



RCEM

Revista Cearense de Educação Matemática

ISSN: 2764 - 8311



e-ISSN: 2764-8511

DOI: 10.56938/rceem.v1i1.3177



O GEOGEBRA COMO RECURSO NO ENSINO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA

GEOGEBRA AS A RESOURCE IN TEACHING SQUARE FUNCTION

Paulo Vitor da Silva Santiago¹; Maria José Costa dos Santos²

RESUMO

As tecnologias digitais estão incluídas cada vez mais no processo de ensino e aprendizagem. Considerando esse contexto, esta pesquisa tem como objetivo investigar os números de acertos das respostas em uma avaliação subjetiva por meio de uma proposta didática aplicada em sala de aula, com o uso do *software* GeoGebra para o ensino de função quadrática para o 1º ano do ensino médio em uma escola de tempo integral. Os conteúdos de função quadrática trabalhados estão presentes no cotidiano do aluno, incluindo os seguintes tópicos de coeficientes, raízes e zero da função. Este trabalho tem caráter quali-quantitativo e é fundamentado pela confirmação experimental, incluindo os processos metodológicos para serem construídos pelas circunstâncias da pesquisa-ação com a participação de uma turma de 1º ano do ensino médio, composta por 38 alunos no turno integral, sendo de cunho exploratório para análise dos dados de uma avaliação subjetiva para o ensino de função quadrática. Desenvolveram-se em duas aulas para introduzir o conceito matemático do conteúdo e mostrar o *software* GeoGebra, desde os comandos básicos até sua execução com a atividade. Com uso do GeoGebra, observou-se que os alunos, junto com o professor, trabalharam outras demonstrações e teoremas matemáticos, seguindo da divisão de duplas, cujo objetivo era unir os alunos em relação às atividades e proporcionar o desenvolvimento de situações de cada questão estruturada no GeoGebra, permitindo, posteriormente, o uso do livro didático para consultar as respostas. Constatou-se também um elevado interesse dos alunos, tendo eles encontrado no GeoGebra uma forma de visualização melhor e eficiente para compreender os conteúdos de função quadrática.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; GeoGebra; Função quadrática; Ensino de matemática; Ensino Médio.

ABSTRACT

Digital technologies are increasingly included in the teaching and learning process. Considering this context, this research aims to investigate the number of correct answers in a subjective

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor de Matemática (Seduc-CE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Rua I, 112, Casa, Cohab, Quixeramobim, Ceará, Brasil, CEP: 63800-000. E-mail: pvtor60@hotmail.com.

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6608-5452>.

² Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora Associada, orientadora e Coordenadora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) e professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Rua: Marechal Deodoro, 750, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60000-000. E-mail: mazzesantos@ufc.br.

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9623-5549>.

assessment through a didactic proposal applied in the classroom, using the GeoGebra software to teach quadratic function for the 1st year of high school in a full-time school. The contents of quadratic function are present in the student's everyday life, including the following topics coefficients, roots and zero of the function. This work has a quali-quantitative character and is based on the experimental confirmation, including the methodological processes to be built by the circumstances of research-action with the participation of a 1st year high school class, composed of 38 students in full time, being of exploratory nature to analyze the data of a subjective evaluation for teaching quadratic function. It was developed in two classes to introduce the mathematical concept of the content and show the GeoGebra software, from the basic commands to its execution with the activity. With the use of GeoGebra, it was observed that the students, along with the teacher, worked on other demonstrations and mathematical theorems, following the division of pairs, whose objective was to unite the students in relation to the activities and provide the development of situations for each question structured in GeoGebra, allowing, later, the use of the textbook to consult the answers. It was also observed a high interest of the students, having found in GeoGebra a better and efficient way of visualization to understand the quadratic function contents.

Keywords: Digital Technologies; GeoGebra; Squared function; Mathematics teaching; High School.

Introdução

Este trabalho propõe descrever uma proposta didática dinâmica a partir das respostas evidenciadas em uma avaliação subjetiva, buscando despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos de Matemática para atuarem no processo de aprendizagem do ensino de função quadrática. A disciplina de Matemática é vista no ensino médio como difícil pelos alunos que não tiveram um bom ensino fundamental, assim entende-se que os conteúdos trabalhados em sala de aula tornam o processo de ensino dos professores de Matemática bastante desafiador. Diante disso, é comum que o docente prefira procurar métodos e instrumentos tecnológicos que possam melhorar o ensino de Matemática, potencializando a relação da teoria com a prática escolar, indo além das metodologias tradicionais, que são mecanizadas e, muitas vezes, repetitivas em sala de aula.

Pensando nisso, procurou-se usar, nesta pesquisa, as Tecnologias Digitais (TD) como ferramentas tecnológicas nos processos de ensino e aprendizagem, pois os alunos dispõem de seus aparelhos celulares, *notebooks* e *tablets*, que podem ser ferramentas importantes para provocar interesse no aprendizado, além de mostrar as melhorias no ensino de Matemática. Uma das utilidades do uso da TD com os alunos do ensino médio é despertar o uso da tecnologia como ferramenta cognitiva na aprendizagem de Matemática por meio do uso do software GeoGebra, em específico, trabalhar a utilização da tecnologia para a solução dos problemas, assim como oportunidade para que o professor de matemática possa utilizar como suporte no processo de ensino (LIMA; SILVA, 2021), podendo envolver o raciocínio matemático dos conteúdos de função quadrática. Para Barros e Pacheco (2013, p. 7):

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

Segundo Damasceno e Neves (2021), “[...] os tablets na educação, parece condição *sine qua non* que estejam devidamente conectados, são um potente artefato para produção e difusão de conhecimento, congregam aprendizagens diversas e exploram a curiosidade [...]”, em que o aluno se torna o protagonista de seus saberes de todos os processos envolvidos na educação, pois são ferramentas adequadas para possibilitar um melhor entendimento dos conceitos estudados em sala de aula, o que contribui e auxilia para uma formação com recurso tecnológico. Portanto, o GeoGebra instalado no *tablet* facilita a reestruturação de situações-problema que permitem a visualização de um gráfico polinomial de segundo grau. 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 existem alguns comentários sobre as TD e a aprendizagem:

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).

Neste trabalho, estruturou-se uma pesquisa na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Coronel Humberto Bezerra, desenvolvida nas discussões do Grupo de Estudos Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA), abordando os conteúdos de função quadrática presentes no cotidiano do aluno. Especificamente, incluíram-se os conteúdos de coeficientes, raízes e zero da função.

Diante desse contexto, a problemática exposta foi a partir deste questionamento: como analisar os números de acertos das respostas em uma avaliação subjetiva no ensino de função quadrática estruturada no *software* GeoGebra com o uso do *tablet* para alunos cursando o 1º ano do Ensino Médio? Para responder essa pergunta, é preciso considerar as dificuldades de aprendizagem, observadas pelo professor e evidenciadas dentro das atividades escolares, na compreensão dos conceitos matemáticos que envolvem os

conteúdos de função quadrática lecionados no primeiro ano do Ensino Médio, principalmente aqueles referentes a funções trabalhadas conforme o currículo escolar. O objetivo desta pesquisa, portanto, é investigar o número de acertos das respostas em uma avaliação subjetiva por meio de uma proposta aplicada em sala de aula com o uso do GeoGebra para o ensino de função quadrática no 1º ano do Ensino Médio.

Referencial teórico

Neste tópico, falar-se-á sobre a utilização das TD no ensino e aprendizagem dos alunos, o uso do *software* GeoGebra no ensino de Matemática e os conteúdos trabalhados nesta pesquisa (coeficientes, raízes e zero da função).

Tecnologia digital no ensino e aprendizagem

As transformações que acontecem na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio devem-se à utilização das Tecnologias Digitais junto à cultura digital para inclusão de aprendizagens voltadas para a atuação democrática e consciente por uso das TD, o que supõe um impacto de transformação digital e progressos do mundo digital na sociedade contemporânea estruturada na ética, criticidade e responsabilidade de propostas midiáticas e digitais (BRASIL, 2018).

Conforme Kenski (2012), as TD desempenham um papel importante na educação, socializando a inovação de determinada tecnologia introduzida no processo de ensino e aprendizagem, provocando a atenção do aluno para o conteúdo trabalhado em sala de aula, a partir da visualização de imagem, som e movimento que ofereçam a interação da realidade e o que está sendo lecionado. De acordo com Bittencourt e Albino (2017), o uso das mídias digitais nas instituições de ensino cresce a cada dia como estratégia, com um público de alunos cada vez mais inserido na tecnologia, levando aos ambientes de aprendizagem várias formas de recursos didáticos digitais capazes de dar a oportunidade de resolução individual ou em grupo dentro da aprendizagem.

As TD estão presentes no cotidiano dos alunos de diversos meios e formas inclusivas, como nos aparelhos de celular, *tablet*, *notebook*, *GPS* e câmeras de segurança. Dessa forma, percebe-se que as alterações tecnológicas sofrem transformações dos dispositivos que interagem com a atividade promovida pelo docente e, ao mesmo tempo, são inseridas pelas mudanças nos sujeitos e pelos objetos dessa atividade (LALUEZA; CRESPO; CAMPS, 2010). Convém, portanto, compreender as tecnologias como instrumento cultural (MODELSKI; GIRAFFA; CASARTELLI, 2019). O professor

utiliza de suas ideias e atitudes formadas por momentos não visíveis, cujo entendimento busca alcançar as aprendizagens a serem entendidas, assimiladas, em que possam ser anexadas no contexto escolar da sua prática pedagógica (TOZETTO; GOMES, 2009).

De acordo com Freire (2006), os termos “inclusão digital” têm um significado variado na conjectura atual. Young (2006) descreve que inclusão digital se define na capacidade de os sujeitos utilizarem os recursos digitais, com objetivo de desenvolvimento particular e geral, moderado e público. Assim, ao incluir as TD na educação, é possível criar um gráfico de uma função quadrática até a sua curvatura dentro da visualização tridimensional. Apropriar-se das tecnologias digitais é desenvolver o uso crítico das ferramentas digitais, com o objetivo de elevar a aprendizagem significativa, individual e constante, além de impulsionar o exercício da cidadania e possibilitar a construção de conhecimentos básicos para a melhoria dos momentos vivenciados pelas pessoas (CUSIN; VIDOTTI, 2009).

De acordo com Bonilla e Pretto (2011, p. 35), a “[...] inclusão digital potencializam 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 desenvolvimento dinâmico constante da cultura digital inserida nas escolas, procurando uma perspectiva de oportunizar momentos favoráveis para que os alunos sejam competentes, decididos e transformadores na aprendizagem em sala de aula. Com a TD aplicada neste trabalho, o *software* GeoGebra, apresentou-se uma sequência estruturada nos acertos dos alunos em uma avaliação de aprendizagem.

Pesquisa com o uso do GeoGebra

No ensino de Matemática, integrar uma nova ferramenta tecnológica no ambiente escolar implica nas alterações pedagógicas a serem trabalhadas durante o ensino, que podem ser analisadas e incluídas pelos docentes (BITTAR, 2010). As TD necessitam de conhecimentos básicos, os quais são importantes para que o professor de matemática possa “incluir com”, “aplicar com” e lecionar com” uma ferramenta tecnológica. Desse modo, ensinar não apenas ocorre na sala de aula, mas é preciso explorar adequadamente as suas possibilidades para o ensino e a aprendizagem em Matemática (COSTA; PRADO, 2015). O maior desafio que o educador enfrenta nas instituições de ensino é inserir a tecnologia no currículo escolar. Entretanto, diante da importância do saber tecnológico e

pedagógico dos conteúdos de Matemática a serem trabalhados em sala de aula, cada vez mais é necessário o docente estruturar, incluir e adequar a tecnologia ao seu plano de aula.

Segundo Gravina (1996), o GeoGebra tem uma capacidade de múltiplas representações em um *software* dinâmico, considerando que uma função quadrática pode receber várias representações, as quais mostram diferentes comandos, assim, consiste em uma exploração da Matemática em diferentes situações tornando-se significativa no desenvolvimento de construção dos conceitos matemáticos. Para Lopes (2013), esse *software* permite criar várias representações: gráficos (pontos, retas, gráficos de funções), álgebra (coordenadas dos pontos e retas, equações de vários graus) e as perspectivas da folha de cálculo matemático. Assim, observa-se que suas representações da mesma estruturação estão interligadas dinamicamente e adaptadas pelas alterações automaticamente, de forma que as funções quadráticas possam incluir uma solução adequada à aprendizagem dos alunos.

Dentre os diversos *softwares* voltados para o ensino de Matemática, tem-se o GeoGebra, bastante conhecido em várias pesquisas com o objetivo de incluir essa ferramenta em sala de aula. Segundo Bortolossi (2016), o *software* GeoGebra permite a interação por meios de suas janelas de visualização, com várias representações diferentes de uma mesma construção da função quadrática ou objetos matemáticos, que se estruturam entre si em uma alternativa didática. Para uma provável eficiência no processo educativo com significados propostos para um percurso investigativo, propondo a inserção do controle deslizante para ver o movimento das curvas ou retas das funções que atenda às orientações curriculares vigentes.

Os pesquisadores Mathias, Silva e Leivas (2019) mostram, em sua pesquisa teórica, exemplos de demonstrações visuais nominadas de Provas Sem Palavras (PSP) de alguns resultados obtidos por Alencar, Cândido e Farias (2019) e resoluções visuais elaboradas por eles, com embasamento em fundamentações teóricas de visualização matemática, sendo propostas situações-problema de geometria da literatura específica com suporte do *software* GeoGebra. Estruturaram-se, principalmente, nos controles deslizantes e ferramentas de sequências, promovendo um aspecto visual dinâmico para as suas demonstrações, entre outros recursos, translações, reflexões e rotações incluídas na fundamentação das PSP trabalhadas na escola básica. Os três exemplos exibidos no trabalho com o uso do PSP geometria dinâmica e animada pode ser utilizada em vários níveis de ensino.

Conforme Malheiro, Teixeira e Almeida (2021), o *software* GeoGebra foi desenvolvido pelo matemático austríaco Markus Hohenwarter, sendo produto de uma tese de doutorado. Há também um programa de uso gratuito, disponível para *download* na plataforma GeoGebra³. Na internet e no site GeoGebra, existem diversos manuais e apostilas ensinando como utilizar o *software*. Além disso, vários sites, em particular, a plataforma virtual do GeoGebra, fornecem várias construções colaborativas para todo o mundo. Com isso, além de incentivar a criação de novos materiais didáticos que possam ser utilizados em qualquer instituição de ensino, todos os usuários do *software* podem participar de forma colaborativa desde que tenham acesso à internet.

Diante da quantidade de trabalhos que incluem a utilização do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem para alunos, tanto de Matemática quanto das outras áreas curriculares que ela engloba, buscou-se aqui mostrar alguns resultados de pesquisas que empregaram esse programa em sala de aula, destacando as vantagens e resultados significativos encontrados.

Conceitos descritivos da função quadrática

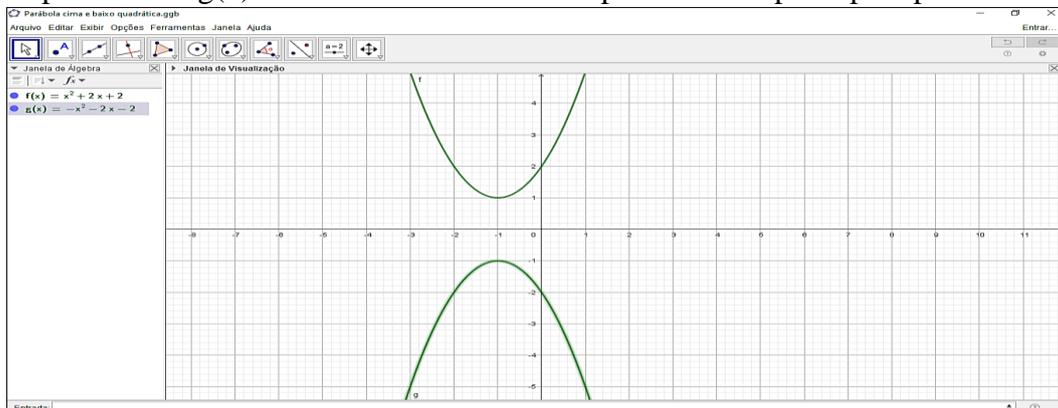
Nesta pesquisa, incluem-se os seguintes tópicos de Matemática: coeficientes, raízes e zero da função, que fazem parte do conteúdo de função quadrática. Neste subtópico, apresentam-se os conhecimentos matemáticos desses assuntos, que serão trabalhados com o suporte do *software* GeoGebra.

Segundo Souza e Garcia (2016), o gráfico da função quadrática é representado pelos pontos no plano cartesiano, traçando uma curva denominada de parábola que possui um eixo de simetria que intersecta em um único ponto, denominado de vértice da parábola. Nesse sentido, observa-se que, com o coeficiente a de uma função quadrática, verifica-se que essa parábola representa uma concavidade voltada para cima e o valor de a é maior que zero: $a > 0$ (positivo), ou para baixo e o valor do coeficiente a é menor que zero: $a < 0$ negativo (Figura 1). De acordo com Iezzi *et al.* (2016), o sinal do discriminante $\Delta = b^2 - 4ac$ ocorre nas seguintes 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 na função quadrática.

³Plataforma GeoGebra (<https://www.geogebra.org>). Nesta plataforma são desenvolvidas atividades e construções em 2D e 3D dos autores cadastrados, como forma de compartilhar o conhecimento e ideias em torno das construções matemáticas.

O valor do coeficiente c é representado no gráfico pela ordenada do ponto de intersecção da parábola com o eixo vertical y .

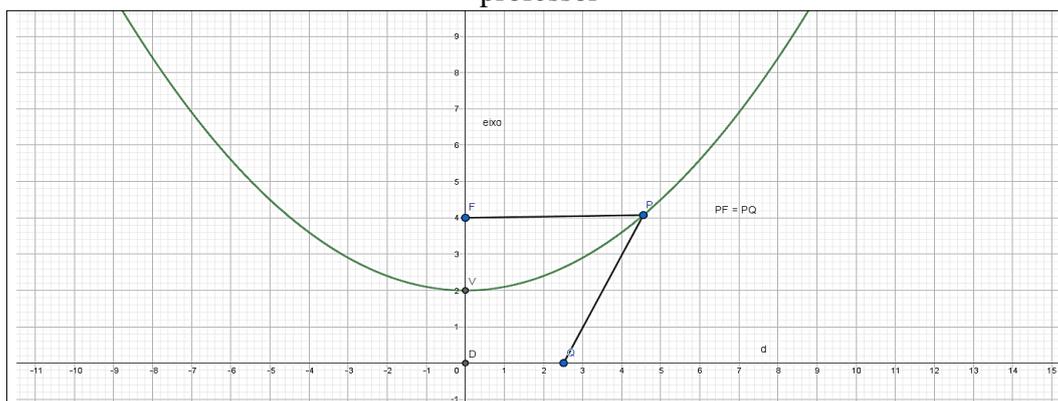
Figura 1 – Parábola representada pelos valores $f(x) = x^2 + 2x + 2$ com curva voltada para cima e $g(x) = -x^2 - 2x - 2$ com curvatura para baixo exposta pelo professor



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na história da matemática, os estudos dos babilônios se incluíam em determinar dois números reais conhecidos por soma e produto (RIBEIRO, 2013). Na álgebra moderna, esta situação está determinada por um número x e outro dois por $s - x$, em que $p = x(s - x)$, ou seja, $p = sx - x^2 \iff x^2 - sx + p = 0$. 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 determinar os zeros da função quadrática, tem-se 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 são o foco que passa pela intersecção do eixo da parábola com diretriz visualizada na Figura 2, ou seja, $d(V, F) = d(V, d)$.

Figura 2 – Curvatura da parábola entre um ponto e dois segmentos de reta exposta pelo professor



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No próximo tópico, apresenta-se o procedimento metodológico da pesquisa, caracterizando e evidenciando o passo a passo de como foi estruturada. Em seguida, os resultados obtidos a partir dos formulários são exibidos e analisados, o que demonstra um diálogo com outras pesquisas sobre a temática trabalhada aqui. Por fim, apresenta-se as considerações finais do trabalho em que se resume os resultados colhidos. Além disso, procede-se uma observação sobre a conjuntura dos dados coletados e das contribuições desta pesquisa.

Metodologia

Este trabalho tem caráter quali-quantitativo e compreende-se que os cálculos estatísticos (simples ou de frequência) são constituídos pelas interpretações, análises e discussão dos dados coletados, sendo o apoio às argumentações construídas a partir dessas análises realizadas e do seu referencial teórico (RANGEL; RODRIGUES; MOCARZEL, 2018). Nesse sentido, o formato quali-quantitativo engloba as análises qualitativas e quantitativas, estruturadas e anexadas nas interpretações e argumentos ligados aos achados da investigação (TRIVIÑOS, 2009), o que significa que os valores, relações, repetições de causa-efeito ou soluções de experimentos podem servir de base às análises interpretativas e à produção de argumentos.

De acordo com Rangel, Rodrigues e Mocarzel (2018), os trabalhos de natureza quantitativa podem ser fundamentados pela confirmação experimental ou por outros processos metodológicos, embora possam ser constituídos pelas circunstâncias da pesquisa, as quais determinam as possibilidades geradas em situações iguais. Dessa forma, o autor Krippendorff (1990), na sua análise do tratamento qualitativo e quantitativo, afirma que são eficientes em pesquisa, sem prejudicar o processo metodológico, podendo ser utilizados, de modo relativo e correlacionado, em diversos métodos de análise, a exemplo da análise de conteúdo, de discurso, documental e de investigações empíricas e etnográficas, inserindo-se outras formas e instrumentos de pesquisas de dados, a exemplo das entrevistas, observações de campo, questionários e entre outros.

Neste trabalho, a análise qualitativa é elaborada por se tratar de uma pesquisa-ação, em que o procedimento da pesquisa acontece com a participação da comunidade a partir de seu cotidiano entre os pesquisadores e os sujeitos envolvidos na investigação,

cujo objetivo é a mudança social em favor dos participantes. Diferentemente da análise quantitativa, não existem receitas prontas para orientação dos pesquisadores. A construção de uma interpretação é empregada em uma pesquisa de cunho exploratório embasada nos estudos de Gil (2008), tendo como propósito: conceituar, alterar, estruturar e analisar as ideias, tendo em vista a construção de problemas mais essenciais ou hipóteses pesquisáveis para futuros trabalhos.

A pesquisa foi estruturada em uma turma do 1º ano de Ensino Médio, composta por 38 alunos no turno integral da EEMTI Coronel Humberto Bezerra, situada na cidade de Quixeramobim, Ceará. O conteúdo trabalhado foi uma avaliação subjetiva para o ensino de função quadrática (coeficientes, raízes e zero da função), sendo que o docente de Matemática, titular da sala de aula, já tinha lecionado o conteúdo. Entretanto, aplicou-se a matéria apenas com o pincel e o quadro branco e os alunos assumiram papel de ouvintes, sendo passivos de sua própria aprendizagem em sala de aula, o que indica um procedimento de aula tradicional.

Em vista disso, aplicou-se um formulário on-line diagnóstico com objetivo de analisar os conhecimentos dos alunos nesse assunto trabalhado em sala de aula. Posto que essa ferramenta virtual seja mais utilizada em pesquisas quantitativas, decidiu-se por ela em razão da garantia do anonimato dos sujeitos diante de suas respostas e por não mostrar aos alunos as discussões e a interferência do pesquisador (GIL, 2008). Diante disso, com a preservação da ética no trabalho, foram explicados aos alunos os enredos desta pesquisa e, após a aplicação dos questionários virtuais serem respondidos, todos os participantes (alunos) aceitaram a exposição dos resultados e trabalhou-se três aulas com teoria e prática (Figura 3).

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No momento seguinte, foram empregados outros dois formulários: uma reaplicação do primeiro (comparativo), procurando analisar a contribuição das aulas a partir dos acertos e erros dos alunos na aprendizagem do conteúdo; e um segundo, que foi um formulário qualitativo para conhecer a satisfação dos educandos com o método trabalhado, vindo de encontro com a opinião positiva dos alunos com o uso do *software* GeoGebra em sala de aula.

A primeira etapa consistiu na compreensão e seleção dos conteúdos a serem trabalhados. Já a segunda etapa estruturou-se na problemática da pesquisa e a definição do objeto de pesquisa. Neste trabalho, utilizou-se, na terceira etapa, estratégias de campo, ferramentas, como: gráficos, visualização de funções polinomiais do segundo grau, elementos para conceituar o pensamento na teorização inicial. Já na quarta etapa, buscou-se evidenciar uma revisão da pesquisa de forma a saber dos significados dos dados coletados, padrões e explicações. Na última etapa, realizou-se a leitura de pesquisas com temáticas que trabalham com o *software* GeoGebra, garantindo, assim, as conclusões do trabalho e verificando quais alternativas podem ser inclusas na pesquisa.

Resultados e discussões

Neste tópico, serão analisados os formulários on-line aplicados neste trabalho. Inicia-se pelo formulário que foi aplicado antes e depois da aula prática proposta e em seguida com o que procurou avaliar qualitativamente o uso do *software* GeoGebra.

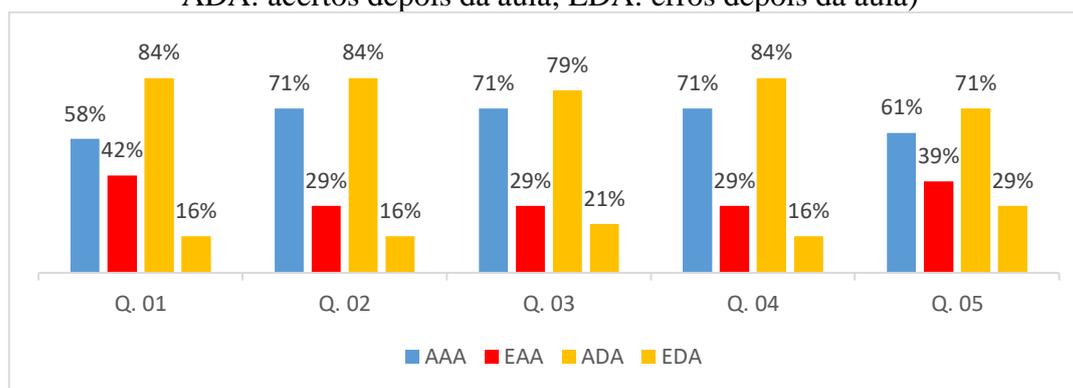
Questionário aplicado no formulário virtual

Com o formulário virtual aplicado antes da aula, pretendeu-se identificar os conhecimentos prévios de Matemática dos alunos sobre os tópicos de função quadrática, pois, como já citado, o conteúdo já tinha sido trabalhado em sala de aula pelo professor de Matemática junto com a turma, de maneira tradicional, usando pincel e quadro branco e colocando os educandos como ouvintes. Logo depois, realizou-se a aplicação com o GeoGebra e observou-se o quanto a prática com TD contribuiu com os saberes matemáticos. Dessa forma, pode-se realizar um comparativo de como pode ser significativa a utilização do método tecnológico proposto nesta pesquisa.

Nessa perspectiva, foram aplicadas cinco questões, uma descritiva e as outras quatro de múltipla escolha, das quais: (1) Tratava de coeficientes da função quadrática e tinha alternativas referentes sobre o assunto e os alunos deveriam analisar qual a correta; (2) Trabalhava a fórmula de delta ($\Delta = b^2 - 4ac$), descrevendo o comportamento dos

resultados positivos e negativos; (3) Falava sobre a fórmula de Bhaskara ($-b \pm \sqrt{\Delta} = b^2 - 4ac / 2a$); (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. No Gráfico 1, são exibidos seus valores em porcentagem de acertos e erros para as situações-problema, aplicado antes e depois do uso do *software* GeoGebra.

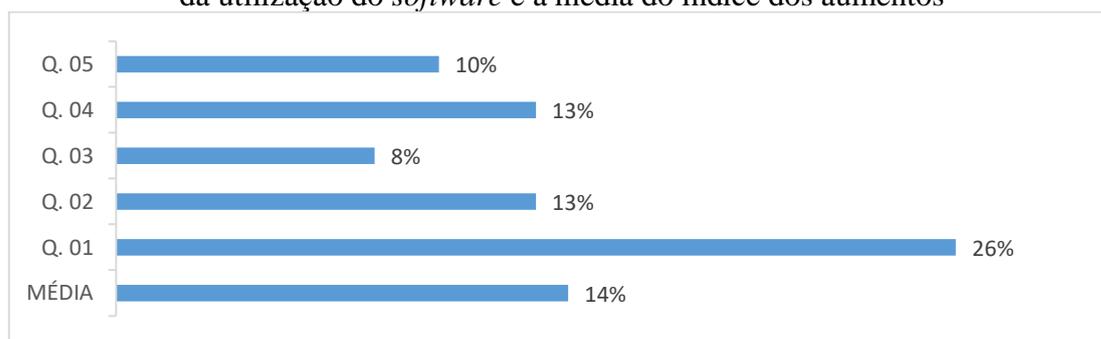
Gráfico 1 – Acertos e erros das questões aplicados aos alunos do formulário on-line antes e após o uso do GeoGebra (AAA: acertos antes da aula; EAA: erros antes da aula; ADA: acertos depois da aula; EDA: erros depois da aula)



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Como observado, na 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 das 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%, obtendo uma média de 20% de melhora nos resultados após aplicação do *software*. A imagem a seguir traz os dados desses índices de aumentos (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Percentuais dos índices de acertos dos problemas aplicados antes e depois da utilização do *software* e a média do índice dos aumentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O uso do *software* GeoGebra foi de grande importância para o aumento desses índices, pois, quando inserido no plano de aula bem estruturado, pode chegar a bons resultados de aprendizagem, comprovando 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”.

No ensino de função quadrática, o GeoGebra ainda é mais significativo, já que os comandos gerados pelo *software*, quando comparados às descrições realizadas no caderno do aluno, podem demonstrar o processo inicial de construção de um gráfico até a curvatura da parábola. Conforme descrito por Silva e Miranda (2020), o GeoGebra proporcionará uma visualização, experimentação e demonstração dos conteúdos desenvolvidos pelos educandos e educadores na estruturação desses gráficos polinomiais de 2º grau, passando desde a compreensão do coeficiente a, b e c até chegar ao vértice e o eixo da simetria.

Questionário avaliativo sobre a satisfação dos alunos com uso do GeoGebra

O formulário on-line teve como objetivo identificar a opinião e contentamento dos alunos a respeito do uso do *software* GeoGebra na sala de aula e é composto por cinco perguntas, sendo da primeira até a quarta com as seguintes opções de resposta “sim” ou “não” e a última (quinta) com respostas divididas em “excelente”, “boa”, “regular” e “ruim” (Figura 4).

Figura 4 – Formulário digital para os alunos definir suas conclusões da aula

Formulário digital

Prof. Paulo Santiago
Disciplina: Matemática
Ano: 1º ano do Ensino Médio

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

*Obrigatório

(1) conhecia o software GeoGebra? *

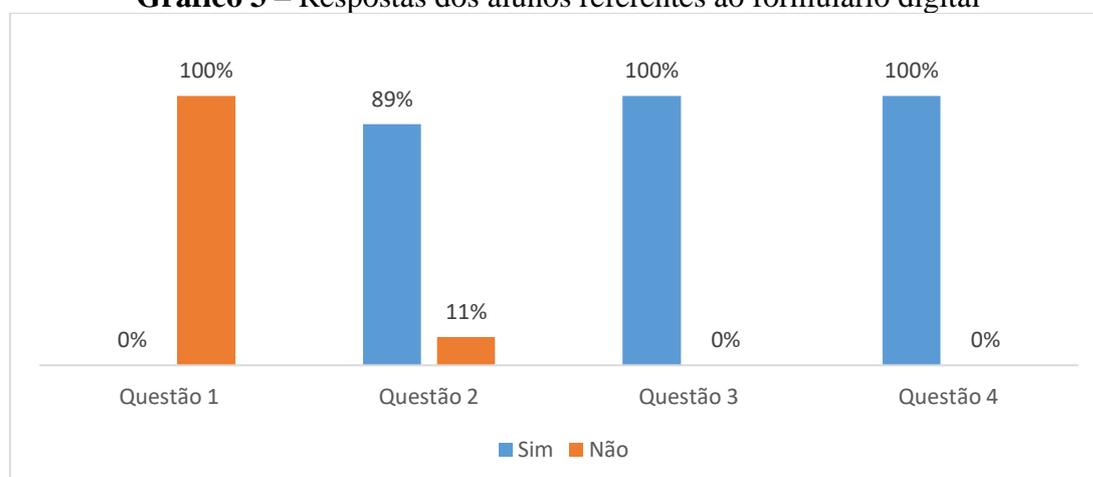
Sim
 Não

(2) GeoGebra ajudou você a compreender melhor o conteúdo em sala de aula? *

Sim
 Não

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Nessa perspectiva, observa-se que 100% dos alunos não conheciam o *software* GeoGebra ou nunca o utilizaram. Assim, percebe-se que o GeoGebra não tem sido muito utilizado em sala de aula e, certamente, nem outras tecnologias digitais que ajudam com o processo de aprendizagem dos alunos (Gráfico 3). Perguntas referente ao Gráfico 3 - (1) conhecia o software 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?

Gráfico 3 – Respostas dos alunos referentes ao formulário digital

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

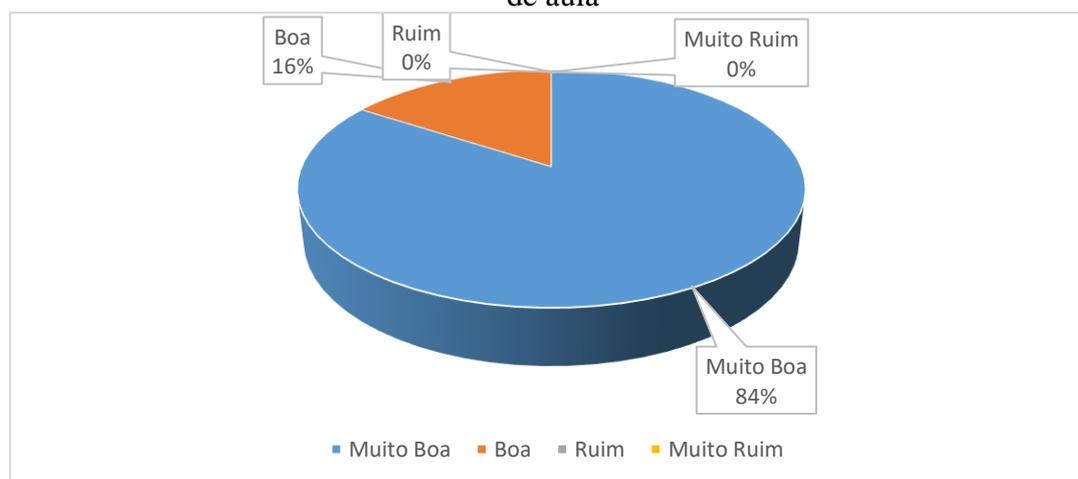
Essa complexidade pode ser constituída por meio do formulário anterior, no qual está evidenciado que a utilização do *software* GeoGebra foi significativa para a aprendizagem dos alunos em sala de aula, à medida que eles foram alcançando seus resultados nas questões após o uso dessa tecnologia digital.

Observa-se que um número significativo de alunos (89%) respondeu que a utilização do *software* GeoGebra proporcionou uma compreensão de todo o conteúdo explicado pelo docente. Diante disso, percebe-se que os dados coletados sobre o uso das TD nas aulas de Matemática são muito aceitáveis, já que a maioria dos alunos conseguiu estruturar o entendimento dos tópicos sobre função quadrática. É notável a importância do papel do educador nessa prática pedagógica, embora os *softwares* possibilitem uma melhor participação dos educandos durante a aplicação da atividade a ser estruturada pela dinâmica do *software* (SOUZA; LACERDA, 2020).

Para 100% dos alunos, a (3) melhoria na interação e a (4) importância do GeoGebra no ensino e aprendizagem são aspectos que ajudaram no aprendizado de toda turma, assim, acredita-se que as demonstrações construídas pelos alunos foram de encontro com a aprendizagem. Esses dados mostram que o *software* GeoGebra, ao trabalhar o conteúdo de função quadrática, facilita todo processo de interação entre professor e aluno em sala de aula.

Na última (5) questão, os alunos precisariam realizar o método do professor trabalhado 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 (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Pergunta (5) realizada aos alunos sobre a metodologia do docente em sala de aula



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Com esses dados coletados, observa-se que o método trabalhado nas aulas de matemática foi bastante positivo, já que todos os alunos marcaram no questionário on-line as opções “boa” e “muito boa”. Nessa perspectiva, o uso do GeoGebra na avaliação subjetiva ajudou a elevar o nível de conhecimento dos alunos com os conteúdos de função quadrática, o que é significativo para uma prática pedagógica de forma a ajudar os alunos a chegar na melhor resolução de situações-problema. Segundo Souza e Lacerda (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”. Assim, percebe-se que o uso do GeoGebra auxiliou os alunos a ter um pensamento matemático durante a aplicação dos conteúdos de função quadrática e possibilitou o engajamento da turma durante as aulas, além da forma satisfatória da metodologia utilizada pelo professor em sala de aula.

Esses dados mostram que a utilização das TD em sala de aula é importante no processo de ensino e aprendizagem, principalmente no estudo de função quadrática da educação básica, em que os alunos compreendem o assunto abordado na aula e o professor venha a integrar as tecnologias junto às aulas tradicionais.

Considerações finais

Este trabalho teve seu objetivo principal alcançado, pois conseguiu inserir um problema que os docentes vivenciam durante suas aulas: a utilização das TD pelos alunos com finalidades que passam longe do campo do ensino e aprendizagem em sala de aula. Entretanto, observa-se que é necessário aplicá-las como suporte nesse processo. Dessa forma, foi viável inserir aulas com os conteúdos matemáticos que usam as tecnologias digitais, que, nesta pesquisa, foi o *software* GeoGebra, possibilitando a visualização dos gráficos e alguns conceitos de função quadrática para 38 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral, localizada na cidade de Quixeramobim.

Confrontando os dados coletados no formulário on-line aplicado antes e depois do GeoGebra, entende-se que houve uma grande participação significativa de alunos que conseguiram resolver os problemas propostos pelo docente, o que mostra que o método utilizado foi aceitável, apresentando bons resultados na aprendizagem. Diante disso, tem-se que refletir sobre as dificuldades encontradas pela maior parte dos alunos, visto que alguns conteúdos de Matemática são considerados complexos pelo fato de ser apenas ensinado com quadro branco e pincel.

Nessa perspectiva, o professor já tinha trabalhado com alguns assuntos utilizando as TD, essa participação com uso do GeoGebra em sala de aula na aprendizagem pode

ser muito eficiente para o conhecimento do educando, além de contribuir com o trabalho do professor de matemática. Nesse sentido, percebe-se que a maioria dos alunos utilizam dispositivos móveis, como os *smartphones*, *tablet*, *notebook* e computadores no seu cotidiano. Dessa forma, é necessário que os docentes conheçam os recursos tecnológicos disponíveis para incluir em suas aulas, pois negar essas ferramentas aos alunos, de forma ciente, já não adianta mais. O GeoGebra tem várias ferramentas inclusas para construções de modelos matemáticos que podem ser utilizadas com os conteúdos do Ensino Médio e ser adaptadas às várias realidades do cotidiano dos alunos.

Nesse sentido, com a utilização dos aplicativos, *softwares* e plataformas nas instituições de ensino, os professores devem estar aptos para usar essa tecnologia digital como recurso didático em sala de aula. Ao analisar e selecionar um recurso digital como ferramenta didático-pedagógica, o professor deve levar em consideração alguns pontos relevantes, como: objetivo da aula; estruturação metodológica; conteúdo a ser trabalhado e ensinado; faixa etária, características, nível de conhecimento, entre outras. O uso da TD está diretamente associado à capacidade de compreensão do educador com os educandos incluídos na proposta educacional do planejamento escolar.

Em relação ao formulário sobre a justificativa e opinião dos alunos relacionadas à utilização do *software* nas aulas de matemática, observou-se que todos os alunos não conheciam o GeoGebra, constatando que essa aplicação desenvolvida para o ensino ainda é pouco utilizada nas instituições. Com isso, o uso desse *software* em sala de aula auxiliou os alunos a desenvolverem seu raciocínio matemático com os conteúdos de função quadrática e melhorarem a forma de diálogo com os demais colegas da turma, mostrando que o uso das TD em sala de aula se caracteriza como uma ferramenta muito eficiente no processo de ensino e aprendizagem.

Com isso, a prática pedagógica realizada foi considerada positiva pelos alunos, observando o uso da metodologia abordada nesta pesquisa e inserindo as TD como ferramentas importantes na busca por um método de ensino dinâmico e eficiente que une a parte da teoria e prática do ensino de Matemática. Além disso, destacam-se as propostas pedagógicas que utilizem mais conteúdos, outras ferramentas tecnológicas e, conseqüentemente, aulas com bons resultados no ensino e aprendizagem de Matemática.

Por fim, conjectura-se que esta pesquisa com uso das tecnologias digitais possa servir para futuros trabalhos de matemática e outras áreas do ensino, buscando: usar plataformas digitais, como, por exemplo, o GeoGebra; favorecer os próprios alunos na utilização dessa ferramenta; proporcionar aulas interativas com GeoGebra, no sentido de

dar oportunidade aos alunos para expor suas diversas construções com os comandos do *software*; e buscar investigar as interpretações dos alunos para os movimentos apresentados pelo GeoGebra com o controle deslizante, para assim interferir com uma proposta didática em sala de aula que leve em consideração os conhecimentos prévios, tendo em vista alterar um conhecimento negativo por um positivo no ponto de vista científico.

Referências

ALENCAR, H.; CÂNDIDO L.; FARIAS, M. Resoluções visuais de alguns problemas de matemática da Educação Básica. **Revista do Professor de Matemática Online**, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2019.

BARROS, J.; PACHECO, J. O uso de softwares educativos no ensino de matemática. **Revista Diálogos**, p. 5-13, 2013.

BITTAR, M. A escolha de um software educacional e a proposta pedagógica do professor: estudo de alguns exemplos da matemática. *In*: BELINE, W.; COSTA, N. M. L. da (Org). **Educação Matemática, tecnologia e formação de professores: algumas reflexões**. Campo Mourão: Editora FECILCAM, 2010, p. 215-242.

BITTENCOURT, P. A. S.; ALBINO, J. P. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, p. 205-214, 2017. DOI: 10.21723/riace.v12.n1.9433.

BONILLA, M. H. S.; OLIVEIRA, P. C. de S. (Org.). Inclusão Digital: ambiguidades em curso. *In*: BONILLA, M. H. S.; PRETTO, N. de L. (Org.). **Inclusão digital: polêmica contemporânea**. Salvador: EDUFBA, v. 2, 2011.

BORTOLOSSI, H. J. 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: Ministério da Educação, 2018.

COSTA, N. M. L. da; PRADO, M. E. B. B. 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, C. A.; VIDOTTI, S. A. B. G. Inclusão digital via acessibilidade web. Rio de Janeiro. **Liinc em Revista**, v.5, n.1, p. 45-65, 2009.

DAMASCENO, H. L. C.; NEVES, B. C. Tecnologias móveis na educação: um projeto com tablets na escola pública. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 113, p. 267-281, 2021.

FREIRE, I. M. Janelas da cultura local: abrindo oportunidades para inclusão digital de comunidades. Brasília. **Ciências da Informação**, v.35, n. 3, p. 227-235, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GRAVINA, M. A. 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.

IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D.; PÉRIGO, R.; ALMEIDA, N. de. **Matemática: ciência e aplicações - ensino médio**, v. 1, 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

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

KRIPPENDORFF, K. **Metodologia de análisis de contenido: teoria e práctica**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990.

LALUEZA, J. L.; CRESPO, I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. *In: COLL, C.; MONEREO, C. Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, p. 47-65, 2010.

LIMA, L. F. M. de; SILVA, W. O. 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, M. M. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. **BOLEMA: Boletim de Educação Matemática**, v. 27, n. 46, p. 631-644, 2013.

MALHEIRO, J. I. O.; TEIXEIRA, E. G. da S.; ALMEIDA, A. C. Estudando funções de duas variáveis com o GeoGebra. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 8, n. 1, 2021.

MATHIAS, C. V.; DA SILVA, H. A.; LEIVAS, J. C. P. Provas sem palavras, visualização, animação e GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 8, n. 2, p. 062-077, 2019. DOI: 10.23925/2237-9657.2019.v8i2p062-077.

MODELSKI, D.; GIRAFFA, L. M. M.; CASARTELLI, A. de O. Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas. **Educação e Pesquisa**, v. 45, 2019.

OTTERBORN, A.; SCHÖNBORN, K.; HULTÉN, M. 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.

PUGENS, N. de B.; HABOWSKI, A. C.; CONTE, E. Os processos de ensino atravessados pelas tecnologias digitais. **Em Rede - Revista de Educação a Distância**, v. 5, n. 3, p. 496-509, 2018.

RANGEL, M.; RODRIGUES, J. do N.; MOCARZEL, M. Fundamentos e princípios das opções metodológicas: metodologias quantitativas e procedimentos quali-quantitativos de pesquisa. **Revista Omnia**, v. 8, n. 2, p. 05-11, jul. 2018.

RIBEIRO, D. M. A. de A. **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, L. B. da.; MIRANDA, D. C. 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.

SOUZA, H. F. A. de.; LACERDA, A. G. O uso do GeoGebra em atividades matemáticas: uma experiência com alunos do 2º ano do ensino médio. **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 01-16, 2020.

SOUZA, J. R. de; GARCIA, J. da S. R. **#Contato matemática**. 1º ano. 1 ed. São Paulo: FTD, 2016.

TOZETTO, S. S.; GOMES, T. de S. A prática pedagógica na formação docente. **Reflexão e Ação**, v. 17, n. 2, p. 181-196, 2009.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2009.

YOUNG, R. A inclusão digital e as metas do milênio. Brasília. **Inclusão Social**, v. 1, n. 2, p. 96-99, abr./set. 2006.

Recebido em: 06 / 07 / 2022
Aprovado em: 15 / 09 / 2022