



GEOGEBRA NO ENSINO DE CÔNICAS: POTENCIALIDADES DA VISUALIZAÇÃO DINÂMICA NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Lucas Ferreira Rodrigues; lucas-ferreira.rodrigues@unesp.br;

Modalidade: Artigo

Área Temática: Tecnologias Imersivas (RA/RV e Híbridos).

Resumo:

Este artigo analisa as contribuições do software GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de cônicas no Ensino Médio, a partir de uma sequência didática desenvolvida no Centro de Ciências e Planetário do Pará. O estudo parte do reconhecimento de que esse conteúdo, embora relevante no campo da Geometria Analítica, costuma ser abordado de modo superficial e excessivamente formalista no contexto escolar, o que limita a compreensão de suas propriedades, construções e aplicações. Em resposta a esse desafio, a pesquisa propôs uma intervenção pedagógica centrada na exploração dinâmica de elipse, parábola e hipérbole, com articulação de fundamentação histórica, construções geométricas e uso de tecnologia digital. Metodologicamente, o trabalho envolveu levantamento bibliográfico, elaboração de protocolos de atividades práticas e aplicação de uma sequência didática com 12 estudantes no laboratório de informática, com registro das produções e resoluções elaboradas ao longo do processo. Os resultados evidenciaram que o uso do GeoGebra favoreceu a visualização das propriedades das cônicas, ampliou a compreensão de conceitos matemáticos e promoveu maior participação dos estudantes na construção do conhecimento. Em conclusão, foi possível inferir que o emprego intencional de softwares de geometria dinâmica constituiu uma estratégia promissora para tornar o ensino de Matemática mais interativo, investigativo e conceitualmente significativo, especialmente em conteúdos que demandam forte apoio visual e interpretativo.

Palavras-chave: GeoGebra; Cônicas; Tecnologias Digitais

INTRODUÇÃO

A Geometria ocupa lugar central na formação matemática escolar por favorecer a compreensão do espaço, das formas e das relações entre objetos, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento do raciocínio e da interpretação. Nesse cenário, a incorporação de tecnologias digitais ao ensino de Matemática adquire especial relevância, sobretudo quando se trata de conteúdos que exigem forte articulação entre representação simbólica, visualização e construção de significados.

Tal compreensão encontra respaldo em Vidal (2013) ao afirmar que o GeoGebra reúne Geometria, Álgebra e Cálculo em um mesmo ambiente e possibilita a apresentação de um mesmo objeto matemático em diferentes representações, dinamicamente articuladas entre si, o que favorece a interpretação de propriedades e conceitos das seções cônicas. De modo



convergente, Lima (2024) destaca que ambientes tecnológicos enriquecidos ampliam a capacidade dos estudantes de explorar, reconstruir e explicar conceitos matemáticos, justamente por promoverem conexões entre representações gráficas e definições formais, além de potencializarem a visualização e a exploração interativa das construções matemáticas.

Entre os conteúdos da Geometria Analítica, as cônicas se destacam por sua densidade conceitual, relevância histórica e amplo campo de aplicações. Elipse, parábola e hipérbole podem ser compreendidas tanto como lugares geométricos quanto como seções planas de um cone, o que evidencia a riqueza de abordagens possíveis para seu ensino. Além disso, os diversos estudos ressaltam que essas curvas atravessam diferentes domínios do conhecimento, com presença em contextos como Astronomia, Física, Arquitetura, Engenharia e Óptica, circunstância que reforça seu potencial formativo e interdisciplinar no currículo do Ensino Médio.

Apesar dessa relevância, o tratamento escolar das cônicas ainda se mostra limitado em muitas situações de ensino. Por integrarem a parte final da Geometria Analítica, que em geral é abordada no 3º ano do Ensino Médio, o conteúdo de cônicas frequentemente recebe pouco tempo de estudo e, não raras vezes, acaba sendo reduzido a uma abordagem abreviada ou mesmo deixado em segundo plano. Soma-se a isso o predomínio de um enfoque centrado na manipulação algébrica e na memorização de fórmulas, com baixa ênfase na análise gráfica, na construção geométrica e na compreensão das propriedades que caracterizam cada curva.

Outro aspecto relevante refere-se às limitações dos recursos didáticos tradicionalmente empregados no ensino das cônicas. Em muitas abordagens escolares, é observável a predominância de um tratamento centrado na linguagem algébrica e na aplicação mecânica de equações, enquanto os contextos históricos, as aplicações práticas e o uso de recursos tecnológicos costumam ocupar espaço secundário. Esse cenário contribui para uma compreensão fragmentada do conteúdo, dificultando a articulação entre definição, representação gráfica e significado geométrico. Assim, mesmo diante de avanços no uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática, persiste a necessidade de intervenções pedagógicas contextualizadas que examinem, em situações concretas de aprendizagem, como a visualização dinâmica pode favorecer a compreensão conceitual desse conteúdo.

Nesse contexto, o GeoGebra se apresenta como recurso particularmente promissor por possibilitar a capacidade de articular os quadros algébrico e geométrico, permitir a construção e a manipulação de objetos matemáticos, favorecer a observação das variações de parâmetros e ampliar a compreensão das propriedades envolvidas em cada curva. Também se destaca que sua interface gratuita e dinâmica possibilita aos alunos explorar definições, gráficos e equações em ambiente interativo, fortalecendo uma postura mais ativa diante do conhecimento matemático. A contribuição do software, portanto, não reside apenas em ilustrar conteúdos, mas em criar condições para investigação, experimentação, formulação de conjecturas e validação de relações matemáticas.

É nesse horizonte que se insere o presente estudo, cujo foco recai sobre as potencialidades do GeoGebra no ensino de cônicas a partir de uma sequência didática desenvolvida no Centro de Ciências e Planetário do Pará. A pesquisa parte do entendimento de que a aprendizagem desse conteúdo pode ser fortalecida quando a abordagem articula



fundamentação histórica, construções geométricas, exploração dinâmica de elipse, parábola e hipérbole e participação ativa dos estudantes em ambiente de laboratório.

Nesse sentido, o problema de pesquisa questiona de que modo o uso do GeoGebra, integrado a uma sequência didática com ênfase na visualização dinâmica e na construção geométrica, pode contribuir para superar as limitações de uma abordagem excessivamente algébrica e fragmentada no ensino de cônicas no Ensino Médio? Tal inquietação não se resume ao acesso ao conteúdo, mas à forma como ele é pedagogicamente organizado e experienciado na escola. A relevância da investigação é simultaneamente científica, pedagógica e social, pois contribui para o debate sobre metodologias mais significativas no ensino de Matemática e oferece subsídios para práticas docentes menos formalistas e mais centradas na compreensão conceitual.

O objetivo geral da pesquisa consiste em analisar a compreensão dos objetos matemáticos por meio de uma abordagem articulada entre tecnologia digital, exploração conceitual e análise das resoluções produzidas pelos estudantes. De modo complementar, é pertinente evidenciar como a exploração interativa pode favorecer a interpretação geométrica das equações, ampliar o envolvimento discente e qualificar a construção do conhecimento matemático. Para cumprir tal propósito, o estudo foi organizado em torno da discussão do referencial teórico sobre cônicas e tecnologias digitais, da apresentação da sequência didática desenvolvida, da análise das produções dos estudantes e, por fim, da sistematização dos resultados e implicações pedagógicas do estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A discussão sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática não pode ser reduzida à mera incorporação de ferramentas computacionais ao espaço escolar. O ponto central reside no modo como esses recursos reconfiguram as condições de produção do conhecimento em sala de aula, deslocando o estudante de uma posição passiva para uma atuação mais investigativa e participativa.

Nessa direção, Melo e Costa (2017) observam que o debate contemporâneo sobre Educação matemática está associado à necessidade de rever práticas centradas exclusivamente na transmissão de conteúdos, com reconhecimento de que os recursos tecnológicos digitais podem contribuir para a criação de “ambientes de aprendizagem” e para a constituição de “novas formas de pensar e aprender” (MELO; COSTA, 2017, p. 96).

Rodrigues (2023, p.31), ao relacionar tal discussão com aspectos educacionais a partir da visão de professores, enfatiza que “a utilização das tecnologias nos mostra um novo significado com relação ao modo de pensar, construir e conceber o conhecimento, visto que os mecanismos para que possamos chegar ao saber se alteram conforme nossa interação e objetivo”.

Esse entendimento pressupõe que a inovação pedagógica não decorre automaticamente da presença do computador ou do software, mas da forma como tais recursos são didaticamente mobilizados. No caso do ensino de Geometria, essa questão se torna ainda mais relevante, pois os processos de aprendizagem envolvem observação, manipulação, comparação de formas e interpretação de relações espaciais. Por isso, o uso de tecnologias



digitais tende a ser mais produtivo quando se vincula a metodologias que favorecem experimentação, conjectura e análise de propriedades. Em sintonia com esse princípio, Oliveira, Miranda e Laudares (2012) defendem que propostas fundamentadas em investigações matemáticas e objetos de aprendizagem permitem reorganizar a aula em torno da atividade do estudante, atribuindo a ele, maior protagonismo na construção dos conceitos.

Melo (2016) enfatiza essa mudança de perspectiva ao afirmar que a escola contemporânea deixa de operar exclusivamente como espaço de transmissão e passa a exigir do professor uma função mediadora, capaz de articular conhecimento, recursos e experiências de aprendizagem. Nesse contexto, o uso do GeoGebra adquire sentido não como adereço tecnológico, mas como possibilidade de reorganização da relação pedagógica, tornando a aprendizagem matemática mais dinâmica, interativa e reflexiva.

Rodrigues (2023, p.7) (b) assinala que

Em consequência disso, é notório que os artefatos tecnológicos exercem uma função intrínseca às questões sociais, principalmente na escola, percebida como o espaço de interação mais utilizado pelos professores e alunos, o que torna imprescindível o uso das TDIC's nas diversas ações de ensino e de aprendizagem, onde o professor se torna o principal responsável por possibilitar aos estudantes, habilidades básicas, como operar os softwares educacionais, as plataformas de pesquisas e programas de edição de texto, imagem e som, que serão essenciais para o desenvolvimento de diversas competências educacionais.

Entretanto, a literatura também adverte que a adoção de tecnologias sem planejamento tende a reproduzir problemas já existentes em práticas tradicionais. Melo e Costa (2017) assinalam que não basta manipular o computador ou softwares, pois é necessário articular tempo didático, objetivos de aprendizagem, metodologia e avaliação para que a ferramenta realmente contribua para a aprendizagem matemática. Essa ressalva é fundamental para o presente estudo, pois indica que o potencial pedagógico do GeoGebra depende diretamente do modo como ele é inserido em uma proposta didática coerente com o problema de pesquisa e com os objetivos formativos do ensino de cônicas.

O software GeoGebra

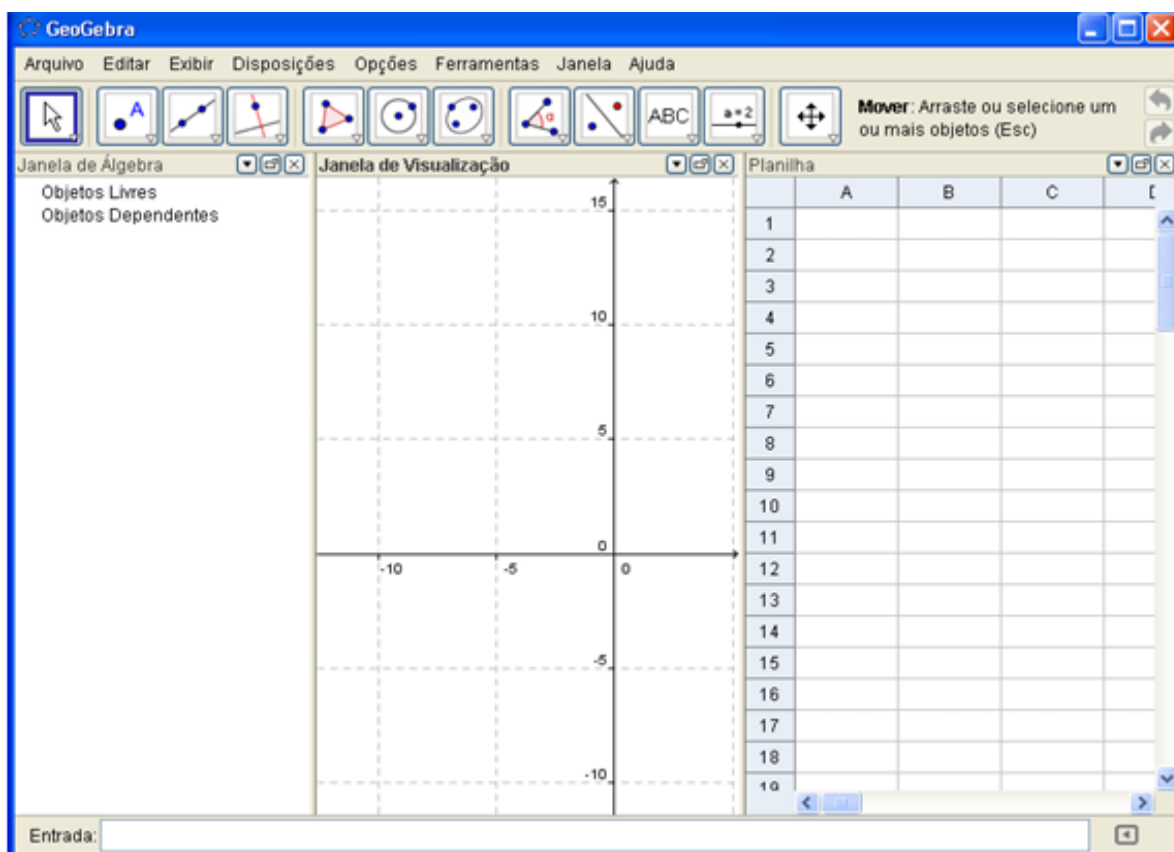
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) reconhece a importância das tecnologias digitais e da Computação, com ênfase na integração de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem. Esses recursos, além de ampliar as formas de explorar conceitos e instigar o desenvolvimento de habilidades nos alunos, oferecem novas possibilidades para enriquecer o aprendizado em diversas áreas. Nesse contexto, o uso de tecnologias no ensino de Matemática tem adquirido crescente relevância, uma vez que amplia as possibilidades pedagógicas e favorece abordagens mais interativas e dinâmicas, de modo que, dentre os diversos recursos desenvolvidos para apoiar a aprendizagem dessa disciplina, o GeoGebra se destaca como uma das ferramentas de maior expressão no cenário educacional.

O nome GeoGebra resulta da combinação dos termos Geometria e Álgebra e se configura em um software de Matemática Dinâmica que de acordo com Brandt e Montorfano, (2003) integra esses dois campos do conhecimento em uma interface única. Seu desenvolvimento foi o tema da tese de doutorado de Markus Hohenwarter, defendida em 2001



na Universidade de Salzburg, na Áustria, cujo objetivo foi promover a comunicação matemática nas escolas de Ensino Básico e Secundário, unificando Geometria, Álgebra, Cálculo e Estatística em um único aplicativo. A principal característica deste software é a “percepção dupla dos objetos”, ou seja, cada expressão algébrica criada na janela de Álgebra tem sua representação correspondente na Zona Gráfica e vice-versa. O aplicativo é disponível para ser baixado por qualquer pessoa de forma gratuita no site <http://www.geogebra.org/cms/> e sua interface pode ser observada na imagem a seguir:

Imagem 01 - Tela do GeoGebra 4.2 com as três zonas de trabalho



Fonte: organização do autor/2025

Conforme apontado por Hohenwarter (2009, p. 6)

O GeoGebra fornece três diferentes vistas dos objectos (sic) matemáticos: a Zona Gráfica, a Zona Algébrica, ou numérica, e a Folha de Cálculo. Elas permitem mostrar os objectos (sic) matemáticos em três diferentes representações (sic): graficamente (e.g., pontos, gráficos de funções), algebricamente (e.g., coordenadas de pontos, equações) e nas células da folha de cálculo. Assim, todas as representações do mesmo objecto (sic) estão ligadas dinamicamente e adaptam-se automaticamente às mudanças realizadas em qualquer delas, independentemente da forma como esses objectos (sic) foram inicialmente criados.



A interconexão dinâmica entre essas representações, que se ajustam automaticamente às mudanças feitas em qualquer uma delas, facilita a exploração e o aprendizado ativo, além de permitir que os estudantes acompanhem como as alterações em uma representação afetam as demais. Esse recurso é crucial para promover a compreensão profunda e a flexibilidade no aprendizado de conceitos matemáticos, especialmente em áreas como álgebra e geometria.

Embora o GeoGebra seja uma ferramenta intuitiva e didática, é fundamental que o aluno, ao tentar manipula-lo, possua conhecimento prévio sobre o conteúdo em questão, a fim de garantir uma aplicação eficaz da ferramenta. De acordo com Gravina; Santarosa (1999, p.58).

"São programas onde os alunos podem modelar, analisar situações, fazer experimentos, conjecturar. Nesses ambientes, os alunos expressam, confrontam e refinam suas ideias, e 'programam' o computador sem precisar utilizar recursos de linguagem de programação, diferentemente do que acontece com micromundos no ambiente Logo. Utilizam, pelo contrário, processos de representação muito dos processos de representação de "lápiz e papel", não sendo lhes exigido o conhecimento e domínio de uma nova morfologia, aspectos inerentes a uma linguagem de programação".

Os autores destacam o potencial dos softwares educacionais, como o GeoGebra, ao proporcionar aos alunos ambientes interativos nos quais podem modelar, analisar e experimentar com situações matemáticas de maneira prática e acessível. Além disso, o uso desses programas promove uma abordagem ativa e reflexiva, na qual os estudantes não apenas resolvem problemas, mas também formulam conjecturas e refinam suas ideias ao interagir diretamente com os objetos matemáticos. Esse aspecto facilita o processo de aprendizagem, pois elimina a necessidade de aprender uma nova linguagem formal, permitindo que os alunos se concentrem no conteúdo matemático em si.

O objetivo do GeoGebra, enquanto software educacional, é oferecer tanto aos professores quanto aos estudantes uma abordagem prática e interativa do conteúdo, por meio do uso de controles deslizantes. Segundo Brugnera e Dynnikov (2020, p. 8), o software permite que o aluno tenha um contato direto com os objetos abstratos da matemática, trabalhando simultaneamente com representações geométricas e algébricas.

A BNCC orienta o ensino de Matemática, tanto no nível fundamental quanto no nível médio, com ênfase no estudo das transformações geométricas e sugere o uso de instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao reconhecimento e à construção de figuras. Com base nessa diretriz, esta pesquisa propõe atividades de geometria projetiva das cônicas, utilizando o GeoGebra como ferramenta, na intenção de expandir o aprendizado dos estudantes para além da geometria euclidiana.

As cônicas como objeto de ensino: relevância conceitual e limites da abordagem escolar

No âmbito da Geometria Analítica, as cônicas ocupam posição de grande relevância por articularem propriedades geométricas, formalização algébrica, aplicações científicas e forte tradição histórica. Vidal (2013) destaca que as cônicas "são utilizadas como ferramentas em várias situações, tanto na Matemática como em outras áreas do conhecimento (Física,



Engenharia, Arquitetura, Astronomia, etc.)”, acrescentando que se trata de “um tópico rico na sua constituição porque permite muitas aplicações práticas” (VIDAL, 2013, p. 5). Tal formulação evidencia que o estudo de elipse, parábola e hipérbole não se justifica apenas por razões curriculares internas, mas por sua potência de conexão com outros campos do saber.

Apesar de sua relevância, o ensino escolar das cônicas costuma ocorrer de forma restrita e pouco aprofundada. Melo e Costa (2017) observam que esse é um conteúdo ainda pouco explorado no Ensino Médio e que os estudantes, em geral, apresentam dificuldades de compreensão, o que compromete a aprendizagem e reduz seu potencial formativo. Nessa mesma direção, Severiano (2017) destaca que o tema costuma aparecer apenas ao final da sequência de Geometria Analítica e, muitas vezes, não é trabalhado em sua totalidade. Além disso, o autor observa que os livros didáticos tendem a privilegiar a dimensão algébrica, com pouca ênfase na análise e na construção de gráficos.

Estudos mais recentes também evidenciam a amplitude conceitual das cônicas e as possibilidades de ampliar seu tratamento escolar para além da abordagem usual. Lima (2024), ao discutir propriedades ópticas, isogonais e projetivas dessas curvas, mostra que elas constituem um campo teórico muito mais amplo do que aquele normalmente apresentado no Ensino Médio, o que revela possibilidades de aprofundamento geométrico raramente incorporadas ao contexto escolar.

Ainda assim, o ensino de cônicas na Educação Básica permanece, em muitos casos, marcado por um tratamento abreviado, excessivamente técnico e pouco significativo para os estudantes. Segundo Melo e Costa (2017), esse conteúdo costuma ser ministrado apenas ao final do 3º ano do Ensino Médio, com tempo insuficiente e forte predominância da memorização de fórmulas, da classificação de curvas e da resolução mecânica de exercícios. Melo (2016) reforça essa leitura ao afirmar que as cônicas frequentemente são abordadas de modo superficial, o que evidencia a necessidade de estratégias didáticas que favoreçam maior compreensão e participação dos estudantes.

Vidal (2013) transforma esse problema em questão pedagógica ao reconhecer que, por se localizar ao final da Geometria Analítica, o tema “nem sempre” recebe tempo suficiente e pode até ser deixado de lado no planejamento escolar. O autor, então, sustenta a hipótese de que conceitos e propriedades das seções cônicas podem ser melhor aprendidos quando ensinados de modo distinto da abordagem tradicional presente em muitos livros didáticos, com favorecimento da participação do aluno na construção conceitual.

Nesse sentido, a dificuldade de ensino não se reduz à complexidade intrínseca do conteúdo, mas decorre, sobretudo, da forma como o saber é didaticamente organizado. Quando o estudo das cônicas é reduzido à manipulação algébrica, é perdido justamente aquilo que lhe confere potencial formativo que é a articulação entre definição, representação, propriedades geométricas e interpretação. É nesse ponto que se insere o problema de pesquisa do presente artigo, centrado em compreender em que medida a visualização dinâmica pode contribuir para superar esse empobrecimento didático.

Desse modo, embora as cônicas constituam um conteúdo de reconhecida relevância no campo da Geometria Analítica, tanto por sua densidade conceitual quanto por suas aplicações e desdobramentos teóricos, seu tratamento escolar ainda se mostra limitado por abordagens abreviadas, excessivamente técnicas e centradas na memorização de fórmulas. Tal



redução compromete a compreensão de suas propriedades, de suas múltiplas formas de representação e de seu significado geométrico, enfraquecendo seu potencial formativo no currículo da Educação Básica.

Nessa perspectiva, o desafio pedagógico não reside apenas na complexidade do conteúdo, mas, sobretudo, na maneira como ele é organizado e apresentado em sala de aula. Assim, se torna necessário, portanto, investir em estratégias didáticas que superem o formalismo restrito e favoreçam uma aprendizagem mais significativa, fundada na articulação entre definição, construção, representação e interpretação. É nesse horizonte que se situa o presente estudo, ao analisar a compreensão dos objetos matemáticos por meio de uma abordagem articulada entre tecnologia digital, exploração conceitual e análise das resoluções produzidas pelos estudantes.

Assim, tratar as cônicas como objeto de ensino na abordagem escolar implica reconhecê-las não apenas como conteúdo terminal da Geometria Analítica, mas como tema capaz de mobilizar múltiplos registros de representação e diferentes dimensões do conhecimento matemático. A literatura examinada converge ao indicar que esse conteúdo ganha densidade pedagógica quando é articulado a contexto histórico, aplicações, análise gráfica e estratégias didáticas que favorecem a participação ativa do estudante. Nessa perspectiva, a renovação da abordagem escolar das cônicas passa por superar o formalismo estreito e construir condições para uma aprendizagem que relacione compreensão conceitual, visualização e interpretação matemática.

Em síntese, o referencial teórico discutido permite compreender que o ensino de cônicas no Ensino Médio tem sido historicamente tensionado por uma contradição central de que, embora elipse, parábola e hipérbole constituam objetos matemáticos de reconhecida relevância conceitual, histórica e aplicada, seu tratamento escolar frequentemente se reduz a uma abordagem abreviada, algébrica e excessivamente formalista, o que compromete a compreensão de suas propriedades, construções e sentidos geométricos. Nesse cenário, a literatura analisada converge ao indicar que a aprendizagem desse conteúdo tende a se fortalecer quando o ensino supera a lógica da mera transmissão de fórmulas e passa a articular múltiplas dimensões do saber matemático, como a visualização, a investigação, a contextualização histórica e a exploração de diferentes formas de representação.

À luz desse debate, se sustenta teoricamente a pertinência de uma intervenção pedagógica centrada na exploração dinâmica de elipse, parábola e hipérbole, articulando fundamentação histórica, construções geométricas e uso intencional de tecnologia digital. Essa perspectiva oferece base consistente para analisar a sequência didática desenvolvida no Centro de Ciências e Planetário do Pará, uma vez que permite compreender o GeoGebra como mediador de práticas mais interativas, investigativas e conceitualmente orientadas. Desse modo, o referencial teórico não apenas fundamenta o problema de pesquisa, mas também legitima a hipótese de que a visualização dinâmica pode ampliar a compreensão conceitual das cônicas e promover maior participação dos estudantes na construção do conhecimento matemático.



METODOLOGIA

Esta pesquisa se configura como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com finalidade exploratória e orientação interpretativa, voltado a analisar a compreensão dos objetos matemáticos por meio de uma abordagem articulada entre tecnologia digital, exploração conceitual e análise das resoluções produzidas pelos estudantes.

A opção pela abordagem qualitativa se mostra adequada porque, conforme assinala Yin (2016), ela possibilita compreender fenômenos humanos em sua complexidade e singularidade, recorrendo a diferentes percursos metodológicos para sua investigação. Em consonância com essa perspectiva, o caráter exploratório da pesquisa é justificado por sua função de ampliar e refinar a compreensão do objeto estudado. Como destaca Gil (1999, p. 56), a pesquisa exploratória tem como objetivo “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, a fim de formular problemas mais precisos ou hipóteses de pesquisa para um estudo profundo”.

Nesse sentido, esse tipo de investigação é particularmente relevante em campos ainda pouco examinados, pois permite maior aproximação do pesquisador com temáticas incipientes ou insuficientemente estudadas. Em geral, utiliza procedimentos como levantamento bibliográfico, entrevistas e observações, priorizando a interpretação e a compreensão do fenômeno em lugar de sua mensuração. No caso deste estudo, é tratado ainda de uma pesquisa de natureza primária, já que os dados são produzidos diretamente com os participantes, sob condução do próprio pesquisador.

Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo se configura como uma pesquisa de campo, desenvolvida no contexto de uma escola pública no Estado do Pará, tendo registrado a participação de 12 alunos do 3º ano do Ensino Médio. A produção dos dados ocorreu a partir de uma sequência didática voltada ao ensino de cônicas com o uso do software GeoGebra, com o objetivo de analisar a compreensão dos objetos matemáticos por meio de uma abordagem articulada entre tecnologia digital, exploração conceitual e análise das resoluções produzidas pelos estudantes.

A dinâmica da implementação da pesquisa foi iniciada com uma breve aula introdutória para apresentação do software e de suas principais funcionalidades, a fim de familiarizar os participantes com o ambiente digital que seria utilizado ao longo das atividades. Em seguida, foi apresentada aos alunos, uma breve contextualização histórica das cônicas, considerando que a compreensão de sua constituição matemática também requer o reconhecimento de sua relevância histórica e de suas especificidades conceituais.

Os participantes da pesquisa foram orientados a criar uma pasta individual de atividades, na qual deveriam armazenar suas produções e registros em arquivos de texto. Esse procedimento permitiu reunir o material produzido ao longo da intervenção e constituiu uma das bases para a análise dos dados ao final da pesquisa. As aulas ocorreram no laboratório de informática do planetário e, ao término de cada encontro, os estudantes receberam uma lista de atividades que integrava a sequência didática proposta, sendo orientados a resolver as questões com o apoio do GeoGebra. Paralelamente, também eram apresentadas possibilidades de resolução sem o uso do software, com o intuito de ampliar a compreensão dos estudantes sobre diferentes estratégias de resolução e favorecer a comparação entre procedimentos.



A proposta metodológica partiu do entendimento de que a informática aplicada à Educação Matemática pode contribuir para a transposição didática de conceitos matemáticos e favorecer uma apropriação mais significativa dos conteúdos trabalhados. Nessa perspectiva, o uso do GeoGebra foi concebido como recurso pedagógico capaz de mediar a aprendizagem das cônicas, com possibilidade de ampliar as possibilidades de visualização, construção e interpretação dos conceitos. Esse entendimento dialoga com Lima (2013), ao destacar que a inserção da informática na educação brasileira remonta à década de 1970, com experiências desenvolvidas em universidades como UFRJ, UFRGS e UNICAMP. De modo convergente, Almeida (2008, p. 74) ressalta que foi “por meio do diálogo entre pesquisadores e educadores que se dedicavam a estudos sobre computadores e educação” que se tornou possível a articulação entre pesquisa e ensino.

A sequência didática foi composta por cinco aulas, realizadas no turno da tarde, com duração de três horas cada, totalizando quinze horas de intervenção pedagógica. As atividades ocorreram na sala do projeto LIFE que abriga o laboratório de informática do Centro de Ciências e Planetário do Pará, espaço que dispunha de 25 computadores, o que permitiu acomodar todos os alunos adequadamente e garantir condições materiais favoráveis ao desenvolvimento das práticas propostas. Desse modo, a metodologia adotada articulou exposição inicial, contextualização histórica, resolução orientada de atividades, uso de tecnologia digital e produção de registros escritos, de modo a viabilizar tanto a aprendizagem dos estudantes quanto a análise das evidências produzidas durante o processo.

RESULTADOS

A aplicação da sequência didática foi realizada com intencionalidade de ultrapassar o uso meramente instrumental do software, orientando sua utilização para a exploração, o reconhecimento e a compreensão de objetos matemáticos. Esse direcionamento possibilitou favorecer a construção de interpretações mais consistentes e a apropriação significativa dos conceitos trabalhados pelos alunos, de modo que, para fins de análise, as atividades desenvolvidas foram recolhidas ao final de cada encontro e examinadas posteriormente em conjunto com os registros descritivos de suas respectivas falas.

Esse procedimento metodológico permitiu reunir evidências tanto das produções escritas quanto das manifestações orais dos participantes, com ampliação das possibilidades de compreensão do processo de aprendizagem ao longo da intervenção. Desse modo, a análise não se restringiu aos resultados finais das tarefas, mas considerou também os percursos de resolução, as dificuldades recorrentes, as estratégias mobilizadas e os indícios de avanço conceitual observados durante a realização das atividades.

Procedimentos

Na etapa inicial da intervenção, foram apresentados os conceitos fundamentais relacionados às curvas cônicas, com ênfase em suas definições, nomenclaturas, significados geométricos e contexto histórico. Essa introdução teve por finalidade oferecer aos participantes uma base conceitual que possibilitasse compreender o objeto de estudo e,



consequentemente, acompanhar de modo mais consistente o desenvolvimento das atividades propostas.

Imagem 01 - Laboratório de informática do Centro de Ciências e Planetário do Pará – local da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa/acervo do autor/2025

Após esse momento introdutório, foi iniciado o trabalho com o software GeoGebra, sendo apresentado aos alunos, os comandos e recursos essenciais do programa, considerando o nível de familiaridade de cada um deles com tecnologias digitais e respeitando suas condições de compreensão e uso da ferramenta. O propósito dessa etapa foi garantir que o software fosse utilizado não apenas como recurso operacional, mas como instrumento de apoio à exploração matemática. Com base nesses conhecimentos iniciais, foram desenvolvidas atividades específicas sobre as cônicas, estruturada a partir de objetivos de aprendizagem claramente definidos.

Operacionalização

A operacionalização da sequência didática foi organizada de modo progressivo, com articulação da apresentação do tema, explicitação de sua relevância matemática e desenvolvimento orientado dos conteúdos. Em um primeiro momento, foi realizada a introdução ao assunto, com justificativa de sua importância no campo da Geometria Analítica e indicação dos objetivos que orientariam as atividades. Em seguida, foi procedida a abordagem dos conteúdos por meio de explicações conduzidas pelos professores, sempre associadas à exploração visual e à construção de significados pelos estudantes.

A dinâmica das aulas buscou integrar exposição teórica, experimentação no software e resolução de atividades, de modo a favorecer a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Essa organização permitiu que os conceitos fossem retomados e aprofundados ao longo da sequência, o que promoveu a articulação entre definição, representação gráfica,



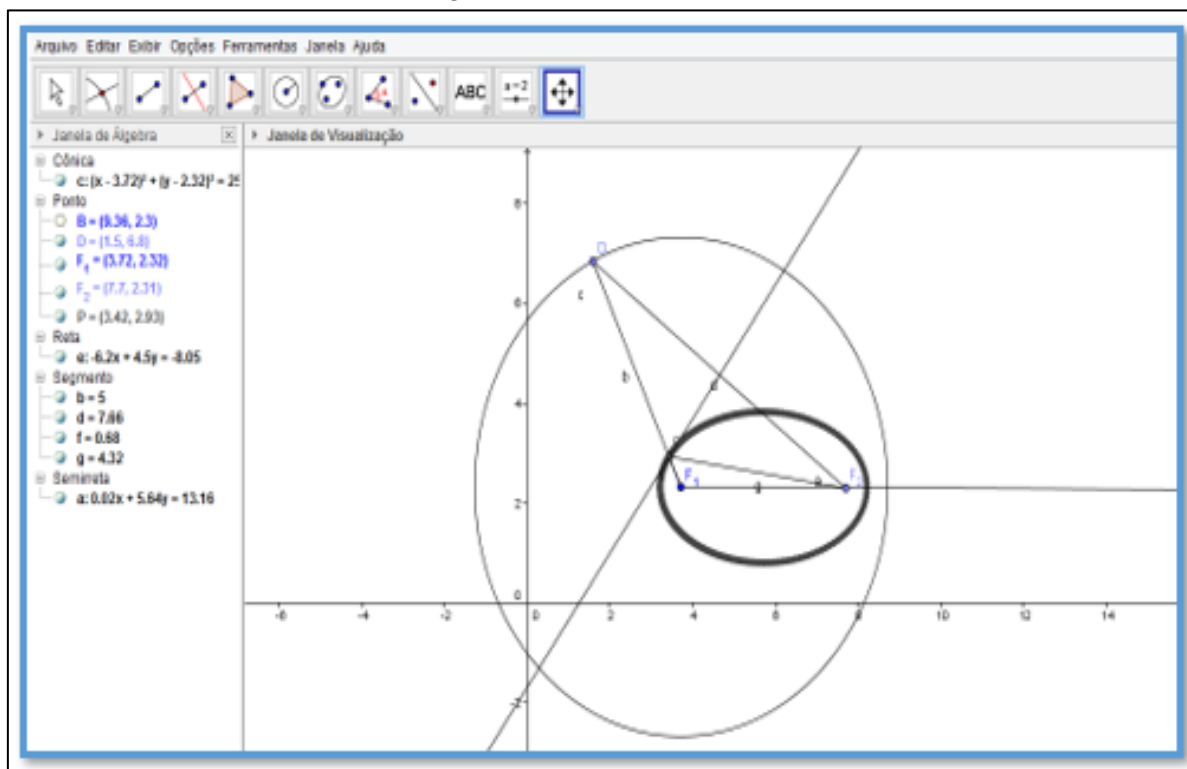
construção geométrica e interpretação das propriedades de cada curva. Desse modo, a operacionalização da proposta não se restringiu à apresentação de procedimentos, mas se orientou pela construção gradual da compreensão conceitual.

Construção da elipse

No que se refere à construção da elipse, a atividade teve como objetivo possibilitar aos alunos a compreensão dessa curva como lugar geométrico, bem como favorecer a percepção de uma de suas propriedades fundamentais, a constância da soma das distâncias de um ponto qualquer da elipse aos seus focos. Para isso, foi utilizado o procedimento de construção dinâmica no GeoGebra, com uso de recursos que permitissem visualizar o traçado da curva e acompanhar a variação de seus elementos constitutivos.

Ao longo da atividade, foi destacada a relação entre a configuração da elipse e a distância entre os focos, de modo que os estudantes pudessem observar como a posição desses elementos interfere na forma da curva. Essa exploração teve como finalidade ampliar a compreensão geométrica do conceito, superando uma abordagem restrita à fórmula algébrica. Assim, a construção da elipse foi concebida não apenas como um procedimento técnico, mas como oportunidade para desenvolver percepção visual, interpretação matemática e compreensão das propriedades que definem essa cônica. Os resultados e comandos da atividade desenvolvida podem ser analisados no quadro a seguir:

Imagem 02 – Resultado da atividade do Aluno A



Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

Quadro 01 – Comandos para a construção da Elipse

Comandos a serem executados com o GeoGebra
Abra o GeoGebra
Construa uma elipse, usando a ferramenta, selecionando dois focos A, B e um ponto C
Determine um ponto D sobre a elipse
Construa duas semirretas, iniciando nos focos até o ponto D
Construa uma circunferência de centro em D, e raio até um dos focos
Determine o ponto E de interseção, da circunferência, com a semirreta, de modo que possamos construir um triângulo isósceles, traçando o segmento AE do ponto de interseção como o foco
Oculte a circunferência
Construa outra circunferência, de centro em D e raio até o outro foco
Determine o ponto F de interseção da circunferência com a semirreta BD de modo que possamos construir um triângulo isósceles, traçando o segmento BF do ponto de interseção com o foco
Oculte a circunferência
Determine os pontos médios de cada segmento AE e BF, os quais pertencerão às bases dos triângulos isósceles
Trace uma reta r, que passe pelos pontos médios.

Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

A análise da construção apresentada indica que o estudante compreendeu, de modo visual e conceitual, a definição geométrica da elipse. A imagem evidencia a presença de dois focos fixos, de um ponto variável sobre a curva e dos segmentos que ligam esse ponto aos focos, permitindo observar que a soma dessas distâncias permanece constante ao longo da construção. Esse resultado revela que a atividade não se restringiu à execução de comandos no software, mas favoreceu a identificação da elipse como lugar geométrico. Assim, a representação produzida pelo aluno demonstra a apropriação de uma propriedade fundamental dessa cônica, ao explicitar que a elipse corresponde ao conjunto dos pontos do plano cuja soma das distâncias a dois pontos fixos é constante.

Construção da hipérbole

Na construção da hipérbole, a atividade teve como objetivo possibilitar aos alunos a compreensão dessa curva como lugar geométrico, bem como favorecer a percepção de uma de suas propriedades fundamentais, denotada pela constância da diferença, em valor absoluto, das distâncias de um ponto qualquer da hipérbole aos seus focos. Para isso, foi adotado um procedimento de construção dinâmica no GeoGebra, com o uso de recursos que permitissem visualizar o traçado da curva e acompanhar a variação de seus elementos constitutivos.

Os comandos da atividade desenvolvida podem ser analisados no quadro a seguir.

Quadro 02 – Comandos para a construção da hipérbole

Comandos a serem executados com o GeoGebra
Abra o GeoGebra
Trace uma reta determinada pelos pontos A e B
Escolha um ponto C sobre a semirreta e, renomeie o ponto A para F1 e o ponto C para F2, depois torne o ponto B oculto
Trace um círculo de centro F1, de modo que F2 esteja exterior ao círculo



Escolha um ponto D, no círculo, não pertencente à reta F1F2

Trace a reta DF1

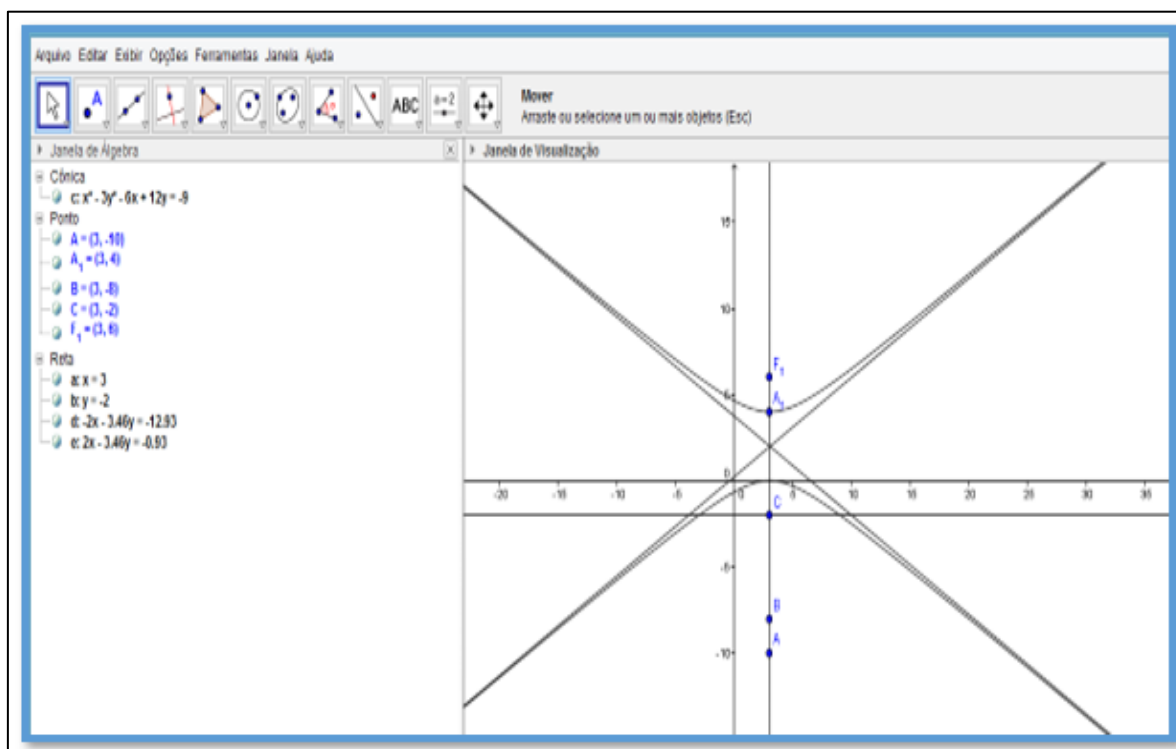
Trace o segmento DF2

Trace a mediatriz do segmento DF2 e determine o ponto P de interseção da mediatriz com o a reta DF1

Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

Ao longo da atividade, foram destacados a relação entre a configuração da hipérbole e a distância entre os focos, de modo que os estudantes pudessem observar como a posição desses elementos interfere na abertura e no comportamento da curva. Essa exploração teve como finalidade ampliar a compreensão geométrica do conceito, superando uma abordagem limitada à expressão algébrica. Assim, a construção da hipérbole foi concebida não apenas como um procedimento técnico, mas como uma oportunidade de desenvolver percepção visual, interpretação matemática e compreensão das propriedades que definem essa cônica.

Imagem 03 – Resultado da atividade do aluno B



Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

A construção apresentada pelo aluno B evidencia uma compreensão consistente dos elementos estruturantes da hipérbole, especialmente no que se refere à identificação do centro, dos focos, dos eixos e das retas associadas à configuração da curva. A imagem revela que o estudante não apenas executou os procedimentos no software, mas conseguiu mobilizar conceitos matemáticos fundamentais para organizar a construção com coerência geométrica. Entre esses conceitos, são destacados o reconhecimento de retas paralelas, a determinação de



segmentos a partir de pontos definidos no plano e a aplicação do teorema de Pitágoras na obtenção de parâmetros necessários à representação da hipérbole.

Esse resultado é pedagogicamente relevante porque demonstra que a atividade favoreceu uma aprendizagem que também ultrapassa a simples reprodução técnica de comandos no GeoGebra. Ao articular diferentes conhecimentos geométricos e algébricos na elaboração da construção, o aluno evidenciou capacidade de interpretar relações matemáticas envolvidas na formação da hipérbole e de compreender como seus elementos se organizam no plano cartesiano. Desse modo, a produção analisada indica avanço na apropriação conceitual da curva, ao mesmo tempo em que revela o papel da visualização dinâmica como suporte para a consolidação de noções geométricas e para a construção de significados mais amplos no estudo das cônicas.

Construção da parábola

No que se refere à construção da parábola, a atividade teve como objetivo possibilitar aos alunos a compreensão dessa curva como lugar geométrico, destacando a propriedade segundo a qual cada ponto da parábola equidista de um ponto fixo, denominado foco, e de uma reta fixa, denominada diretriz. Para isso, foi utilizado o procedimento de construção dinâmica no GeoGebra, com a utilização do recurso de rastro, a fim de tornar visível o percurso descrito pelo ponto móvel e favorecer a percepção da formação gradual da curva.

Quadro 04 – Comandos para a construção da Parábola

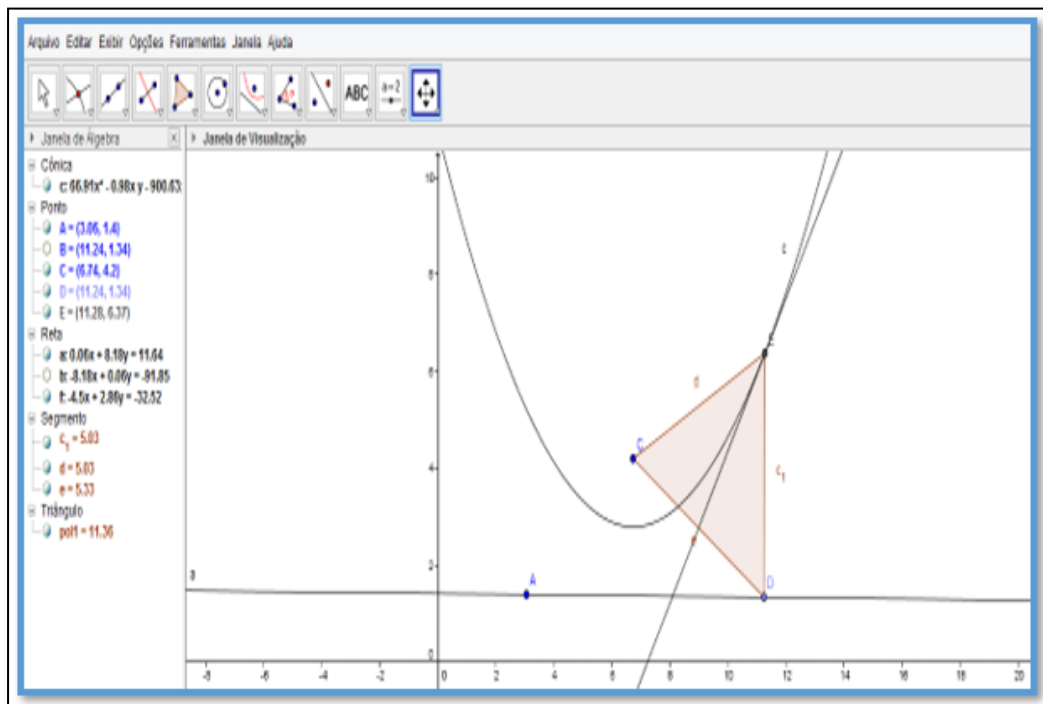
Comandos a serem executados com o GeoGebra
1. Abra o GeoGebra
2. Trace uma reta r definida, por dois pontos A e B
3. Escolha um ponto C, não pertencente à reta r
4. Escolha um ponto D pertencente à reta r
5. Trace uma reta s , perpendicular à reta r , pelo ponto D
6. Trace a reta mediatriz referente ao segmento CD
7. Determine o ponto E, de interseção da reta s , com a reta mediatriz
8. Construa um triângulo através da ferramenta polígono, interligando os pontos C, D e E

Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

A intencionalidade da atividade foi de buscar evidenciar a relação entre foco, diretriz e ponto pertencente à parábola, de modo que os estudantes pudessem interpretar geometricamente a condição que define essa cônica. Essa exploração teve como finalidade ampliar a compreensão do conceito para além de sua expressão algébrica, valorizando a observação, a análise visual e a interpretação das propriedades envolvidas. Assim, a construção da parábola foi concebida não apenas como procedimento técnico no software, mas como uma oportunidade de desenvolver percepção geométrica, compreensão conceitual e leitura matemática do lugar geométrico que caracteriza essa curva.



Imagem 04 – Resultado da atividade do aluno C



Fonte: dados da pesquisa/organização do autor/2025

A construção apresentada evidencia que o aluno não apenas reproduziu um procedimento no GeoGebra, mas se apropriou da definição geométrica da parábola e conseguiu traduzi-la em uma representação visual coerente. Na imagem é possível observar a curva parabólica associada a um ponto móvel sobre seu traçado, bem como os segmentos construídos entre esse ponto, o foco e a reta diretriz. Essa organização permitiu interpretar, de forma concreta, a propriedade fundamental da parábola denotada pela compreensão de que “cada ponto da curva mantém a mesma distância em relação ao foco e à diretriz”. Assim, a construção realizada torna visível o princípio definidor dessa cônica e favorece sua compreensão para além do registro algébrico.

O uso do rastro no ponto de interseção que gera a trajetória da curva se mostrou particularmente relevante, pois possibilitou ao estudante acompanhar o processo de formação da parábola e reconhecer o lugar geométrico resultante das condições impostas na construção. Desse modo, o resultado revela avanço conceitual significativo, uma vez que o aluno foi capaz de relacionar definição, construção e representação gráfica em um mesmo processo de aprendizagem. A atividade, portanto, demonstrou o potencial do GeoGebra para favorecer uma compreensão mais profunda da parábola, articulando visualização dinâmica, interpretação geométrica e produção de significado matemático.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A aplicação da sequência didática foi orientada pela intenção de ultrapassar o uso meramente instrumental do software GeoGebra, com direcionamento de sua utilização para a



exploração, reconhecimento e compreensão de objetos matemáticos. A organização das atividades buscou favorecer a construção de interpretações mais consistentes por parte dos estudantes e promover a apropriação significativa dos conceitos relacionados às curvas cônicas. Para fins de análise, as produções desenvolvidas ao longo das atividades foram recolhidas ao final de cada encontro e examinadas em conjunto com registros descritivos das interações e manifestações orais dos participantes.

Esse procedimento permitiu reunir evidências provenientes tanto das produções escritas quanto das falas dos estudantes, fatores que ampliaram as possibilidades de interpretação do processo de aprendizagem durante a intervenção. Assim, a análise não se restringiu aos resultados finais das tarefas propostas, mas considerou também os percursos de resolução, as dificuldades recorrentes, as estratégias mobilizadas e os indícios de avanço conceitual observados ao longo da realização das atividades. Tal perspectiva possibilitou compreender o desenvolvimento do pensamento matemático dos participantes durante a exploração das construções dinâmicas no software.

Na etapa inicial da intervenção foram apresentados os conceitos fundamentais relacionados às curvas cônicas, com destaque para suas definições, nomenclaturas e significados geométricos, além de elementos de contextualização histórica. Essa introdução teve como objetivo oferecer uma base conceitual que possibilitasse aos participantes compreender o objeto de estudo e acompanhar de forma mais consistente o desenvolvimento das atividades posteriores. Paralelamente, foi evidenciada a presença das cônicas em diferentes contextos do cotidiano, o que favoreceu a atribuição de significado ao conteúdo e ampliou sua inteligibilidade no ambiente escolar.

Em seguida, foi iniciado o trabalho com o GeoGebra, com a apresentação de seus principais comandos e recursos, de acordo com o nível de familiaridade dos alunos com tecnologias digitais. Essa etapa buscou promover o uso do software como instrumento de investigação matemática. Na sequência, foram desenvolvidas atividades voltadas à construção e à análise das cônicas, com objetivos de aprendizagem previamente definidos.

Na atividade sobre a elipse, a intencionalidade foi favorecer sua compreensão como lugar geométrico, com ênfase na propriedade de que a soma das distâncias de qualquer ponto da curva aos focos é constante. A construção dinâmica no GeoGebra possibilitou a visualização da curva e de seus elementos, permitindo aos alunos identificar os focos, reconhecer o ponto móvel e interpretar os segmentos a eles relacionados. Os resultados indicam que a atividade contribuiu para a compreensão geométrica da elipse, para além de um tratamento apenas algébrico.

Em relação à construção da hipérbole, as atividades buscaram evidenciar a propriedade geométrica associada à constância da diferença, em valor absoluto, das distâncias entre um ponto da curva e seus focos. A exploração realizada no GeoGebra possibilitou observar a configuração da curva e compreender como a posição dos focos influencia a abertura e o comportamento da hipérbole. As produções analisadas indicaram que os estudantes conseguiram identificar elementos estruturantes da curva, como centro, focos e eixos associados à construção. Além disso, foi possível verificar ainda, a mobilização de conceitos geométricos complementares, como paralelismo, determinação de segmentos e relações



métricas no plano, o que evidencia a articulação entre diferentes conhecimentos matemáticos durante o processo de construção.

No desenvolvimento da atividade relacionada à parábola, foi explorada a definição dessa cônica como o conjunto de pontos equidistantes de um foco e de uma reta fixa denominada diretriz. A utilização do recurso de rastro no GeoGebra permitiu tornar visível o percurso descrito pelo ponto móvel responsável pela formação da curva, favorecendo a compreensão do lugar geométrico associado à parábola. Nesse sentido, a análise das produções evidenciou que os estudantes foram capazes de interpretar a relação entre foco, diretriz e ponto pertencente à curva, representando visualmente os segmentos que expressam essa condição geométrica. Esse resultado indicou que a atividade contribuiu para a compreensão conceitual da parábola, com articulação de fatores como definição, construção geométrica e representação gráfica.

De modo geral, os resultados evidenciaram que a utilização do GeoGebra favoreceu a exploração dinâmica das propriedades das cônicas e contribuiu para ampliar a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos. A visualização das construções, associada à possibilidade de manipulação dos elementos geométricos, permitiu aos estudantes interpretar as propriedades definidoras das curvas de forma mais concreta e significativa. Assim, a sequência didática desenvolvida demonstrou potencial para promover maior participação dos alunos no processo de aprendizagem e favorecer a construção de significados matemáticos por meio da integração entre representação geométrica, experimentação e interpretação conceitual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo examinou as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de cônicas no Ensino Médio, com foco no papel da visualização dinâmica na compreensão de elipse, hipérbole e parábola. A análise da sequência didática aplicada no Centro de Ciências e Planetário do Pará confirmou a pertinência dessa proposta, pois o trabalho pedagógico integrou fundamentação histórica, exploração conceitual e construções geométricas em ambiente digital. Esse arranjo metodológico ampliou as possibilidades de interpretação das curvas cônicas e rompeu com um tratamento restrito à memorização de fórmulas e à manipulação algébrica descontextualizada.

Os resultados mostraram que os estudantes avançaram na compreensão das propriedades definidoras das cônicas e estabeleceram relações mais consistentes entre definição, representação gráfica e construção geométrica. A exploração das construções no GeoGebra fortaleceu a leitura matemática dos resultados e ampliou a capacidade dos alunos de interpretar visualmente conceitos que, em abordagens tradicionais, costumam aparecer de forma fragmentada.

A experiência também reforçou o valor pedagógico do software quando seu uso é orientado por objetivos conceituais claros. O GeoGebra não atuou como recurso ilustrativo, mas como mediador de uma aprendizagem mais ativa, investigativa e significativa. A organização das aulas em laboratório, associada às listas de atividades, aos registros escritos e à discussão das resoluções, contribuiu para maior participação discente e para a construção



de significados matemáticos mais sólidos. O estudo, portanto, sustenta a defesa de práticas didáticas que associam tecnologia digital, visualização e interpretação geométrica no ensino de conteúdos que exigem forte apoio visual.

O recorte adotado, composto por cinco aulas e desenvolvido em um contexto específico de laboratório de informática, oferece evidências importantes, mas também indica a necessidade de novas investigações em outros cenários escolares e com tempos de intervenção mais amplos. Pesquisas futuras podem examinar a permanência das aprendizagens construídas, comparar resultados entre diferentes turmas e aprofundar a análise da relação entre visualização dinâmica e formalização algébrica. Ainda assim, este artigo deixa uma contribuição relevante ao campo da Educação Matemática, pois demonstra que o uso intencional do GeoGebra pode qualificar o ensino de cônicas e ampliar a compreensão conceitual dos estudantes sobre um conteúdo central da Geometria Analítica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **Tecnologias na educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios**. Bolema, Rio Claro, v.21, n.29, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em 20 fev. 2026

BRANDT, Silvia Tereza Juliani; MORTOFONO, Carla. **O software GeoGebra como alternativa no ensino da geometria em um mini curso para professores**. Programa de Desenvolvimento Educacional - 2007. Disponível em: <https://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/329-4.pdf>

BRUGNERA, Elisangela Dias; DYNNIKOV, Circe Mari Silva da Silva. GeoGebra, História da Matemática e Geometria analítica. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 8, n. 3, p. 153–172, 2020.

DOI: [10.26571/reamec.v8i3.10622](https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10622). Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/10622>. Acesso em: 14 nov. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados, In: **Ata do IV Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação**, Brasília. 1999.

HOHENWARTER, Markus. “**GeoGebraQuickstart: Guia rápido de referência sobre o GeoGebra**”.

Disponível em: http://www.geogebra.org/help/geogebraquickstart_pt_PT.pdf Acesso em: 23 out. 2025.



LIMA, Alexsandro dos Santos. **Geometria projetiva das cônicas**: uma abordagem através do GeoGebra. Feira de Santana: UEFS, 2024.

LIMA, Max Miller Mendes. **Geogebra**: proposta de atividades baseadas nos PCN'S de matemática para o ensino médio. 2013. Monografia (Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática) - Universidade Estadual de Goiás. Jussara. 2013. Disponível em:
http://www.cdn.ueg.br/arquivos/jussara/conteudoN/1209/MONOGRAFIA__MAX_MILLE.pdf

MELO, Rayane de Jesus Santos; COSTA, Felix Silva. **Contribuições do software GeoGebra para o ensino das cônicas na Educação Básica**. Ensino e Multidisciplinaridade, v. 3, n. 2, p. 93-111, 2017.

MELO, Rayane de Jesus Santos. O ensino das cônicas com auxílio do software GeoGebra. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**, 12., 2016. Anais. 2016.

OLIVEIRA, Adilson Lopes de; MIRANDA, Dimas Ferreira de; LAUDARES, João Bosco. Construção de objeto de aprendizagem para o reconhecimento de uma cônica. In: **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 5. 2012, Petrópolis. Anais. Petrópolis: SIPEM, 2012.

RODRIGUES, Lucas Ferreira. **Potencialidades Digitais Para uma Abordagem dos Poliedros de Platão**: Proposta de Formação Docente Sob o Contexto Tecnológico. 2023. 208 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará, Belém – Pará, Brasil. 2023. (a)

RODRIGUES, Lucas Ferreira; ALMEIDA, Talita Carvalho Silva de. **Guia didático para a formação docente**: Performance digital com os Poliedros de Platão. Produto educacional (Mestrado profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC). Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2023. (b). Disponível em:
[https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/742439/2/2023_Produto%20Educacional_Lucas%20Ferreira%20Rodrigues%20\(1\).pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/742439/2/2023_Produto%20Educacional_Lucas%20Ferreira%20Rodrigues%20(1).pdf) Acesso em: 8 mar. 2025.

SEVERIANO, Thiago Pardo. **Estudo das cônicas**: uma proposta didática com uso de GeoGebra para o Ensino Médio. Natal: UFRN, 2017.

VIDAL, Francisco Aureliano. **Seções cônicas**: uma sequência didática no Ensino Médio utilizando o GeoGebra. Maceió: UFAL, 2013.

YIN, Robert Kuo-Zir. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016