadrática na educação básica, onde os alunos possam estudar o tema abordado na aula e o professor venha a integrar as tecnologias educacionais junto às aulas tradicionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação formativa com a ajuda do GeoGebra na revisão de conteúdos de Função Quadrática foram relevantes no processo de ensino e na aprendizagem para os participantes dessa pesquisa. A importância da SF e das TD na educação, como recursos tecnológicos, para dinamizar a sala de

aula, permitindo a interação de novas discussões e a integração de novos saberes, presentes no cotidiano dos estudantes.

Ao analisarmos o aplicativo GeoGebra nas aulas de função quadrática com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola de tempo integral na cidade de Quixeramobim-CE, percebeu-se também, que o GeoGebra pode ser útil tanto na didática do professor de matemática quanto na execução dos desafios/situações disponibilizados aos estudantes, nos quais proporcionam interação entre si.

Na proposta matemática evidenciamos a interação dos estudantes na resolução das questões com uso do GeoGebra nas aulas de função quadrática. No entanto, é importante salientar que houve alguns problemas durante a execução da proposta, como por exemplo: alguns estudantes não tinham os *tablets* e/ou tiveram seus equipamentos tecnológicos descarregados durante o andamento das resoluções. Em outros momentos, não havia concentração em sala de aula – desafios que fazem parte do processo de educação que os professores enfrentam no cotidiano das instituições de ensino, sobretudo nas escolas públicas.

A realização da utilização do aplicativo GeoGebra, ainda apresenta uma das dificuldades de acesso à internet, o que envolve uma discussão política, educacional e social que ultrapassa o que está estabelecido em documentos normativos da educação brasileira, bem como discursos pautados no senso comum de que o professor deve inserir as TD em todas as aulas práticas escolares, sem considerar outras metodologias a serem aplicadas em aula.

Dessa forma, este trabalho apresenta resultados a partir de uma metodologia de ensino que, apesar dos desafios citados acima, a interação dos estudantes com o aplicativo GeoGebra demonstrou possibilidades de estruturação de objetos matemáticos condizentes com cada questão aplicada. É relevante salientar que, para que as aulas de matemática sejam interativas, é necessário que o professor planeje e defina os objetivos propostos para cada etapa da SF, de forma clara e sucinta, propondo os objetivos de cada conteúdo a ser trabalhado em sala de aula e sejam alcançados sempre com a participação e interação dos estudantes.

A pesquisa sugere, ainda, que as aulas da disciplina de Matemática estruturadas com GeoGebra, aliadas

a uma metodologia de ensino e planejamento que priorizem a inclusão de conteúdos não trabalhados no ensino fundamental, demonstram uma compreensão leitora, interpretação dos dados de cada questão e satisfação com os conteúdos propostos.

Espera-se que outros trabalhos com temáticas relacionadas à TD e SF sejam desenvolvidas com o objetivo de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem nas vivências dos conteúdos diagnosticados em avaliações internas e externas para o ensino de matemática, especialmente, com o uso do GeoGebra.

REFERÊNCIAS

- BITTAR, Marilena. A ESCOLHA DO SOFTWARE EDUCACIONAL E A PROPOSTA DIDÁTICA DO PROFESSOR: ESTUDO DE ALGUNS EXEMPLOS EM MATEMÁTICA. *In*: ROCHA, Carlos Alves *et al.* **Educação Matemática, tecnologia e formação de professores**: algumas reflexões. Campo Mourão - PR: Editora da FECILCAM, 2010. cap. 9, p. 215-242.
- BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; ALBINO, João Pedro. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 205-214, 2017. DOI: 10.21723/riaee.v12.n1.9433. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/9433>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- BONILLA, Maria Helena Silveira; OLIVEIRA, Paulo Cezar de Souza (Org.). Inclusão Digital: ambiguidades em curso. *In*: BONILLA, Maria Helena Silveira; PRETTO, Nelson de Luca (Org.). **Inclusão digital**: polêmica contemporânea. Salvador: EDUFBA, v. 2, 2011.
- BORBA, Marcelo. *et al.* **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica editora, 2014.
- BORTOLOSSI, Humberto José. **O Uso do Software gratuito GeoGebra no Ensino e na Aprendizagem de Estatística e Probabilidade**. VIDYA, v. 36, n. 2, p. 429-440, jul./dez., 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.
- COSTA, Nielce Meneguelo Lobo da; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. **A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 16, 2015.
- CUSIN, Cesar Augusto; VIDOTTI, Silvana Aparecida Borsetti Gregório. **Inclusão Digital via Acessibilidade Web**. Rio de Janeiro. **Liinc em Revista**, v. 5, n. 1, p. 45-65, 2009.
- FREIRE, Isa Maria. Janelas da Cultura Local: **Abrindo Oportunidades para Inclusão Digital de Comunidades. Brasília**. Ciências da Informação, v. 35, n. 3, p. 227-235, 2006.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRAVINA, Maria Alice. **Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria**. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1996, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBC, p. 1-12, 1996.

GUEDES, Paulo Cezar Camargo. APPLICATION OF SOFTWARE GEOGEBRA TEACHING OF ANALYTIC GEOMETRY. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 365-375, 2015. DOI: 10.5902/2179460X14555. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/14555>. Acesso em: 10 jul. 2022.

IEZZI, Gelson *et al.* **Matemática: ciência e aplicações, ensino médio**, v. 1, 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Editora Papirus, 2012. 141p.

LALUEZA, José Luis; CRESPO, Isabel; CAMPS, Silvia. **As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização**. In: COLL, César; MONEREO, Charles. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, p. 47-65, 2010.

LIMA, Luís Fernando Mesquita de; SILVA, Willemberg Oliveira da. **Mediação tecnológica no ensino da Matemática: considerações sobre a utilização do software Winplot em atividades**. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, v. 8, n. 23, p. 519-533, 2021.

LOPES, Maria Maroni. **Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra**. Bolema: Boletim de Educação Matemática [online], v. 27, n. 46, p. 631-644, 2013 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300019>. Acesso em: 26 dez. 2021.

LOPES, Thiago Beirigo; SANTOS, Leniedson Guedes dos. **O uso do Geogebra como ferramenta auxiliar para estudo da reta tangente a um gráfico**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70637>. Acesso em: 10 jul. 2022.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

MODELSKI, Daiane; GIRAFFA, Lúcia Maria Martins; CASARTELLI, Alam de Oliveira. **Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas**. **Educação e Pesquisa**, v. 45, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/qGwHqPyjqbw5JxvSCnkVrNC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 dez. 2021.

OTTERBORN, Anne; SCHÖNBORN, Konrad; HULTÉN, Magnus. Levantando o uso de tablets digitais por professores de pré-escola: descobertas gerais e relacionadas à educação em tecnologia. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 29, p. 717-737, 2019.

PACHECO, José Adson D; BARROS, Janaina V. **O uso de softwares educativos no ensino da matemática**. Diálogos. Revista de Estudos Culturais e da Contemporaneidade, n. 8, p. 5-13, fev./mar, 2013.

PONTE, João Pedro *et al.* **Programa de Matemática do Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2007.

PUGENS, Natália de Borba; HABOWSKI, Adilson Cristiano; CONTE, Elaine. **OS PROCESSOS DE ENSINO ATRAVESSADOS PELAS TECNOLOGIAS DIGITAIS**. **EmRede - Revista de Educação a Distância**, v. 5, n. 3, p. 496-509, 2018.

RIBEIRO, Dayse Maria Alves de Andrade. **Uma abordagem didática para função quadrática**. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Matemática pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.

SILVA, Lucinete Barbosa da.; MIRANDA, Deiziane Coutinho de. Software GeoGebra no ensino de função do 2º grau: um estudo do comportamento dos gráficos. **Anais VII CONEDU - Edição Online...** Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69561>. Acesso em: 29 dez. 2021.