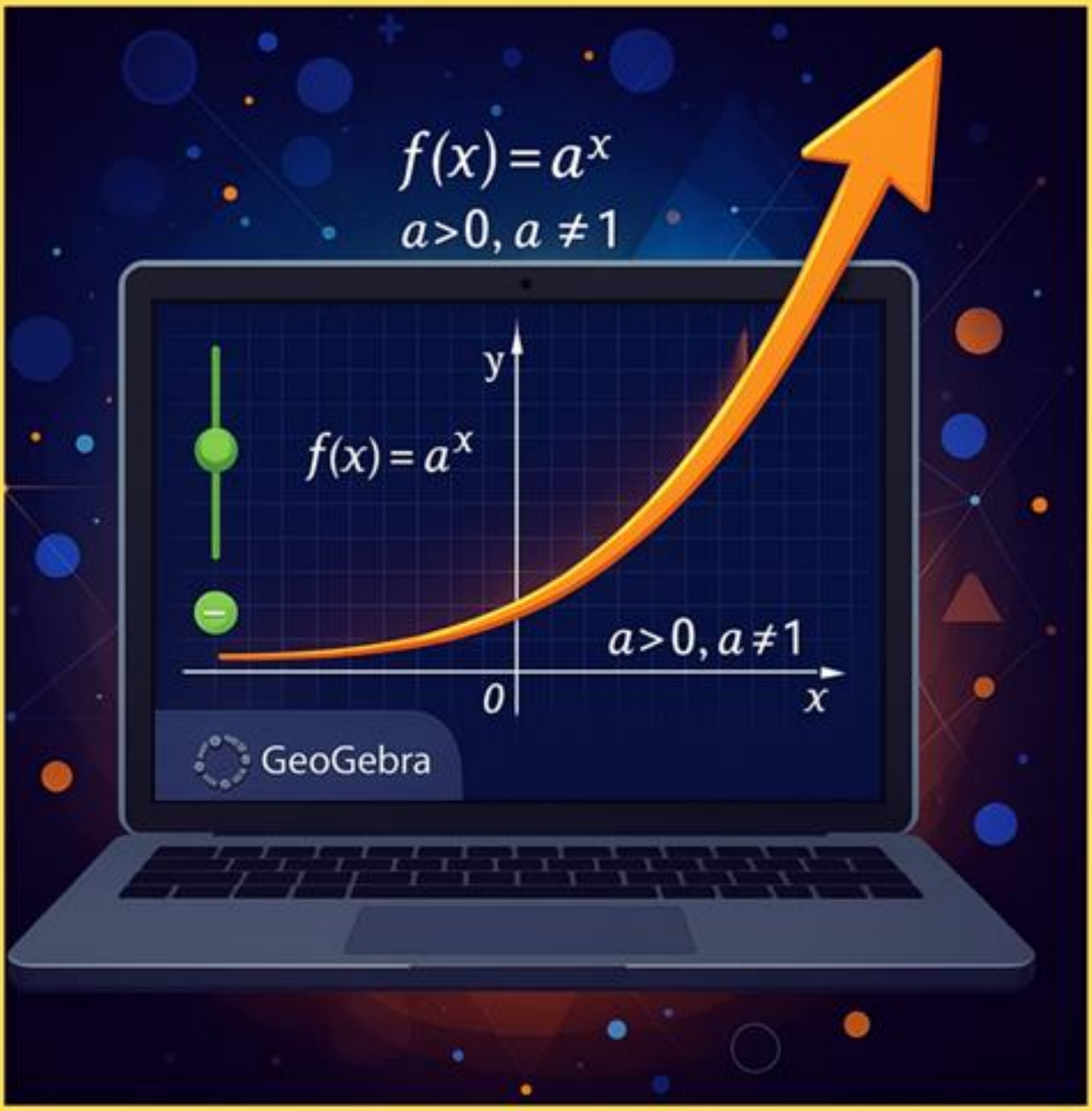
ATIVIDADES DIDÁTICAS NO

GEOGEBRA

PARA FUNÇÃO EXPONENCIAL



PERLA DO CARMO SANTOS BARROS
FÁBIO JOSÉ DA COSTA ALVES
CINTHIA CUNHA MARADEI PEREIRA
MIGUEL CHAQUIAM

BARROS, Perla do Carmo Santos; ALVES, Fábio José da Costa; PEREIRA, Cinthia Cunha Maradei; CHAQUIAM, Miguel. Atividades didáticas no Geogebra para funções exponenciais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, (PPGEM/UEPA), 2025.
ISBN: 978-65-5291-030-1 https://doi.org/10.5281/zenodo.18435669

APRESENTAÇÃO

Esta obra foi desenvolvida especialmente para contribuir com o ensino da função exponencial no 1º ano do Ensino Médio. Sabemos que ensinar esse objeto matemático pode representar um grande desafio, pois, os alunos muitas vezes têm dificuldade para compreender o comportamento dessa função, relacioná-la a situações do cotidiano e, principalmente, enxergar sentido em aprender algo que, à primeira vista, parece tão abstrato.

Em virtude disso, a proposta é oferecer um material que vá além das explicações tradicionais e das resoluções mecânicas de exercícios. O foco está em oferecer oportunidades para que os alunos explorem, experimentem e visualizem a matemática de forma mais dinâmica, com a exploração do Geogebra.

Ao transformar conceitos abstratos em representações visuais e manipuláveis, o GeoGebra abre espaço para uma aprendizagem mais significativa, onde o aluno deixa de ser mero espectador e passa a ser protagonista da construção do conhecimento. O GeoGebra é um software gratuito e intuitivo que permite a construção, a manipulação e a análise de gráficos de forma dinâmica. É uma importante ferramenta capaz de promover uma aprendizagem mais visual, investigativa e significativa.

As atividades apresentadas estão apoiadas em três referenciais da Educação Matemática: a Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau, a concepção Vygotskiana de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval.

Segundo Brousseau (1986, p. 49, *apud* CARVALHO, 2014, p. 41), o aluno aprende *"adaptando-se a um milieu que é fator de dificuldades, de contradições, de desequilíbrio, um pouco como acontece na sociedade humana. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, manifesta-se pelas respostas novas, que são a prova da aprendizagem"*. Essa afirmação traduz a essência da TSD: criar situações em que o estudante, colocado em um ambiente didático planejado, é confrontado com desafios que o obrigam a mobilizar conhecimentos prévios, formular hipóteses e construir novos significados. O papel do professor, nessa perspectiva, não é o de transmissor de respostas prontas, mas o de **organizador do meio didático**, regulando o contrato didático e favorecendo condições para que o aluno assuma protagonismo no processo de aprendizagem.

Esse olhar se articula diretamente ao construtivismo vygotskiano, especialmente à noção de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Vygotsky (1987, p. 211, *apud* CHAIKLIN, 2011, p. 660) define-a como *"a distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado* *pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes"*.

Em virtude disso, a aprendizagem não é apenas resultado de esforços individuais, mas um processo essencialmente mediado e social, no qual a colaboração com colegas ou a intervenção do professor possibilita avanços que, de forma isolada, ainda não seriam alcançados.

Ao lado dessas perspectivas, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Duval, aprofunda a compreensão do processo cognitivo envolvido na aprendizagem matemática. Como afirma o autor, *"a compreensão em Matemática repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação"* (DUVAL, 2012, p. 282). Isso significa que, para compreender efetivamente um conceito, o estudante precisa transitar entre diferentes formas de representação (gráfica, algébrica, tabular ou verbal), conforme corrobora Duval (2012):

> É essencial, na atividade matemática, poder mobilizar muitos registros de representação semiótica (figuras, gráficos, escrituras simbólicas, língua natural, etc...) no decorrer de um mesmo passo, poder escolher um registro no lugar de outro. E, independentemente de toda comodidade de tratamento, o recurso a muitos registros parece mesmo uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que possam também ser reconhecidos em cada uma de suas representações. (DUVAL, 2012, p. 270).

No caso da função exponencial, por exemplo, a aprendizagem só se torna significativa quando o aluno consegue articular a expressão algébrica, o gráfico, a tabela de valores e a descrição em linguagem natural, promovendo a conversão e a coordenação entre registros.

Dessa maneira, as atividades propostas buscam criar situações de desafio (TSD) em ambientes planejados pelo professor, apoiadas pela mediação (ZDP) e enriquecidas pela articulação entre registros (Duval). O foco é promover um ensino dinâmico e significativo, capaz de integrar teoria e prática, tecnologia e conceito, interação social e desenvolvimento individual. Com isso, almeja-se que o processo de ensino-aprendizagem se torne em um percurso intencionalmente estruturado, no qual o estudante é desafiado a pensar, argumentar, dialogar, representar e reconstruir significados matemáticos de forma ativa e colaborativa.

SUMÁRIO

ENSINO DE FUNÇÃO

Ensinar função exponencial é, sem dúvida, um grande desafio e, também, uma excelente oportunidade de mostrar aos alunos como a matemática está presente em várias situações do cotidiano. O estudo dessa função ocupa um papel central no desenvolvimento da capacidade dos estudantes de compreender e modelar fenômenos de crescimento e decaimento presentes em diferentes contextos, permitindo que o estudante atribua sentido aos conceitos matemáticos ao relacioná-los com a realidade.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), importante instrumento norteador da Educação Básica, o estudo da função exponencial está associado às seguintes habilidades do Ensino Médio:

- **EM13MAT102** – Reconhecer funções polinomiais, exponenciais e logarítmicas a partir de suas representações algébricas e gráficas, identificando domínio, contradomínio e comportamento.
- **EM13MAT103** – Compreender as funções polinomiais, exponenciais e logarítmicas como modelos de fenômenos de crescimento e decaimento, relacionando-as a situações do cotidiano.
- **EM13MAT104** – Utilizar softwares e calculadoras gráficas para construir, interpretar e analisar gráficos de funções, explorando propriedades e comparando seus comportamentos.
- **EM13MAT502** – Resolver e elaborar problemas em diferentes contextos que envolvam funções, utilizando estratégias pessoais, tecnológicas e procedimentos algébricos.

De acordo com Brasil (2018), o ensino de funções deve possibilitar que os alunos analisem dependências entre grandezas, interpretem gráficos, resolvam problemas contextualizados e reconheçam modelos matemáticos que descrevem situações do cotidiano. O documento enfatiza, ainda, a necessidade de promover práticas investigativas e reflexivas:

> Para que esses propósitos se concretizem nessa área, os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados. (BRASIL, 2018, p. 519).

Nesse sentido, a Competência Específica 3 da área de Matemática e suas Tecnologias indica a importância de "*utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos* *matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas*” (BRASIL, 2018, p. 531). Tal orientação reforça que a função exponencial deve ser trabalhada como instrumento de modelagem de situações reais, indo além da manipulação algébrica.

Contudo, apesar dessas orientações, alguns obstáculos e desafios persistem. Como aponta Oliveira (2018), um dos principais entraves é a dificuldade dos alunos em compreender o caráter não linear do crescimento exponencial. Acostumados às funções lineares e quadráticas, muitos não percebem a rapidez com que a curva exponencial cresce ou decresce. Para superar essa barreira, o professor precisa adotar estratégias que tornem essa diferença visível, promovendo comparações, experimentações e construções graduais que levem à compreensão do conceito.

Outro ponto crítico está na articulação entre registros de representação. Segundo Duval (2012), aprender Matemática requer transitar entre representações gráficas, algébricas e tabulares. Contudo, Oliveira (2018, p.17) corrobora que, o ensino da função exponencial ainda se concentra, em muitos casos, *“exageradamente em sua forma algébrica, nas manipulações e no rigor da linguagem formal”*. Essa limitação mantém os alunos presos a uma única representação, dificultando a leitura de gráficos ou a interpretação de tabelas de valores, o que compromete a competência de analisar fenômenos a partir de diferentes linguagens, uma ênfase clara da BNCC.

Há ainda o desafio da motivação dos estudantes. A função exponencial, quando trabalhada apenas em nível abstrato, tende a parecer distante. A BNCC, no entanto, orienta que o ensino esteja ancorado em contextos significativos, como, por exemplo, o acompanhamento de dados populacionais, a análise de juros compostos, ou mesmo a interpretação da disseminação de informações em redes sociais. É nesse ponto que a criatividade docente torna-se essencial para que os alunos percebam o sentido de estudar esse objeto matemático.

Em síntese, o ensino da função exponencial exige do professor a capacidade de articular teoria e prática, abstração e contexto, tradição e inovação. Ao assumir esse desafio, o docente não apenas contribui para a formação matemática dos estudantes, mas também amplia sua visão crítica e investigativa do mundo, mostrando que a Matemática é, acima de tudo, uma ferramenta poderosa de compreensão e transformação da realidade.

TECNOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Antes mesmo de abrir um livro de Matemática, os estudantes já convivem diariamente com tecnologias: analisam gráficos em aplicativos, usam calculadoras nos celulares, interagem com jogos digitais que exigem raciocínio lógico e acompanham informações que se espalham de forma quase “exponencial” nas redes sociais. Essa vivência mostra que a Matemática já faz parte do universo digital em que estão imersos. Cabe à escola, portanto, reconhecer essa presença e transformar a tecnologia em ponte entre a abstração dos conteúdos e as experiências concretas da vida cotidiana.

Quando incorporadas de forma planejada, as tecnologias digitais não apenas aproximam os estudantes dos conteúdos, mas também reconfiguram a forma de ensinar e aprender Matemática. Softwares como o GeoGebra, o uso de planilhas digitais e o desenvolvimento de aplicativos no App Inventor permitem que conceitos antes considerados áridos ganhem movimento, cor e sentido. Nesse contexto, ensinar Matemática em tempos digitais significa redescobrir sua vitalidade e reconhecer que, por trás das telas e dos aplicativos, existe uma linguagem matemática viva, capaz de encantar e motivar os estudantes na construção de novos saberes.

É justamente nesse ponto que a tecnologia revela sua potência: ela não apenas aproxima os alunos do conteúdo, mas reconfigura o próprio modo de ensinar e aprender Matemática. Integrar mídias digitais às aulas significa abrir espaço para uma disciplina mais viva e dinâmica, em que conceitos antes vistos como áridos ganham movimento, cor e sentido. Ensinar Matemática em tempos digitais é, portanto, redescobrir sua vitalidade, ou seja, reconhecer que, por trás das telas e dos aplicativos, há uma linguagem matemática pulsante, capaz de encantar, desafiar e motivar os estudantes a construir novos saberes.

Diante desse cenário, uma questão se impõe: como a escola pode responder à velocidade das mudanças tecnológicas sem abrir mão de sua missão formativa? Kenski (2008, p. 18) oferece uma resposta precisa ao afirmar que “*esse é também o duplo desafio da educação: adaptar-se aos avanços das tecnologias e orientar o caminho de todos para o domínio e apropriação crítica desses novos meios*”. A advertência da autora é clara: não basta levar computadores, aplicativos ou projetores para a sala de aula como símbolos de modernização. Para que façam sentido, esses recursos precisam ser integrados de forma consciente, crítica e criativa, tornando-se ferramentas de investigação, autoria e construção de significados matemáticos.

Esse mesmo olhar orienta as pesquisas do Grupo de Pesquisa em Ensino da Matemática e Tecnologias (GPEMT), do Centro de Ciências Sociais e Educação da UEPA, liderado pelo Prof. Dr. Fábio José da Costa Alves e pela Profa. Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira. O grupo está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM) e ao Programa de Pós-Graduação e Educação (PPGED), ambos do Centro de Ciências Sociais e Educação da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e têm como objetivo desenvolver e aplicar estratégias de ensino que integrem tecnologias digitais à aprendizagem da Matemática, especialmente no contexto da região Amazônica.

As produções do GPEMT têm mostrado, na prática, como a tecnologia pode diminuir os altos níveis de abstração, favorecer a compreensão de conceitos e dar mais significado à aprendizagem. Entre as experiências realizadas, destacam-se: o uso do GeoGebra para explorar funções de maneira visual e interativa e o desenvolvimento de aplicativos no App Inventor, que unem programação e conteúdos matemáticos em propostas criativas e contextualizadas.

O ensino de Matemática mediado por tecnologias digitais têm se fortalecido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM/UEPA). Nesse espaço formativo, as experiências vividas pelos alunos ganharam corpo em coletâneas organizadas pelos professores, resultando em obras como "*Objetos de Aprendizagem no GeoGebra"* (ALVES; PEREIRA, 2016) e *"Aplicativos para o ensino de Matemática em App Inventor"* (ALVES; PEREIRA, 2016). Esses livros não apenas socializam práticas pedagógicas criativas, mas também mostram como recursos digitais, quando integrados de forma intencional, podem transformar a sala de aula em um ambiente investigativo e colaborativo.

O elo entre essas iniciativas está no fato de que todas elas partem da mesma concepção: a tecnologia não é um fim em si, mas um meio de experimentar, visualizar e dialogar com os conceitos matemáticos. Essa visão encontra respaldo em Duval (2012), ao destacar que compreender Matemática exige transitar entre diferentes registros de representação. Assim, ao manipular gráficos dinâmicos, construir tabelas automáticas ou programar algoritmos simples, os estudantes aprendem a traduzir e articular diferentes representações de um mesmo objeto, ampliando sua compreensão e atribuindo maior sentido ao aprendizado.

Dentro desse cenário, o papel do professor não se reduz; ao contrário, se fortalece. É ele quem seleciona os recursos mais adequados, organiza percursos de aprendizagem e promove leituras críticas dos resultados obtidos pelos alunos. Em síntese, a presença das tecnologias digitais no ensino de Matemática não deve ser vista como uma promessa abstrata, mas como uma realidade em construção, sustentada por pesquisas, práticas e reflexões.

POTENCIALIDADES DO GEOGEBRA

O GeoGebra é uma ferramenta digital bastante relevante para o ensino de Matemática. É um software criado em 2001 pelo austríaco Markus Hohenwarter com a proposta de ser livre, acessível e integrado. Em uma única interface, reúne geometria, álgebra e cálculo, possibilitando aos usuários transitar entre diferentes formas de representação de um mesmo conceito.

A potencialidade pedagógica do GeoGebra está na sua capacidade de integrar diferentes registros de representação. Pesquisas como a Coelho e Mussato (2023, p. 245) reforçam esse papel. Para esses autores, o software "*apresenta muitas vantagens para a aprendizagem por meio de tecnologias digitais, como, por exemplo, a possibilidade de exibir diferentes representações de um mesmo objeto por janelas que interagem entre si*".

Como afirma Duval (2012, p. 203), "*as diversas representações semióticas de um objeto matemático são, pois, absolutamente necessárias, já que os objetos matemáticos não estão diretamente acessíveis na percepção*". Essa perspectiva evidencia que compreender a Matemática exige transitar entre múltiplas formas de representação.

Com relação ao estudo de função exponencial, esse potencial se torna ainda mais evidente, pois, ao manipular parâmetros, o aluno observa de forma imediata como a mudança da base altera a curva, distinguindo visualmente os casos de crescimento e decrescimento. Assim, a exploração deixa de ser apenas abstrata para tornar-se uma experiência de descoberta.

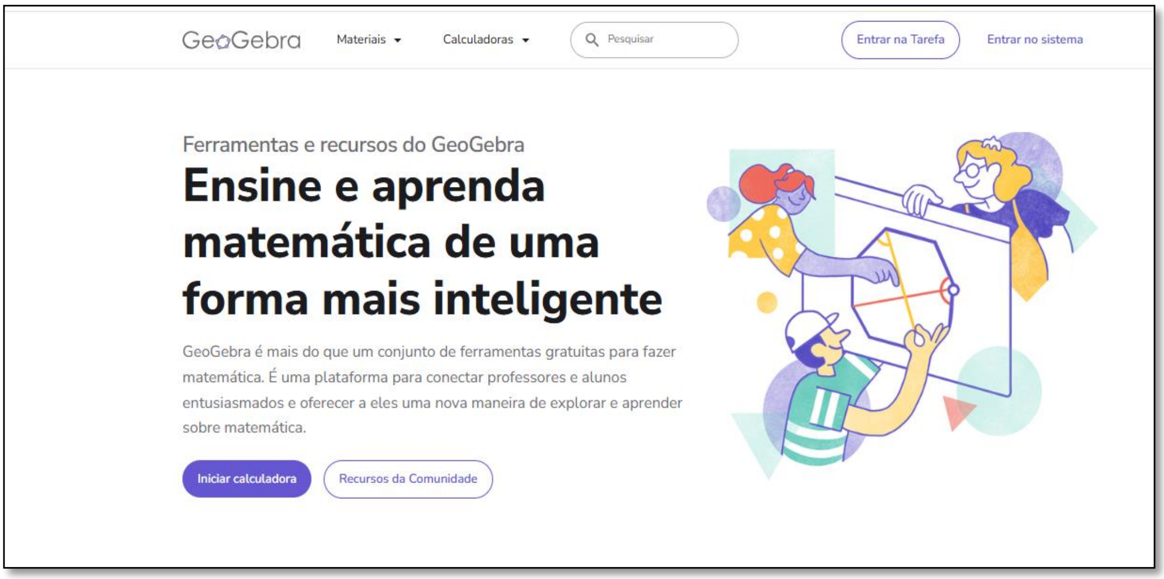
Coelho e Mussato (2023, p. 245) destacam que uma das principais potencialidades do GeoGebra é a aproximação da Matemática a contextos reais por meio da resolução de situações-problema. Ao utilizar o software para modelar fenômenos como juros compostos, crescimento populacional ou decaimento radioativo, os estudantes deixam de perceber a função exponencial apenas como uma abstração algébrica e passam a reconhecê-la como um instrumento para interpretar e compreender diferentes aspectos do mundo real.

Nesse contexto, o GeoGebra se apresenta como um recurso essencial, pois permite ao estudante explorar simultaneamente o registro algébrico, o tabular e o gráfico, manipulando parâmetros em tempo real e interpretando, de maneira articulada, os fenômenos matemáticos, permitindo ao estudante perceber propriedades e relações que dificilmente seriam visíveis em abordagens estáticas.

O GeoGebra pode ser utilizado diretamente no navegador, sem a necessidade de instalação. Para acessá-lo on-line, o usuário deve abrir qualquer navegador de internet (Google

Chrome, Firefox, Edge ou outro). Ao digitar o endereço www.geogebra.org no navegador, o usuário é direcionado para a página inicial da plataforma, conforme indica a Figura 1.

Figura 1 – Página inicial do site GeoGebra



Fonte: Elaboração própria (2025)

Ao clicar em "Iniciar calculadora", o usuário é direcionado para a interface a **interface principal do software**, onde é possível construir e manipular objetos matemáticos. Essa interface reúne áreas interativas que se complementam. A seguir são destacadas algumas áreas da interface do Geogebra:

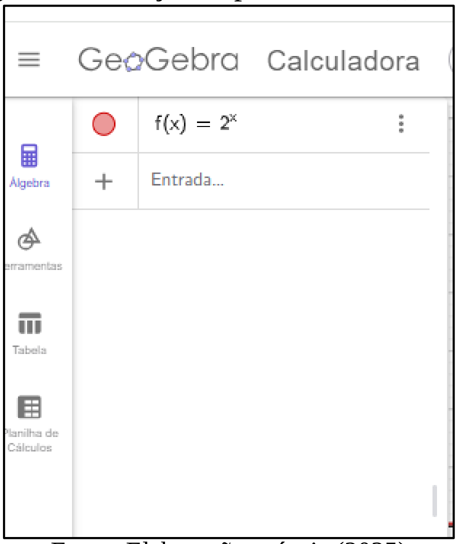
- **Campo de Entrada:** é a área onde são digitados os comandos, expressões algébricas ou elementos matemáticos (como funções, pontos, retas etc.). A Figura 3 enfatiza o campo de entrada.

Figura 2 – Campo de entrada

Fonte: Elaboração própria (2025)

Para criar a função exponencial $\boldsymbol{f(x) = 2^x}$, por exemplo, basta digitar a expressão $\boldsymbol{f(x) = 2\hat{}x}$, no campo de entrada, e pressionar "Enter", conforme indica a Figura 3.

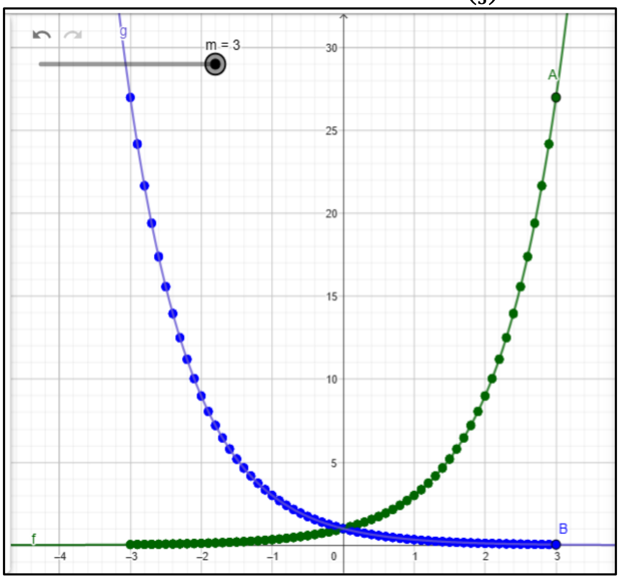
Figura 3 – função exponencial $\mathrm{f(x)} = 2^{\mathrm{x}}$.



Fonte: Elaboração própria (2025)

- **Janela Gráfica**: É o painel central onde os gráficos são exibidos de forma dinâmica. Nele, é possível visualizar imediatamente os efeitos daquilo que foi digitado no campo de entrada. É possível mover, ampliar e explorar o gráfico com o mouse. Esse ambiente possibilita a visualização de elementos como pontos, segmentos, polígonos, funções, retas e cônicas. A figura 4, apresenta o gráfico da função $\boldsymbol{f(x) = 3^x \; e \; g(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x}$ na janela gráfica.

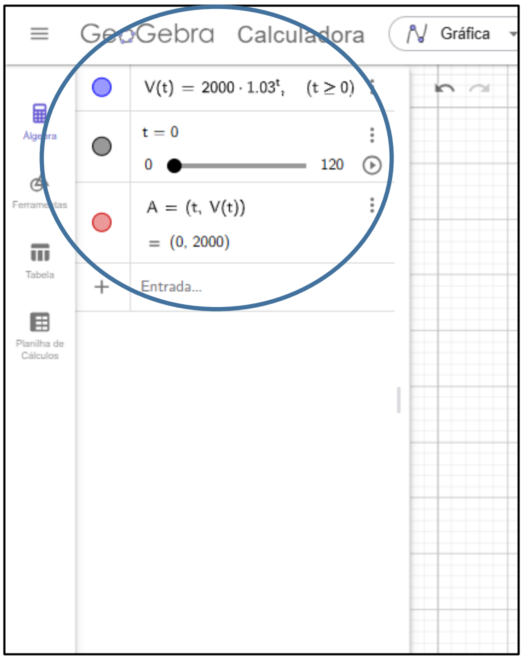
Figura 4 – Gráfico da função $f(x) = 3^x \; e \; g(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x$ na janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

- **Algébrica (ou Janela de Álgebra)**: é a área que mostra os objetos criados (equações, funções, pontos, coordenadas e outros atributos dos objetos construídos.) com seus respectivos nomes e valores. Cada elemento pode ser clicado para ser editado ou ocultado. A figura 5 destaca exemplos de objeto na janela algébrica.

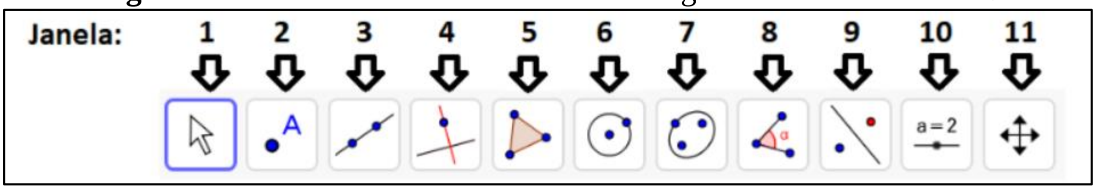
Figura 5 – Objetos na janela algébrica



Fonte: Elaboração própria (2025)

- **Ferramentas**: Reúne ferramentas visuais como ponto, reta, interseção, deslizador, vetor, entre outras. As ferramentas mudam de acordo com a área selecionada (Geometria, Álgebra, 3D, etc.). Na versão clássica, a barra de menus do Geogebra está dividida em 11 janelas e cada janela possui um conjunto de ferramentas. Para poder visualizá-las, basta selecionar o menu e, em seguida abrirá uma nova janela com as opções de ferramentas. A Figura 6 mostra as 11 janelas na versão clássica do Geogebra.

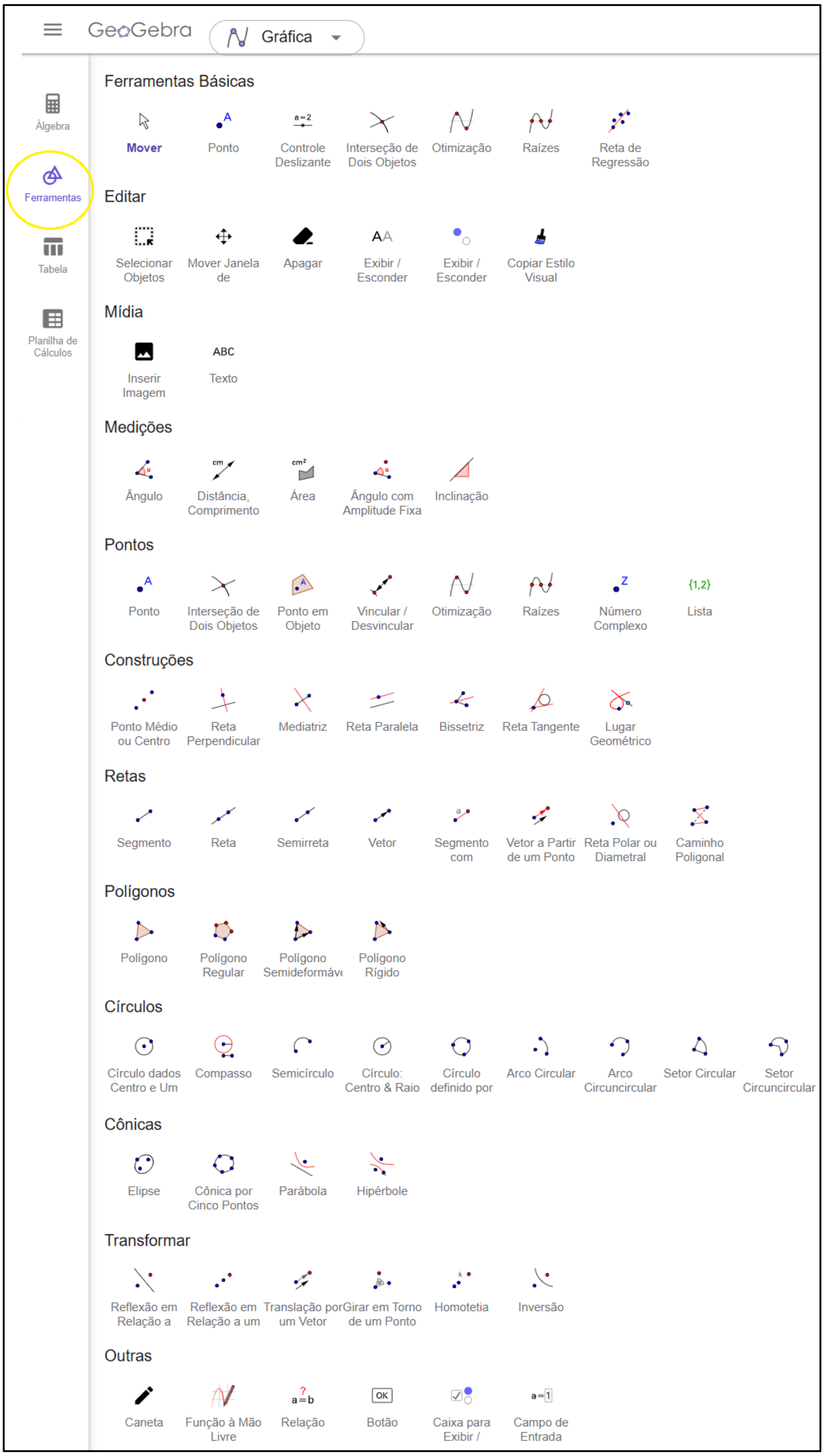
Figura 6 – Janelas da barra de menus do Geogebra na versão clássica.



Fonte: https://www.geogebra.org/m/dexm8yzf

Na “calculadora gráfica” as ferramentas básicas do Geogebra aparecem como ilustra a Figura 7.

Figura 7 – Ferramentas básicas do Geogebra na "calculadora gráfica"



Fonte: Elaboração própria (2025)

ATIVIDADE DIDÁTICA COM O GEOGEBRA

As atividades reunidas neste livreto foram concebidas para transformar o estudo da função exponencial em uma experiência significativa, articulando matemática, tecnologia digital e situações do cotidiano.

O material foi pensado para ser acessível a todos os professores, mesmo aqueles que ainda não têm familiaridade com o software. As atividades apresentam comandos prontos, instruções em passos organizados e orientações metodológicas que apoiam o planejamento da aula. Mais do que oferecer roteiros, cada proposta convida a uma prática docente centrada na mediação pedagógica**,** em que o professor orienta o processo investigativo e favorece a autonomia dos estudantes.

Outro aspecto fundamental é o incentivo ao trabalho em grupo, pois a aprendizagem colaborativa amplia a troca de ideias, fomenta o diálogo e permite que os alunos formulem hipóteses, argumentem e validem resultados coletivamente. Nessa dinâmica, erros e dúvidas deixam de ser obstáculos e passam a ser pontos de partida para novas descobertas**,** fortalecendo a confiança e a autonomia intelectual.

Ao aplicar este material, recomenda-se que o professor estimule a curiosidade investigativa: propor que os estudantes antecipem resultados antes de visualizar os gráficos, explorem a planilha do software para criar tabelas dinâmicas e debatam em grupo aspectos como domínio, contradomínio e comportamento assintótico. Nessas interações, a Matemática se apresenta não apenas como conteúdo escolar, mas como instrumento para compreender fenômenos do mundo.

ATIVIDADE DIDÁTICA 1: O GRÁFICO DA FUNÇÃO EXPONENCIAL $f(x) = a^x$

Objetivo: Compreender o comportamento da função exponencial $\boldsymbol{f(x) = a^x}$, analisando o papel do parâmetro "$\boldsymbol{a}$" na construção do gráfico e nos processos de crescimento ou decrescimento exponencial.

Tempo: 2 aulas de 45 minutos.

Público-alvo: 1° ano do Ensino Médio

Recursos:

- Computador com acesso ao GeoGebra Online (www.geogebra.org)
- Caderno, caneta, lápis e borracha.
- Lista de comandos para uso no GeoGebra

ETAPAS DA ATIVIDADE

Etapa 1: Introdução.

- Apresente e dialogue com os alunos sobre situações que envolvem crescimento e decrescimento acelerado, como, por exemplo, crescimento populacional, propagação de vírus, decaimento de materiais radioativos e outros.
- Enfatize que esses tipos de situações podem ser representados por um modelo matemático chamado de **função exponencial.**
- Explique aos alunos que na **função** $\boldsymbol{f(x) = a^x}$**:**
  - "$\boldsymbol{a}$" é a **base** $\boldsymbol{(0 < a < 1)\ e\ a \neq 1}$
  - "$\boldsymbol{x}$" é a variável (expoente) que pode assumir qualquer valor real.
  - A **função cresce** quando $\boldsymbol{(a > 1)}$ ou **decresce quando** $\boldsymbol{(0 < a < 1)}$**.**
- Explique que o domínio é "D = $\mathbb{R}$", onde $\mathbb{R}$ representa o conjunto dos números reais, e que a imagem é maior que zero.

Etapa 2: Explorando a função exponencial

- Informe aos alunos as funções que serão exploradas:
  - $\boldsymbol{f(x) = 3^x, (a = 3, \text{crescente})}$
  - $\boldsymbol{g(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x, (a = \frac{1}{3}, \text{decrescente})}$

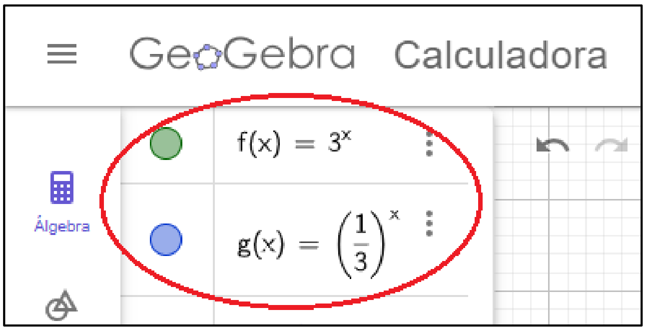
- Dialogue e discuta brevemente com os alunos o que acontece com as funções para valores positivos, negativos e zero de “x”.

Etapa 3: Exploração no Geogebra

- Solicite aos alunos que insiram as funções no campo de entrada do Geogebra.
  - f(x) = 3^x
  - g(x) = (1/3)^x

Conforme destacado na Figura 8, a inserção de f(x) = 3^x e g(x) = (1/3)^x no campo de entrada permite ao estudante visualizar imediatamente as funções na janela algébrica.

Figura 8 – Funções $f(x) = 3^x \ e \ f(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x$ na janela algébrica



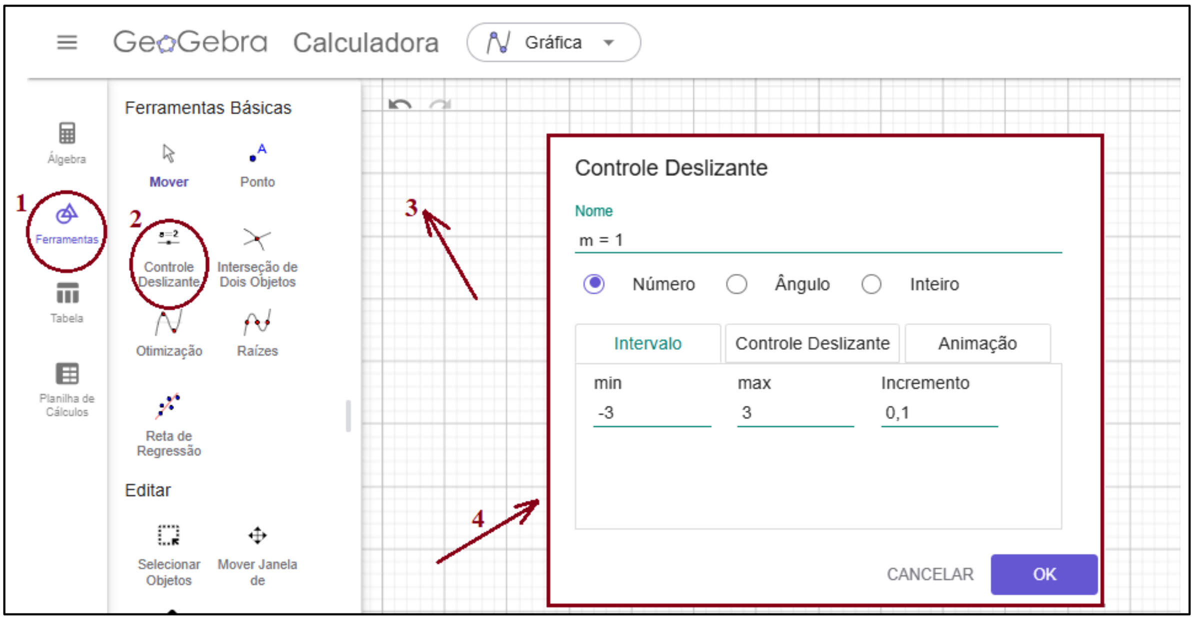
Fonte: Elaboração própria (2025)

- Instrua-os os alunos a criar “controles deslizantes” para “m”:

1. Clique no ícone “ferramentas”
2. Clique no ícone “controle delizante”
3. Clique em qualquer parte da área gráfica para posicionar o deslizador.
4. Configurar o “Controle Deslizante” da seguinte maneira:
   - Nome: m
   - Intervalo: (min: - 3 e máx: 3)
   - Incremento (passo): 0,1

A Figura 9 evidencia a sequência de etapas necessárias para construir o controle deslizante, desde a escolha da ferramenta até a configuração do intervalo e do incremento.

Figura 9 – Sequência para a criação de controle deslizante.

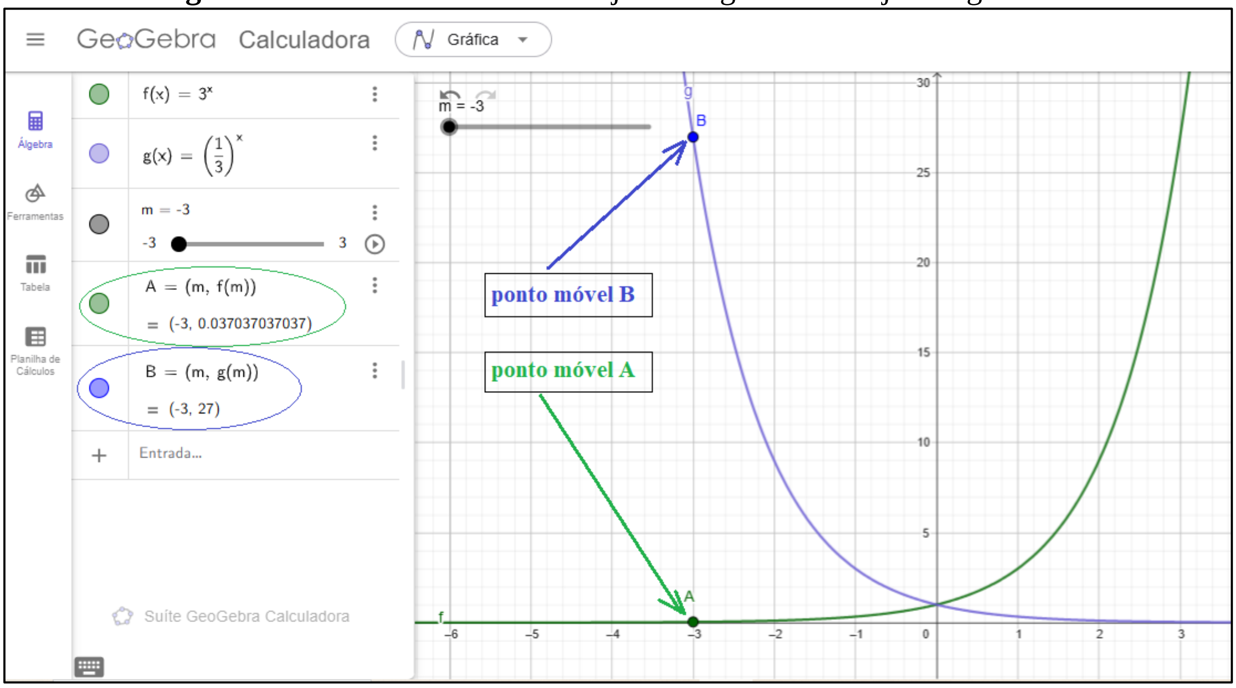


Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente-os a criar um ponto móvel A e outro B, digitando, na caixa de entrada:
  - $A = (x, f(x))$
  - $B = (x, g(x))$

Como apresentado na Figura 10, ao inserir A = (x, f(x)) e B = (x, g(x)) na caixa de entrada, o GeoGebra gera pontos móveis sobre cada uma das funções.

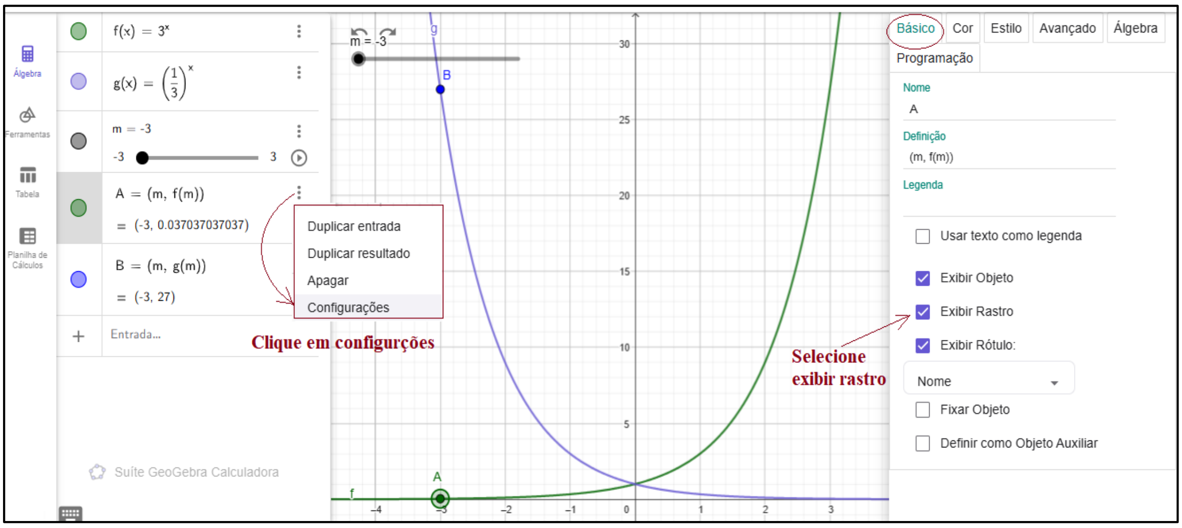
Figura 10 – Ponto móvel A e B na janela algébrica e na janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

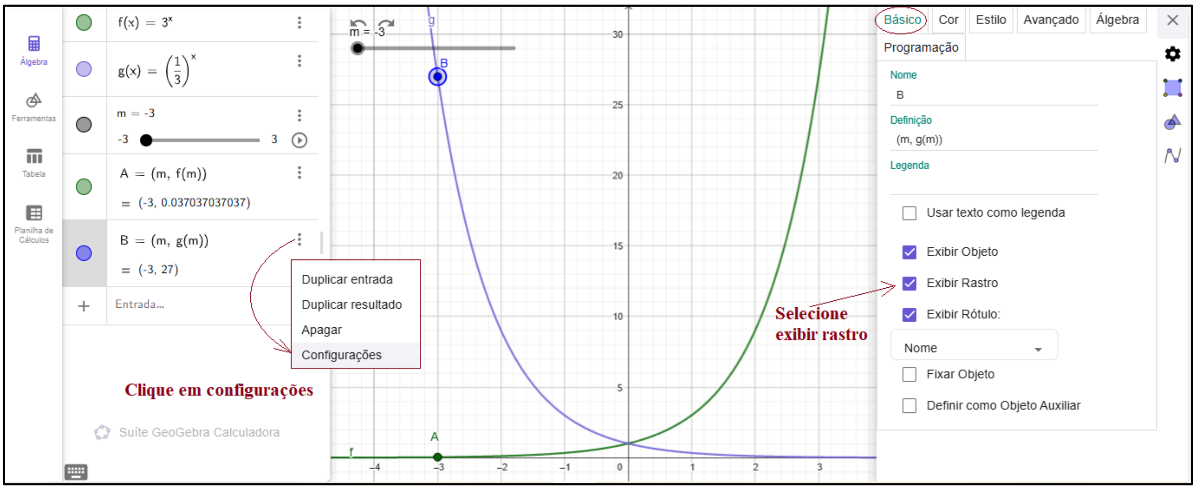
- Oriente os alunos a ativar o rastro de A e B para ver o percurso da curva, de modo dinâmico. Para isso, clique em “configurações” e selecione a opção “exibir rastro”, na aba “básico”. Figura 11 mostra como ativar o rastro do ponto A e a figura 12, do ponto B.

Figura 11 – Ativação do rastro dos pontos A e B.



Fonte: Elaboração própria (2025)

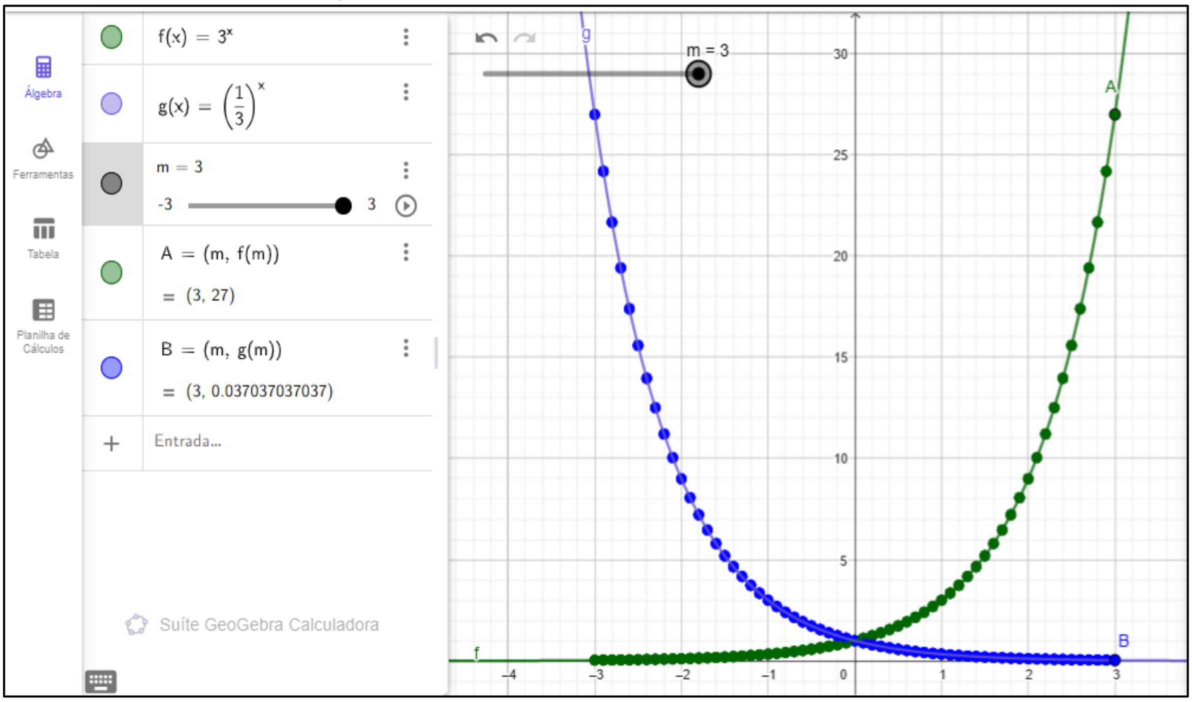
Figura 12 – Ativação do rastro do ponto B.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Ao ativar o rastro dos pontos A e B, é possível visualizar dinamicamente o percurso que eles descrevem sobre as curvas, conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 – Ativação do rastro do ponto B



Fonte: Elaboração própria (2025)

Etapa 4: Análise do gráfico e interpretação

- Qual o valor das funções em x = 0 e por que?
- Como as funções se comportam para x > 0 e x < 0?
- Verifiquem a relação entre f(x) e g(x) para cada “x” e observem que f(x)·g(x)=1.
- Qual delas cresce quando o valor de “x” aumenta?
- Qual o ponto em que as duas curvas se encontram?
- Os rastros dos pontos seguem um padrão? Qual?
- O que você observa ao comparar os gráficos de f(x) e g(x)?
- Os pontos parecem “espelhar” seus movimentos? Por quê?

Etapa 5: Reflexão

Após a exploração e sistematização, conduza a uma reflexão para sistematizar os conhecimentos construídos: as funções $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{3}^{\mathbf{x}}$ e $\mathbf{g}(\mathbf{x}) = \left(\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{3}}\right)^{\mathbf{x}}$ apresentam comportamentos opostos: enquanto uma cresce, a outra decresce. Ambas compartilham o ponto (0, 1) e têm como assíntota horizontal o “eixo x”. A relação f(x)·g(x) = 1 mostra que elas são funções recíprocas. A observação visual por meio do controle deslizante e do rastro no GeoGebra contribui para a compreensão dessas propriedades.

ATIVIDADE 2: MICROSCÓPIO DIGITAL

Objetivo: Compreender o comportamento da função exponencial $\boldsymbol{f(x) = a^x}$, analisando seu domínio e imagem nos processos de crescimento ou decrescimento exponencial.

Tempo: 2 aulas de 45 minutos.

Público-alvo: 1° ano do Ensino Médio

Recursos:

- Computador com acesso ao GeoGebra Online (www.geogebra.org)
- Caderno, caneta, lápis e borracha.
- Lista de comandos para uso no GeoGebra

ETAPAS DA ATIVIDADE

Etapa 1: Introdução e contexto.

- Relembre com os alunos que a função exponencial aparece em fenômenos de crescimento muito rápido ou de redução intensa.
- Enfatize a forma geral da função exponencial

$$\boldsymbol{f(x) = a^x \quad (a > 0 \; e \; a \neq 1)}$$

- Mencione que o objetivo é analisar, através de tabela e gráfico, como a função se comporta para "x" positivos e negativos.
- Apresente a situação problema: "**Um microscópio digital permite ampliar ou reduzir imagens**". O fator de zoom pode ser representado pela função:

$$\boldsymbol{f(x) = 5^x}$$

Onde "x" é o nível de zoom:

- Se x = 0, a imagem aparece em tamanho real ($f(0) = 1$).
- Se x > 0, a imagem é ampliada.
- Se x < 0, a imagem é reduzida.

- Dialogue com os alunos sobre as seguintes questões:
  - O que significa "ampliar 5 vezes"?
  - O que acontece se usarmos um zoom negativo?
  - Qual é o fator de ampliação quando x = 2?

- Qual é o fator de redução quando x = −2?
- Por que nunca teremos f(x) = 0?
- Como interpretar os valores de f(1) e f(−1)?

Etapa 2: Explorando a função.

- Explore a função $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) = 5^x$, mencionando que:
  - A base representa o fator de zoom. (a = 5);
  - O domínio é "D = ℝ", onde ℝ representa o conjunto dos números reais;
  - A imagem é maior que zero (0,+∞);
  - O contradomínio são números reais positivos ($\mathbb{R}^+$)
  - A reta y = 0 é a assíntota horizontal.
  - O Expoente "x" representa o nível de zoom, que pode ser positivo, zero ou negativo.
  - f(x) representa o tamanho relativo da imagem em relação ao tamanho real.

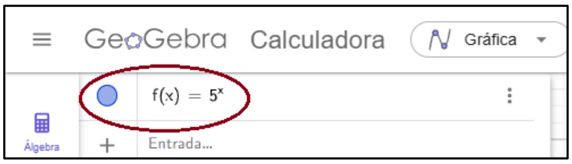
Etapa 3: Exploração no Geogebra

- Peça os alunos para digitar função, no campo de entrada do Geogebra.

$$\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) = \mathbf{5}\text{^}\boldsymbol{x}$$

Ao digitar f(x)=5^x no campo de entrada, o GeoGebra gera automaticamente a representação dessa função na janela gráfica, conforme indica a Figura 14.

Figura 14 – Representação da função f(x)=5^x na janela algébrica

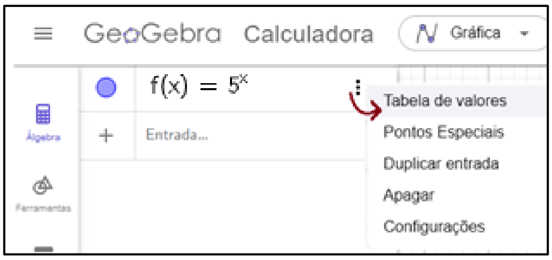


Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a criar uma tabela para a função $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) = \mathbf{5}^{\boldsymbol{x}}$:

1. Clique na janela "tabela de valores", conforme indica a Figura 15.

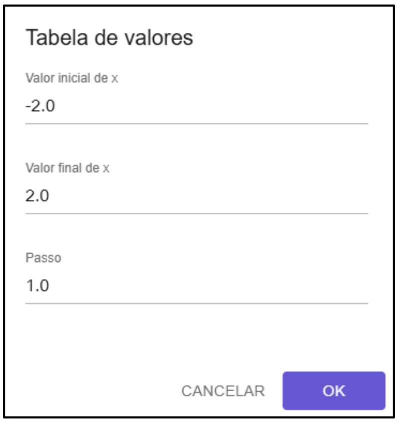
Figura 15 – Ativação do recurso tabela de valores



Fonte: Elaboração própria (2025)

2. Defina os parâmetros da tabela digitando o valor inicial (-2); o valor final (2) e o passo 1, como observa-se na Figura 16.

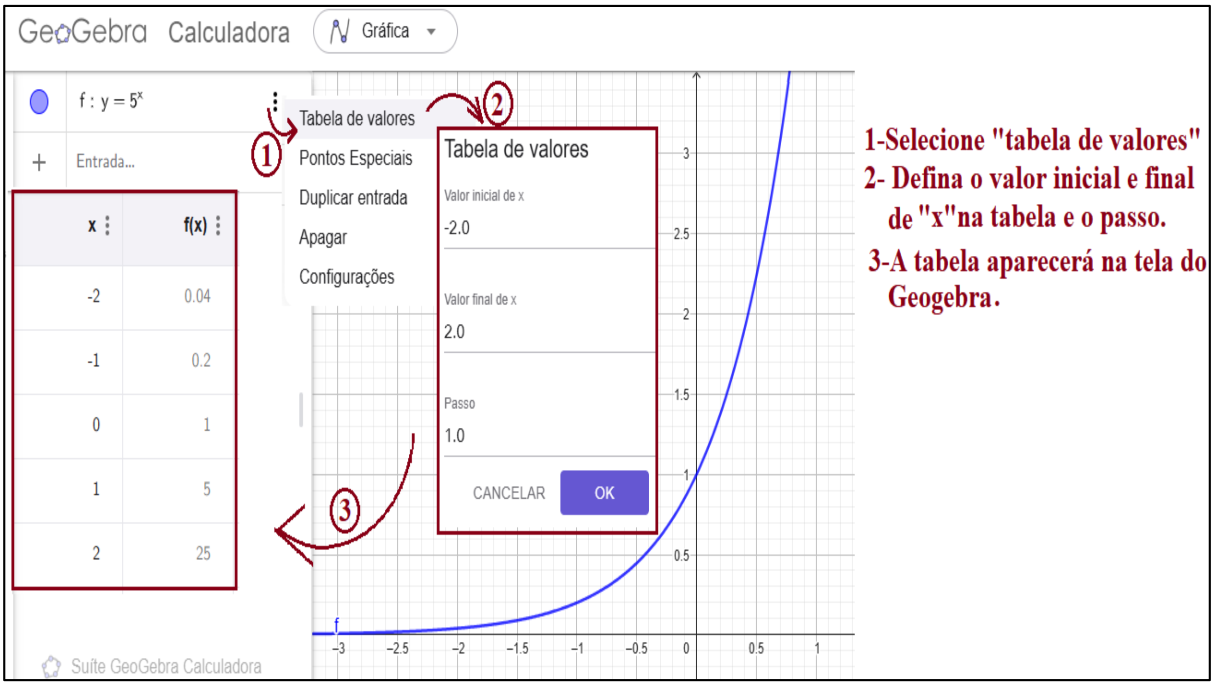
Figura 16 – Definição dos parâmetros da tabela



Fonte: Elaboração própria (2025)

A Figura 17 enfatiza as etapas de construção da tabela para a função $f(x) = 5^x$.

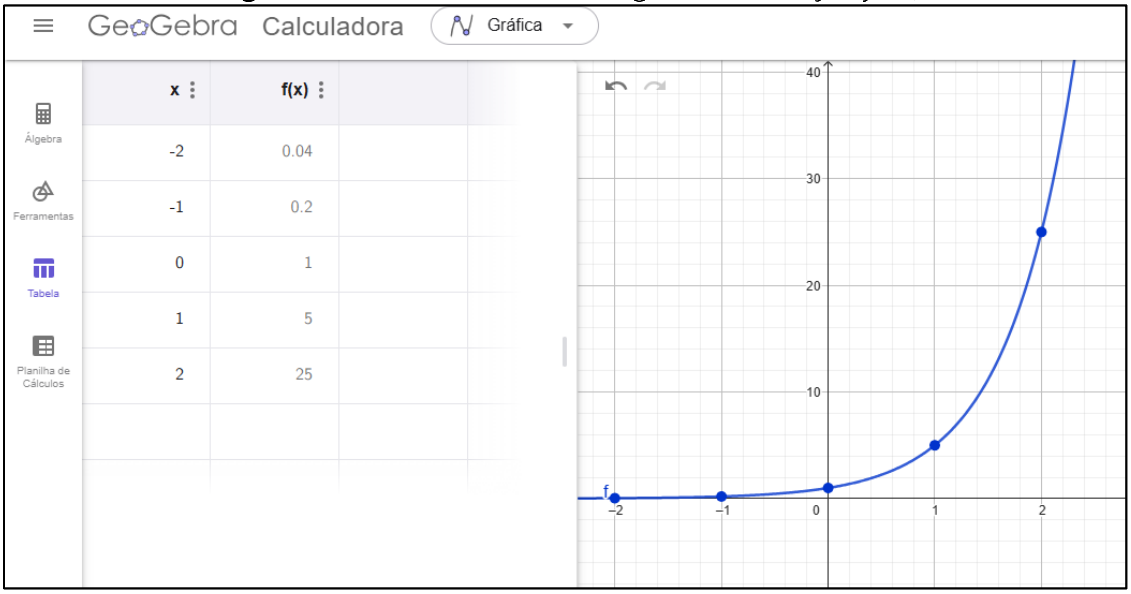
Figura 17 – etapas para a criação da tabela de valores



Fonte: Elaboração própria (2025)

Após a realização dos passos indicados o GeoGebra apresenta a tabela construída juntamente com o gráfico correspondente, conforme indica a Figura 18. Ela evidencia a articulação entre a representação tabular e a representação gráfica da função.

Figura 18 – Tabela de valores e gráfico da função $f(x) = 5^x$



Fonte: Elaboração própria (2025)

Etapa 4: Discussão em grupo

- Solicite que os alunos anotem observações para diferentes valores de **"a"** e de **"b".**
- Estimule a comparação de gráficos e identificação do ponto $(\mathbf{0}, \boldsymbol{a})$.
- Oriente os alunos a alterar os valores de "a" e observar os efeitos no gráfico.

Etapa 5: Análise e interpretação

Conduza um debate com perguntas como:

- Qual é o valor inicial da função f(0) e o que ele representa? O que significa esse valor na situação do microscópio?
- O que acontece com o gráfico para x > 0? E para x < 0?
- Compare os valores de f(1) e f(2). O que você percebe?
- Por que o contradomínio é formado apenas por valores positivos?
- Em que outras situações do cotidiano podemos observar crescimento e decaimento exponencial semelhantes ao zoom do microscópio?

Etapa 5: Reflexão

A função exponencial é uma ferramenta essencial para compreender processos de crescimento e decaimento. No caso do microscópio, ela descreve matematicamente como o fator de zoom amplia ou reduz imagens. Compreender domínio e contradomínio ajuda os alunos a interpretar o comportamento da função em qualquer situação.

ATIVIDADE 3: NÚMERO DE SEGUIDORES EM REDE SOCIAL

Objetivo: Compreender o papel dos parâmetros"$\boldsymbol{a}$" e "$\boldsymbol{b}$" na função expnencial $\boldsymbol{f(x) = a.b^x}$, visualizando graficamente como suas variações afetam o crescimento ou decaimento da função.

Tempo: 2 aulas de 45 minutos.
Público-alvo: 1° ano do Ensino Médio

Recursos:

- Computador com acesso ao GeoGebra Online (www.geogebra.org)
- Projetor (opcional)
- Lista de comandos para uso no GeoGebra

ETAPAS DA ATIVIDADE

Etapa 1: Introdução e contextualização

- Apresente a **função exponencial** como uma função da forma $\boldsymbol{f(x) = a.b^x}$**,** explicando que:
  - "$\boldsymbol{a}$" é o coeficiente inicial (**valor de f(0))** e
  - "$\boldsymbol{b}$" é a base da exponencial, sendo $\boldsymbol{b \neq 1}$
  - "$\boldsymbol{b}$" determina se a **função cresce ($\boldsymbol{b > 1}$)** ou **decresce ($\boldsymbol{0 < b < 1}$).**

- Relembre as diferenças de comportamento: crescimento e decaimento.

- Apresente a seguinte situação problema: "**Ana criou uma nova conta em uma rede social, começando com 3 seguidores. A cada dia, o número de seguidores pode multiplicar por um fator "b", que varia conforme a repercussão das postagens: em dias bons, pode dobrar (b = 2); em dias comuns, crescer mais lentamente (b = 1,2); e em dias sem postagens, pode até diminuir um pouco (0 < b < 1).**"

Etapa 2: Modelando a situação problema.

- Explique aos alunos que essa variação do número de seguidores pode ser modelada pela função:

$$\boldsymbol{f(x) = 3.b^x}$$

Onde:

- **“x”** representa o número de dias desde a criação da conta.
- **“f(x)”** indica o número de seguidores no dia **“x”**.
- **“a = 3”** é o valor inicial de seguidores (quando x = 0).
- **“b”** é o fator de crescimento ou decaimento que pode variar conforme a repercussão das postagens.

- Ressalte aos discentes que o domínio é $x \geq 0$, pois “x” representa dias contados a partir do lançamento da conta.
- Dialogue com os alunos:
  - O que acontece se b=2?
  - E se b = 1,2?
  - O que ocorre se $0 < b < 1$?

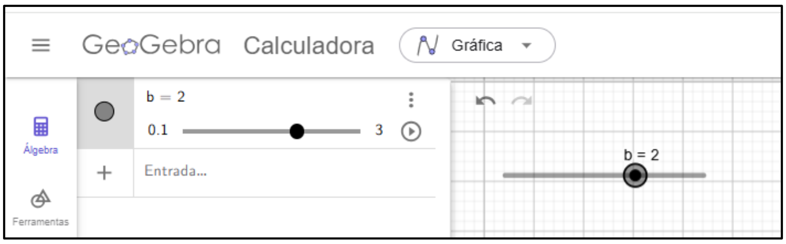
Etapa 3: Exploração no Geogebra

- Instrua os alunos a criar “slider” (controle deslizante) para “b utilizando a barra de comandos, digitando no campo de entrada do Geogebra:

b = Slider(0.1, 3, 0.1)

Isso cria um controle deslizante para o parâmetro b, variando de 0,1 a 3 com passo 0,1, conforme indica a Figura 19.

Figura 19 – Controle deslizante para o parâmetro “b”

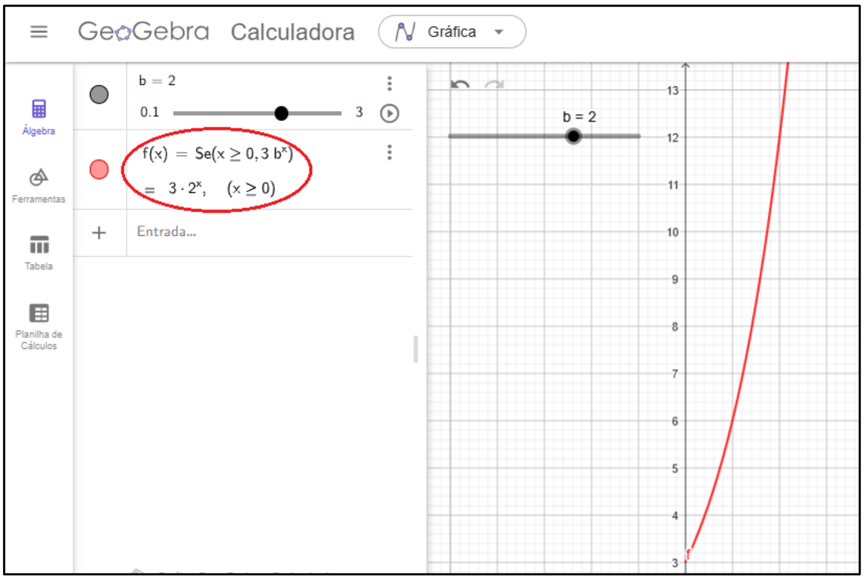


Fonte: Elaboração própria (2025)

O controle deslizante é um recurso que permite variar dinamicamente o valor de um parâmetro em uma função ou construção geométrica. Em vez de atribuir um valor fixo, define-se um intervalo e um passo de variação; ao mover o controle, o parâmetro assume novos valores e o gráfico é atualizado automaticamente.

- Peça aos alunos para inserir a função na barra de entrada, com “a = 3” e indicando o domínio da função ($x \geq 0$). Ao digitar **f(x) = 3*b^x, x>=0**, aparecerá a representação da função na janela algébrica e o gráfico na janela gráfica, como mostra a Figura 20.

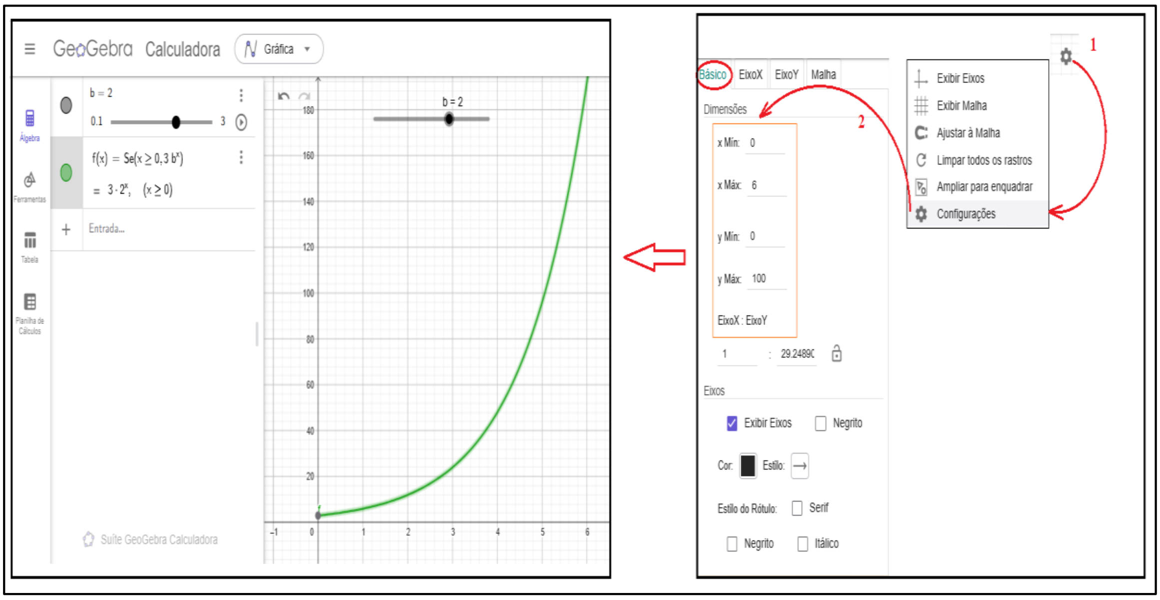
Figura 20 – Representações da função **f(x) = 3*b^x, x>=0** na janela algébrica e gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Ajuste a janela gráfica: clicando em “configurações” e, em seguida, “dimensões” na aba “básico”, como mostra a figura 21, ajustando o “eixo x” e o “eixo y”:
  - Eixo x: de 0 a 6 (dias)
  - Eixo y: de 0 a 100 (número de seguidores)

Figura 21 – Ajuste da janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

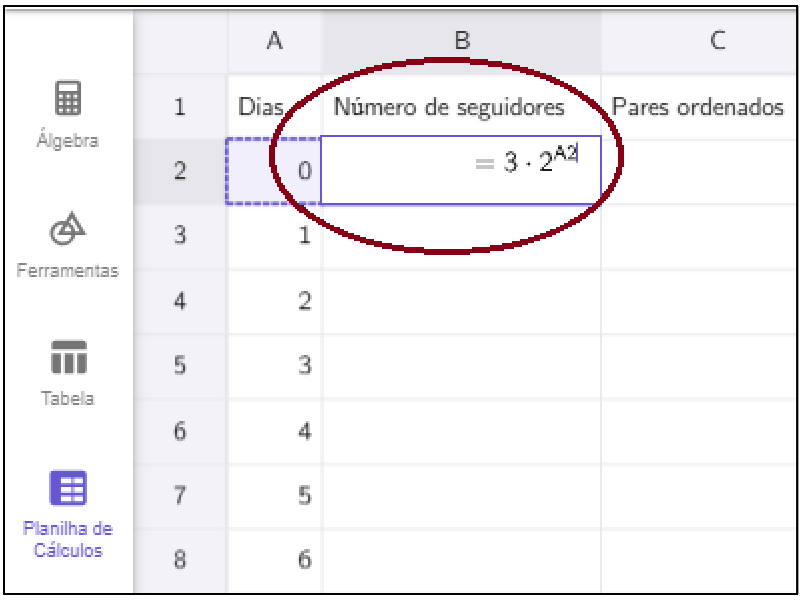
- Oriente os alunos a ativar a planilha do Geogebra, seguindo os passos:
    1. Clique no ícone “planilha”, mostrado na figura 22.

Figura 22 – Ícone “Planilha de Cálculos”.

Fonte: Elaboração própria (2025)

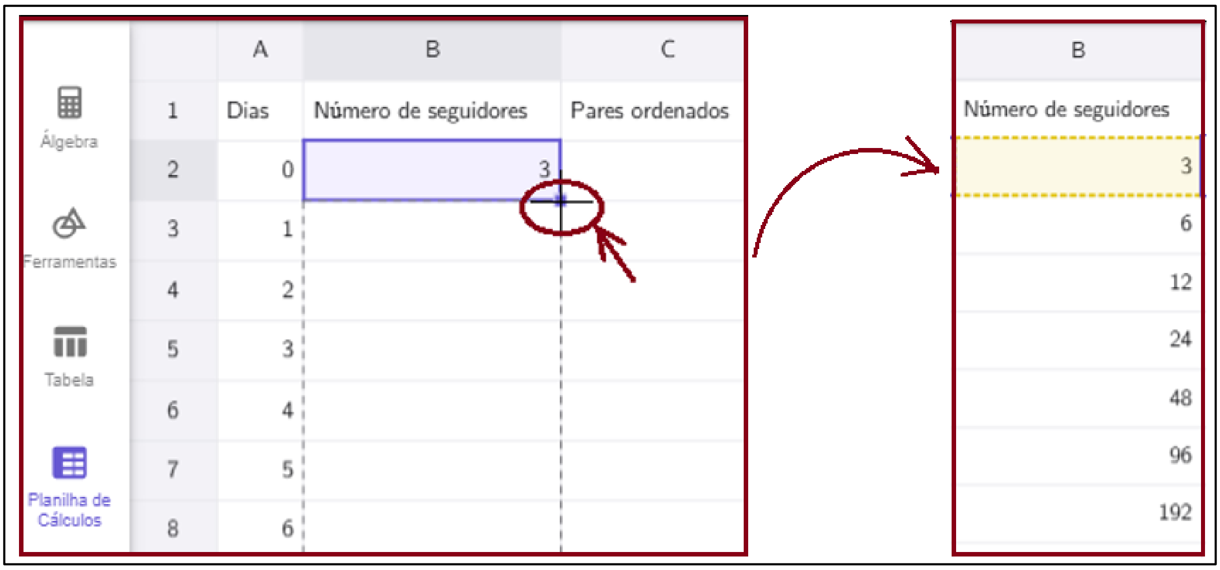
2. Na coluna A, digite os valores de **“x”** (dias): 0,1, 2, 3, 4, 5 e 6. (Figura 23).
3. Na coluna B, insira os valores da função (número de seguidores). Digite na coluna B2: **= 3*b^A2.** (Figura 23).
4. Clique com o botão direito no canto inferir da célula B2 e arraste. Assim, cada valor de “x” na coluna A gera automaticamente o valor de “f(x)” na coluna B. (Figura 24).
5. Na coluna C, insira os pares ordenados$(x, f(x))$. Digite **= (A2, B2)** na coluna C2. Clique com o botão direito no canto inferir da célula C2 e arraste para gerar os demais pares ordenados. (Figura 25).

Figura 23 – Inserção dos valores de “x” e da função “f(x)=3·b^x” na planilha do GeoGebra.



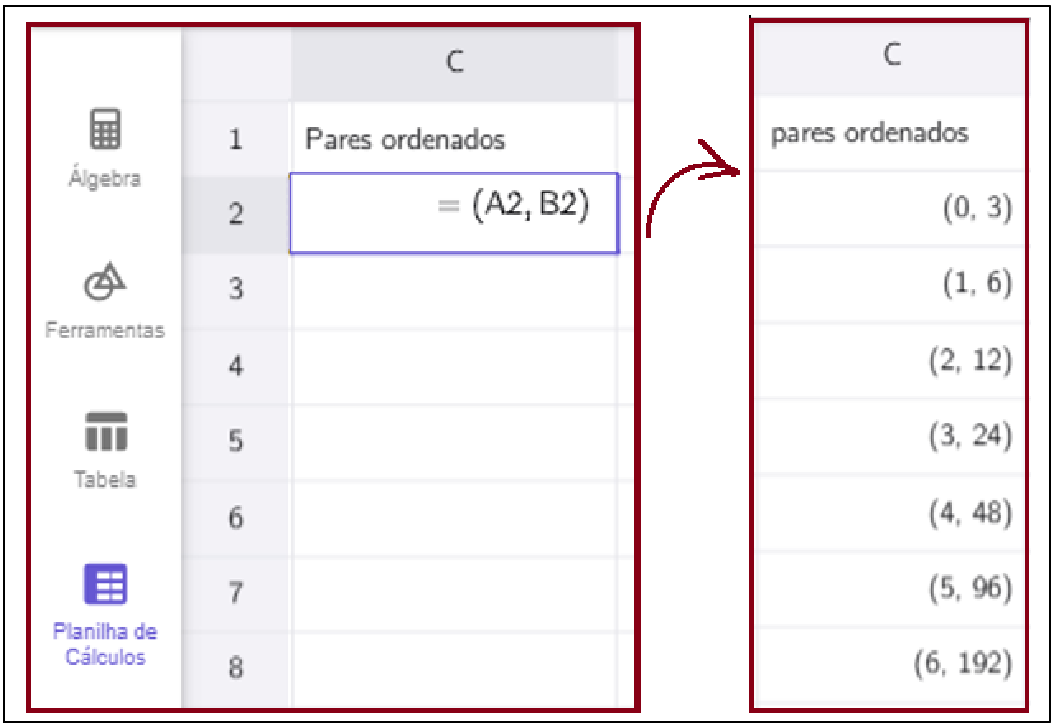
Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 24 – Geração automática dos valores de f(x)



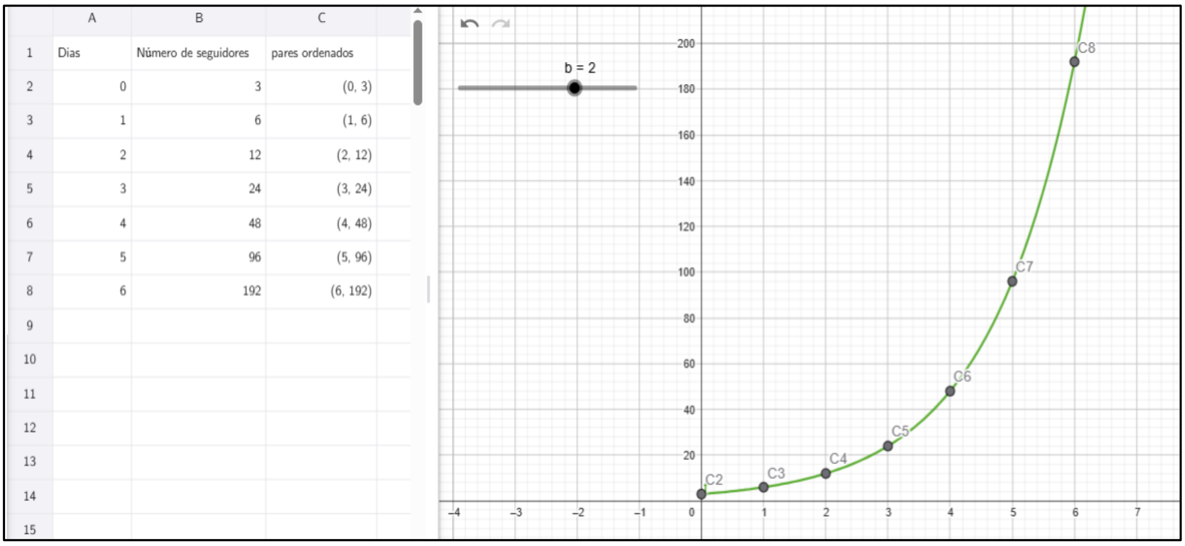
Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 25 – Construção dos pares ordenados da coluna C



Após esses passos os pontos aparecem sobre o gráfico, conforme indica a Figura 26.

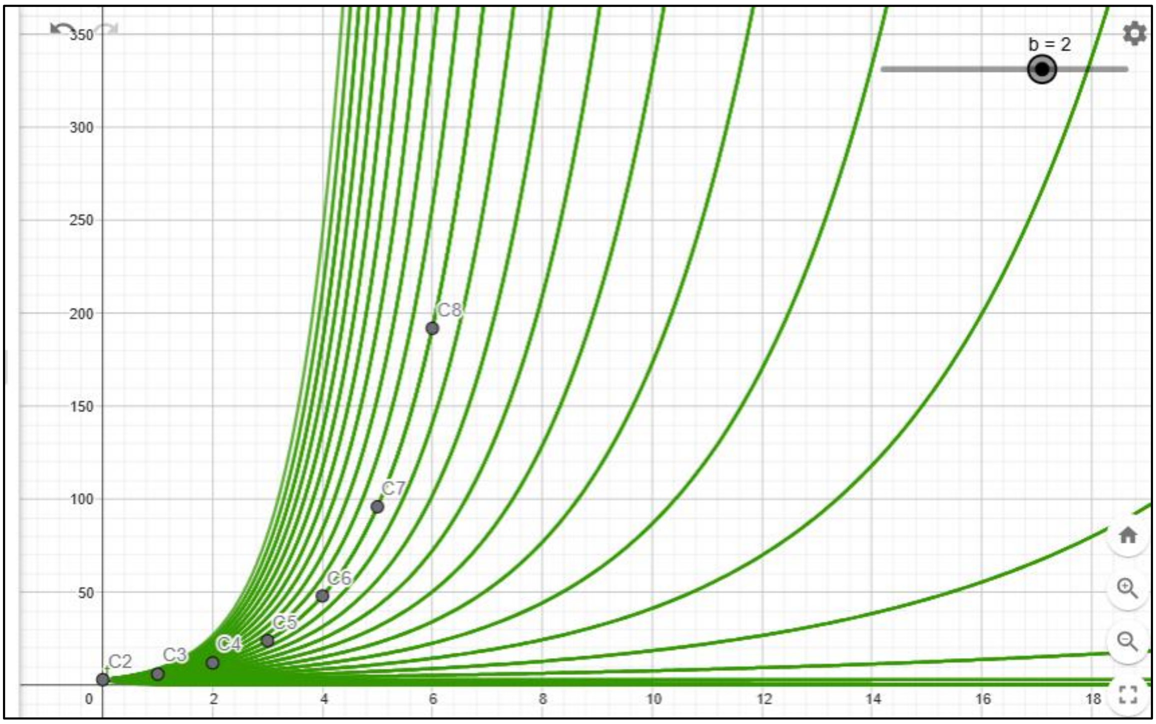
Figura 26 – Gráfico e tabela da função $f(x) = 3.b^x$



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os pontos se movimentam conforme o deslizador de "b" é alterado. A figura 27 ilustra a situação.

Figura 27 – Movimento dos pontos em função da variação do parâmetro "b".



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a construir os outros casos da função e compará-los.

Etapa 4: Análise e interpretação

- Conduza a discussão com perguntas como:
    - Qual é o valor inicial da função? Como isso aparece na fórmula?
    - O que indica o valor de “b” maior que 1 em termos de seguidores?
    - O que acontece quando $0 < b < 1$?
    - Por que o domínio da função é $x \geq 0$?
    - Como essa função pode ajudar a entender o crescimento de seguidores em redes sociais?
    - Se Ana quisesse alcançar pelo menos 100 seguidores, como poderíamos usar a função para estimar quantos dias isso levaria?
    - Quais limitações você encontra ao usar essa função para modelar o crescimento real de seguidores em redes sociais?

Etapa 5: Reflexão.

A função exponencial é uma ferramenta matemática poderosa para modelar situações reais que envolvem crescimento ou decaimento, como o número de seguidores em uma rede social. Compreender o papel dos parâmetros “a” e “b” permite interpretar como o valor inicial e a taxa de crescimento influenciam o comportamento da função ao longo do tempo. Além disso, reconhecer que o domínio da função corresponde a períodos válidos para a situação em questão é fundamental para aplicar corretamente o modelo. Ao explorar essa função no GeoGebra, os alunos podem visualizar dinamicamente essas mudanças, facilitando a compreensão do conceito abstrato.

ATIVIDADE 4: INVESTIMENTOS: CAPITALIZAÇÃO COMPOSTA

Conteúdo: Função exponencial crescente.

Objetivos:

- Compreender o comportamento de uma função exponencial crescente.
- Aplicar a função exponencial para interpretar o crescimento de um investimento com juros compostos.
- Representar graficamente uma função exponencial crescente com o auxílio do GeoGebra.

Tempo: 2 aulas de 45 minutos.

Público-alvo: 1° ano do Ensino Médio

Recursos:

- Computador com acesso ao GeoGebra Online (www.geogebra.org).
- Lista de comandos para uso no GeoGebra.
- Caderno, caneta, lápis e borracha.

ETAPAS DA ATIVIDADE

Etapa 1: Introdução e contextualização (10 minutos)

- Explique aos alunos que juros compostos representam um tipo de crescimento exponencial, pois a cada período os juros são calculados sobre o valor acumulado.
- Contextualize com a situação: **Maria investiu R$ 2.000,00 em um fundo de investimento que rende 3% ao mês, com capitalização composta**.
- Dialogue com os alunos:
  - O que significa “3% ao mês”?
  - Como calcular o valor após 1 mês, 12 meses e 24 meses?
  - Em quanto tempo o investimento dobrará de valor?

Etapa 2: Modelando a situação.

- Apresente a fórmula da função exponencial, modelo matemático, para decaimento:

$$\boldsymbol{V(t) = V_0 . (1 + i)^t}$$

Onde:

- $\boldsymbol{V(t)}$: valor do investimento no tempo "t" (meses).
- $\boldsymbol{V_0}$: valor inicial investido.
- **i:** taxa de juros (em forma decimal)
- **t:** o tempo decorrido(meses)

- Oriente os alunos a utilizar a função exponencial para modelar a situação problema.

$$\boldsymbol{V(t) = 2000 * (1,03)^t}$$

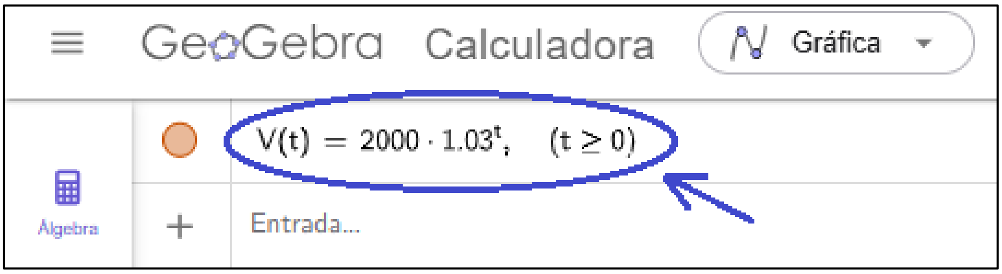
Etapa 3: Exploração no Geogebra.

- Peça aos alunos para digitar a função na **barra de entrada** do Geogebra, inserindo o domínio da função.

Q(t) = 2000.(1/2)^(t/4), t>=0

Ao digitar **Q(t) = 2000.(1/2)^(t/4), t>=0** no campo de entrada, o GeoGebra gera automaticamente a representação dessa função na janela gráfica, conforme indica a Figura 28.

Figura 28 – Representação da função **Q(t) = 2000.(1/2)^(t/4), t>=0** na janela algébrica.

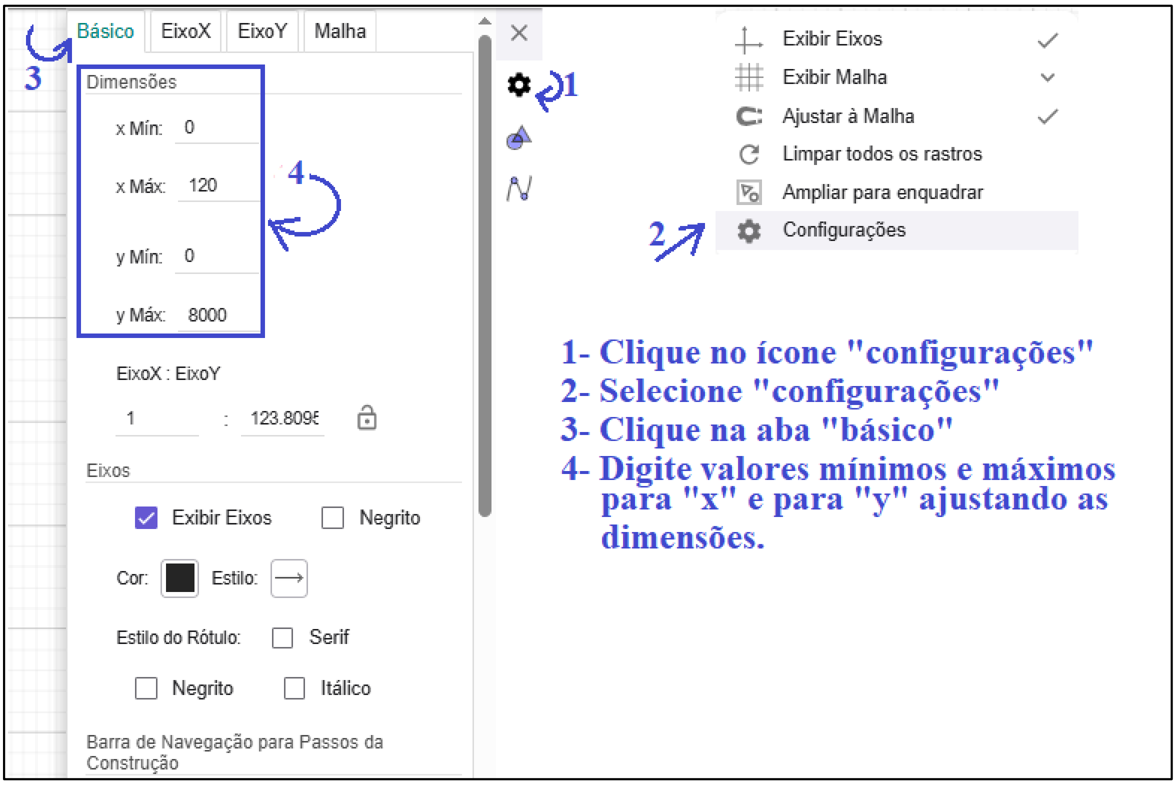


Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a ajustar a janela gráfica para melhor visualizar o gráfico, ajustando os valores dos eixos "x" e "y":
  - Eixo x: de 0 a 120 (tempo)
  - Eixo y: de 0 a 8000 (Valor do investimento)

A Figura 29 apresenta orientações para fazer o ajuste da janela gráfica.

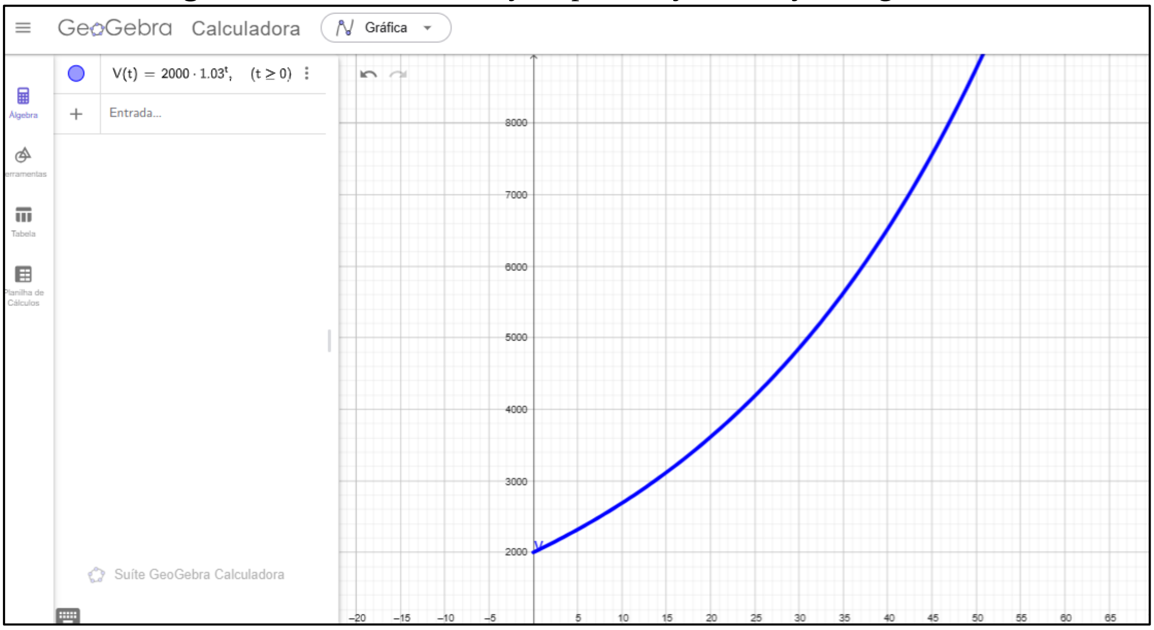
Figura 29 – Orientações para ajuste da janela gráfica.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Após os ajustes na janela gráfica, aparecerá a seguinte tela, indicada na figura 30.

Figura 30 – Gráfico da função após os ajustes na janela gráfica.

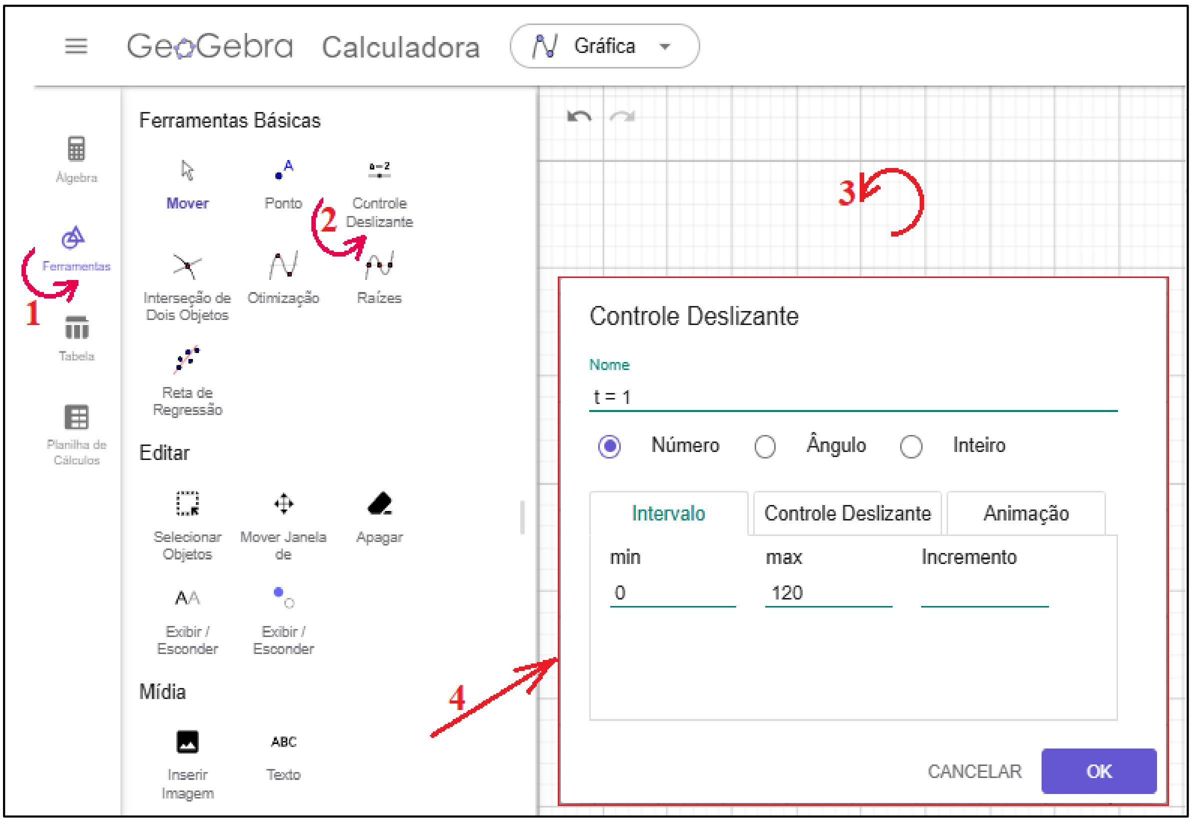


Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a criar um **controle deslizante** para **"t"**:
    1. Clique no ícone "ferramentas"
    2. Clique no ícone "controle deslizante"
    3. Clique em qualquer ponto da área gráfica para posicionar o deslizador.
    4. Preencher no campo de configuração do "Controle Deslizante":
        - Nome: t
        - Intervalo: (min: 0 e máx: 120)
        - Incremento (passo): 1

Esses passos estão enfatizados na Figura 31.

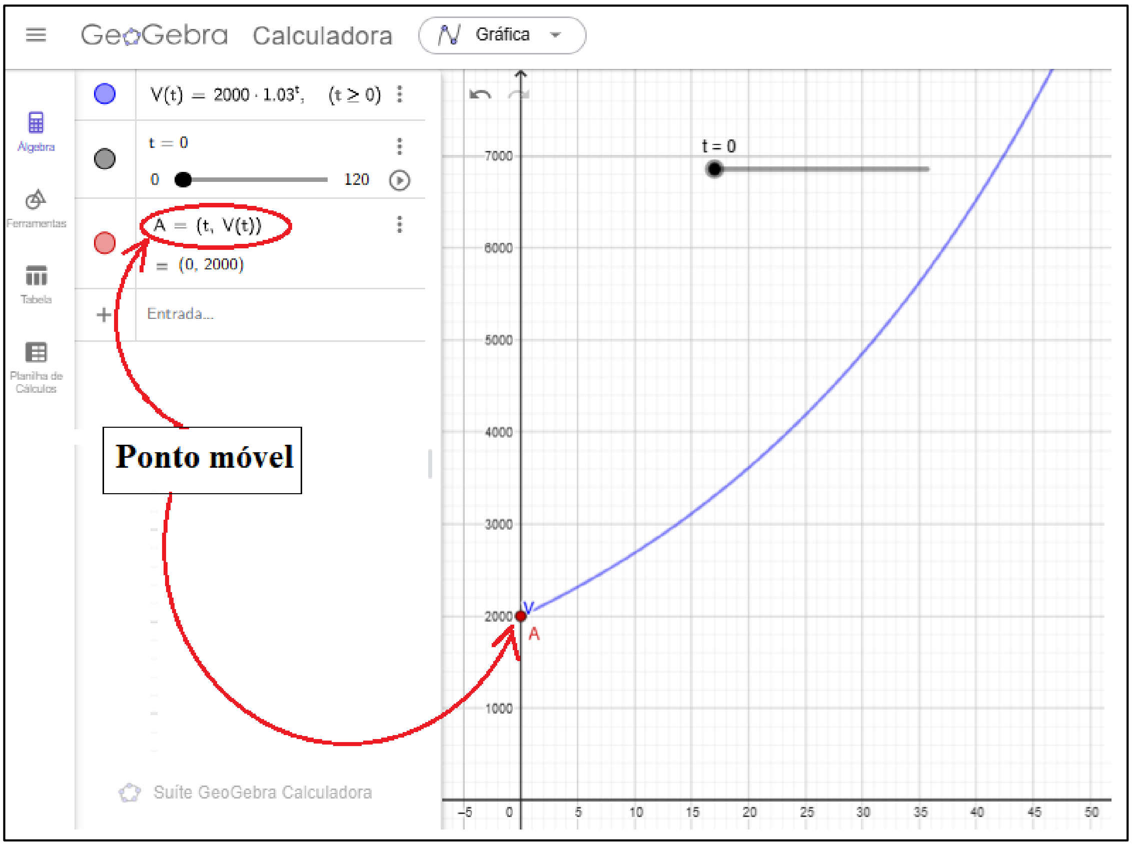
Figura 31 – Orientações para a criação do controle deslizante para "t"



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a criar um ponto móvel, digitando, no campo de entrada: A = (t, V(t)). O ponto móvel está indicado na Figura 32.

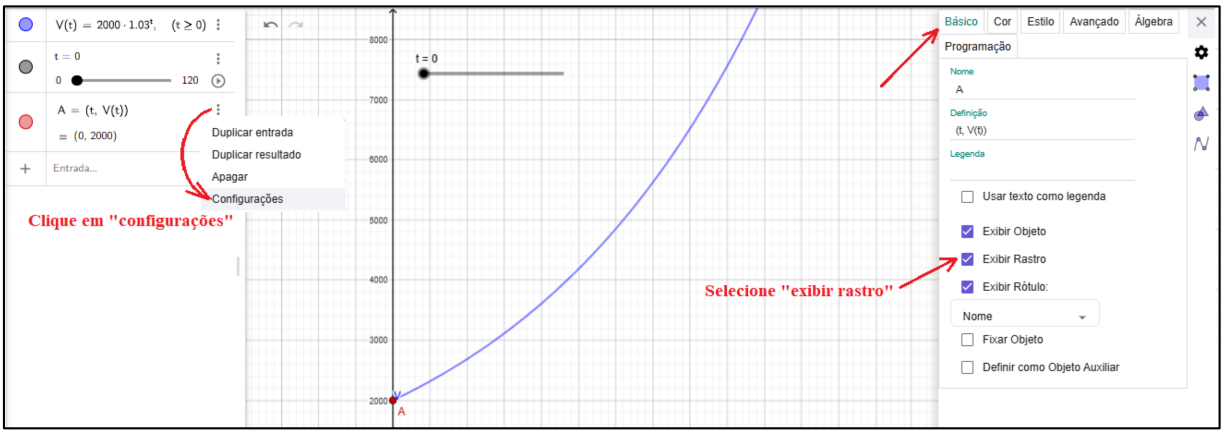
Figura 32 – Ponto móvel da função



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Ative o rastreamento do ponto móvel para ver o percurso da curva. Para isso, clique em "configurações" e selecione a opção "exibir rastro", na aba "básico", conforme indica a Figura 33.

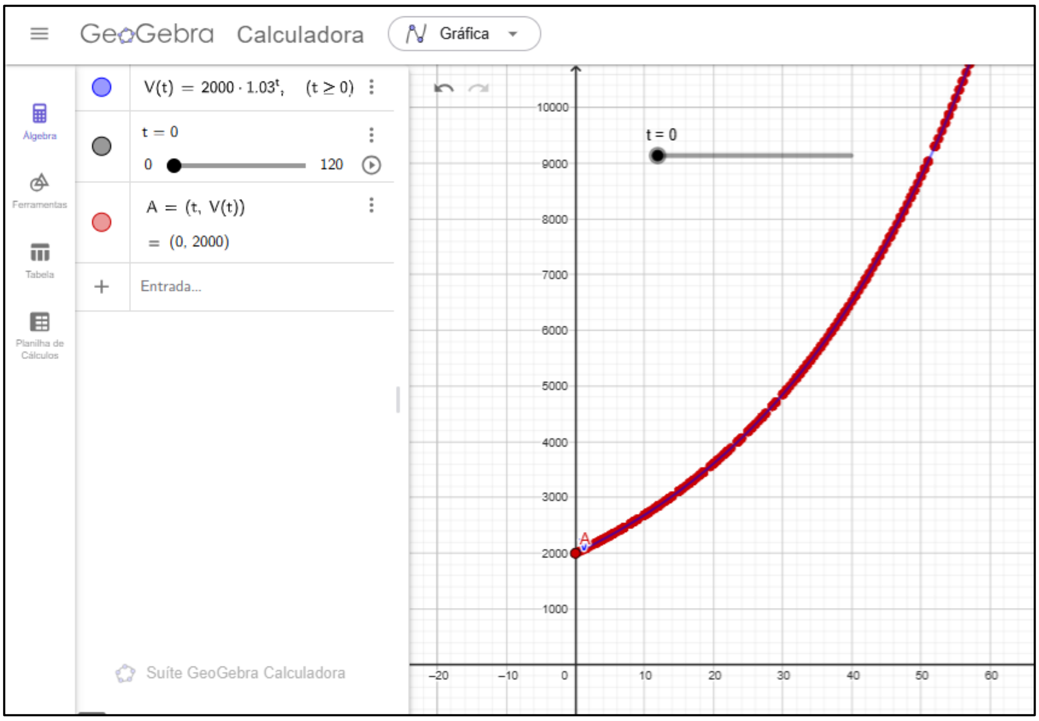
Figura 33 – Ponto móvel da função



Fonte: Elaboração própria (2025)

Ao mover o controle deslizante, o ponto se deslocará ao longo do gráfico, deixando um rastro que mostra a evolução da função ao longo do tempo, como ilustra a Figura 34.

Figura 34 – Rastro do ponto A



Fonte: Elaboração própria (2025)

Etapa 4: Análise do Gráfico e Interpretação (15 minutos)

- O gráfico é crescente ou decrescente? Por quê?
- O que significa o ponto (0, 2000)?
- Qual o papel do número 1,03 na fórmula?
- A curva toca o eixo x? Explique.
- Em quantos meses o valor investido dobrará?

Etapa 5: Reflexão

Esta atividade mostra como a matemática é usada no planejamento financeiro, permitindo prever o crescimento de um investimento ao longo do tempo. Compreender esse comportamento ajuda a tomar decisões mais conscientes sobre poupança, investimentos e juros compostos.

ATIVIDADE 5: MEIA VIDA DE MEDICAMENTOS

Conteúdo: Função exponencial decrescente.

Objetivos:

- Compreender o comportamento de uma função exponencial decrescente.
- Aplicar a função exponencial para interpretar a meia-vida de medicamentos.
- Representar graficamente uma função exponencial com o auxílio do GeoGebra.

Tempo: 2 aulas de 50 minutos.

Público-alvo: 1° ano do Ensino Médio

Recursos:

- Computador com acesso ao GeoGebra Online (www.geogebra.org).
- Lista de comandos para uso no GeoGebra.
- Caderno, caneta, lápis e borracha.

ETAPAS DA ATIVIDADE

Etapa 1: Introdução e contextualização

- Explique o conceito de meia-vida de forma breve e relacionando à eliminação de remédios pelo corpo.
- Explique aos alunos que quando tomamos um medicamento, sua concentração no corpo não permanece constante: ela atinge um pico e depois começa a diminuir com o tempo.
- Evidencie que esse comportamento é descrito por uma função exponencial decrescente e enfatize que o tempo necessário para que metade da dose seja eliminada é chamado de meia-vida.
- Apresente a situação problema: **João foi ao médico por causa de fortes dores e recebeu um comprimido de 500 mg de um analgésico. O médico explicou que o corpo elimina o medicamento de forma gradual, e que** a cada 4 horas, metade da substância ativa é eliminada. Isso significa que o medicamento segue um processo de decaimento exponencial**.**
- Dialogue com os alunos com o objetivo de discutir sobre:
    - O que significa eliminar "metade" a cada 4 horas?
    - Como podemos prever a quantidade no corpo após 4h, 8h, 12h?
    - Quando a quantidade atinge 25 mg?
    - Qual tipo de função representa esse comportamento?

Etapa 2: Modelagem Matemática

- Apresente a fórmula da função exponencial, modelo matemático, para decaimento:

$$\boldsymbol{Q(t) = Q_0 . \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{h}}}$$

Onde:

- $\boldsymbol{Q(t)}$: quantidade no tempo “t” (horas).
- $\boldsymbol{Q_0}$: quantidade inicial em mg.
- **h:** meia-vida, em horas.
- **t:** é o tempo em horas

- Oriente os alunos a utilizar a função exponencial para modelar a situação problema.

$$\boldsymbol{Q_t = 500 * \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{4}}}$$

- $\boldsymbol{Q(t)}$: quantidade no tempo “t” (em horas).
- $\boldsymbol{Q_0}$: quantidade inicial (500 mg).
- **h:** meia-vida (4 horas).
- **t** é o tempo decorrido em horas.

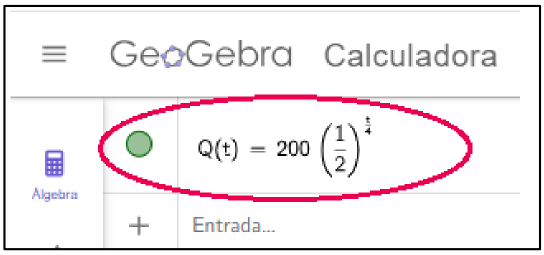
Etapa 3: Exploração no Geogebra.

- Peça aos alunos para digitar a função na **barra de entrada** do Geogebra.

Q(t) = 200.(1/2)^(t/4)

Ao digitar a função Q(t) = 200.(1/2)^(t/4), aparecerá a sua representação na janela algébrica, como pode ser observado na Figura 35.

Figura 35 – Representação da função Q(t) = 200.(1/2)^(t/4), na janela algébrica

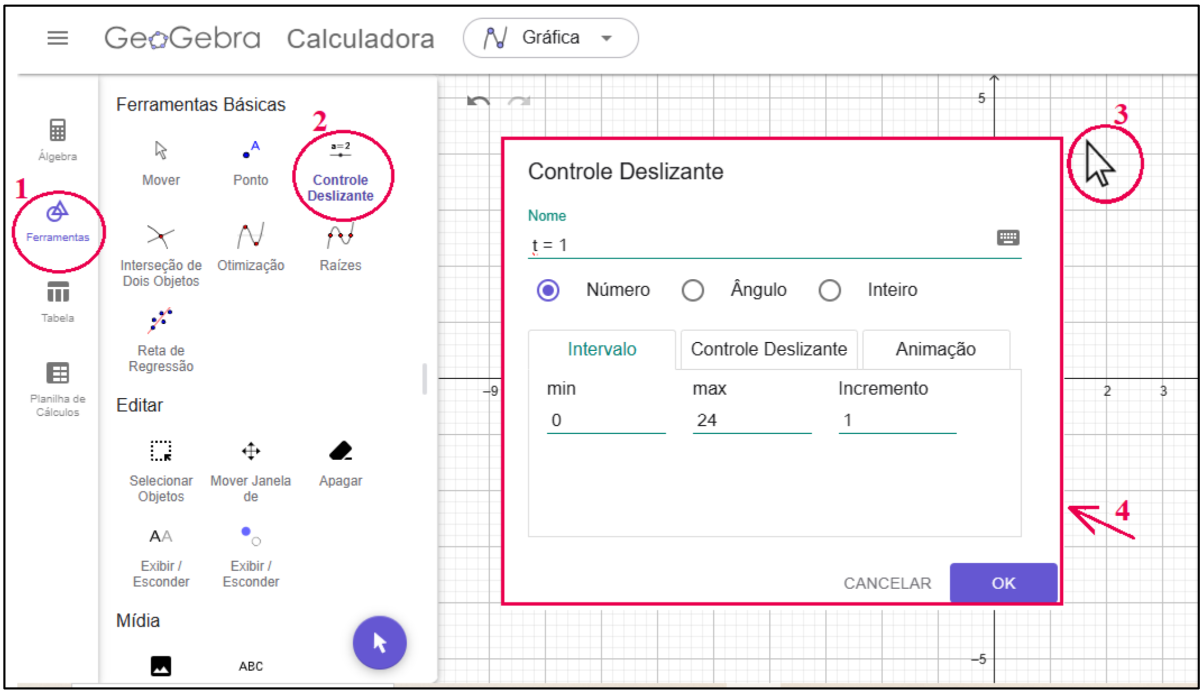


Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a criar um **controle deslizante** para **“t”**:
    1. Clique no ícone “ferramentas”
    2. Clique no ícone “controle delizante”
    3. Clique em qualquer ponto da área gráfica para posicionar o deslizador.
    4. Preencher no campo de configuração do “Controle Deslizante”:
        - Nome: t
        - Intervalo: (min: 0 e máx: 24)
        - Incremento (passo): 1

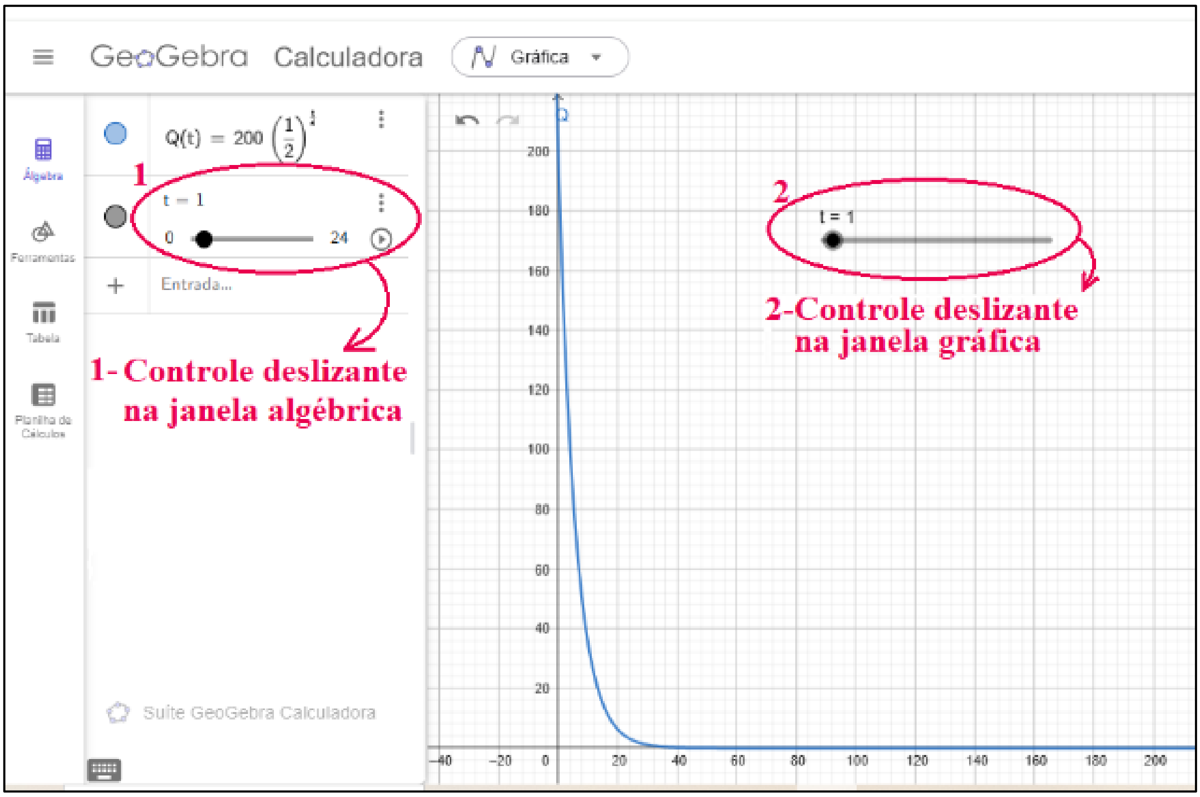
Esses passos estão explicitados na figura 36 e na figura 37 enfatiza o controle deslizante na tela do Geogebra.

Figura 36 – Orientações para a criação do controle deslizante da função $\boldsymbol{Q_t = 500 * \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{4}}}$



Fonte: Elaboração própria (2025)

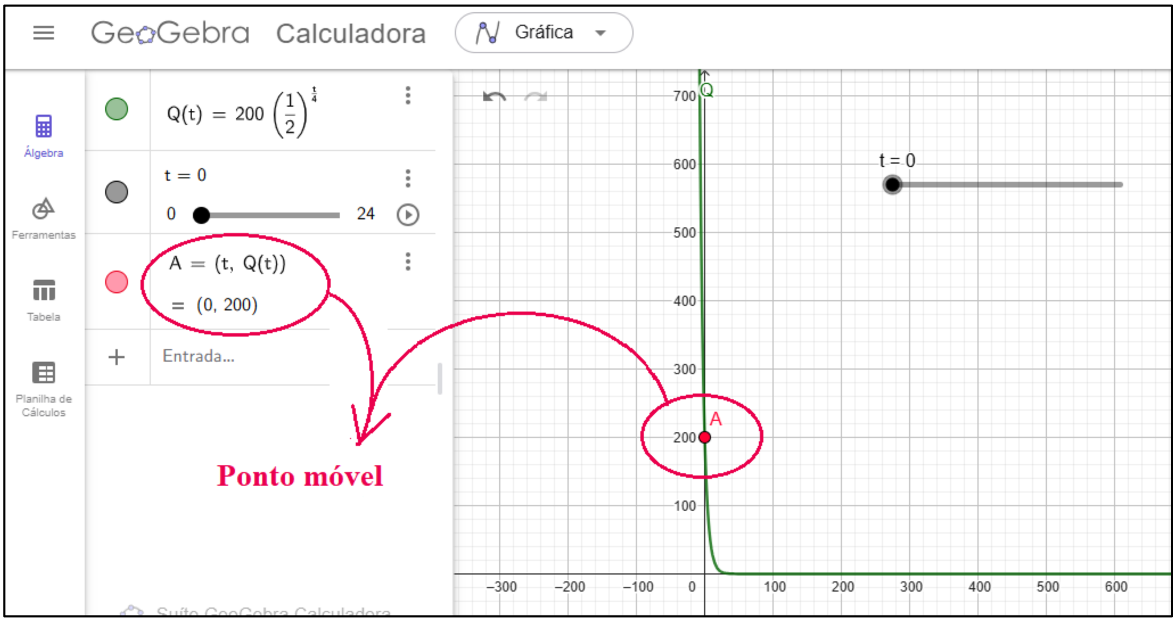
Figura 37 – Controle deslizante na janela algébrica e na janela gráfica.



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Peça aos alunos para criar um **ponto móvel**, digitando, no campo de entrada do Geogebra: A = (t, Q(t)). Na figura 38 é possível verificar o ponto móvel criado.

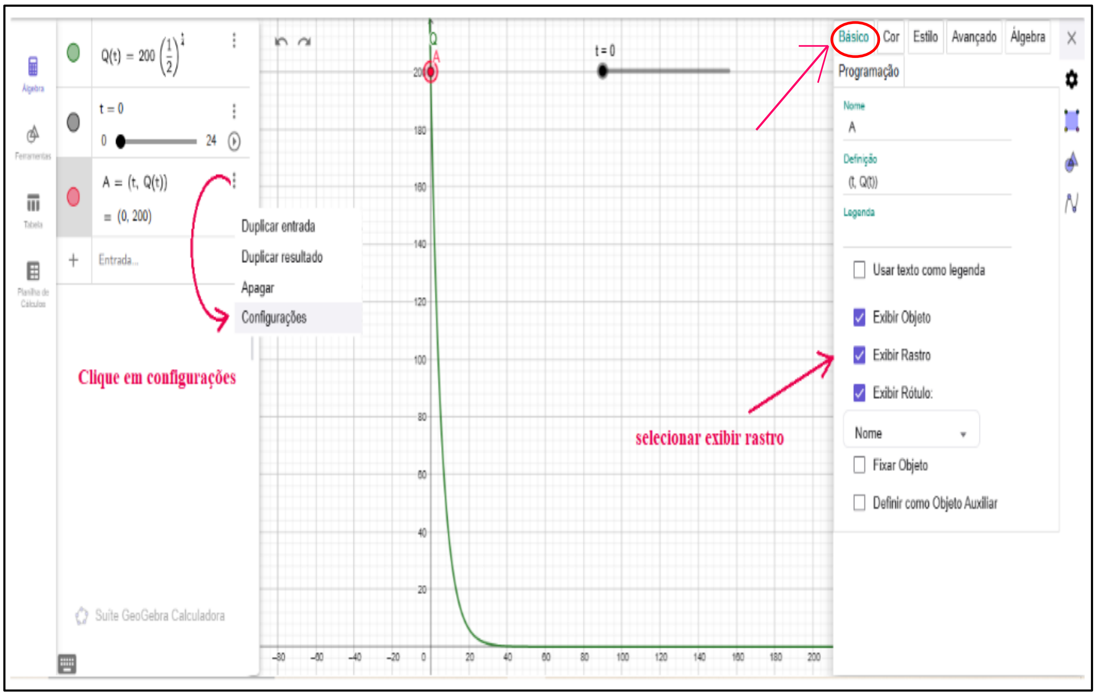
Figura 38 – Ponto móvel na janela algébrica e na janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Ative o rastreamento do ponto móvel para ver o percurso da curva. Para isso, clique em "configurações" e selecione a opção "exibir rastro", na aba "básico", como mostra a Figura 39.

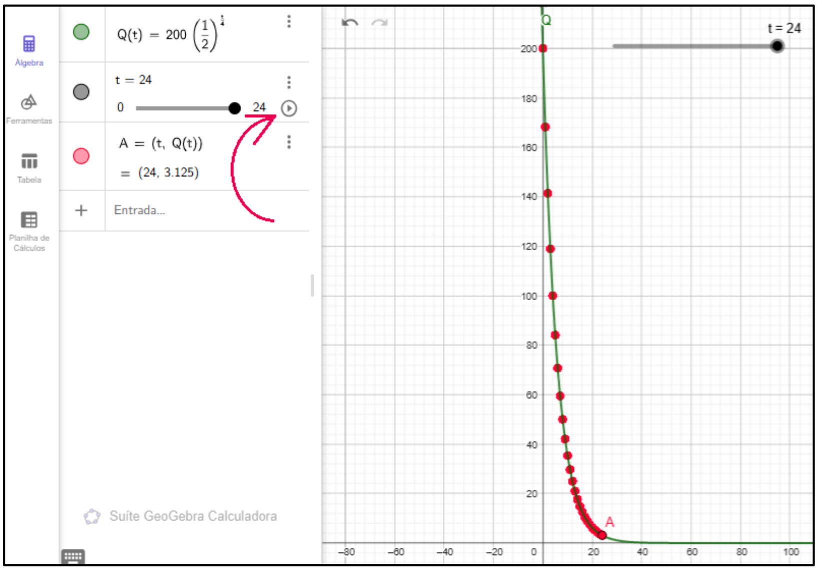
Figura 39 – Orientações para ativar exibir o rastro do ponto A



Fonte: Elaboração própria (2025)

Ao mover o controle deslizante, o ponto se deslocará ao longo do gráfico, deixando um rastro que mostra a evolução da função ao longo do tempo, conforme enfatiza a Figura 40.

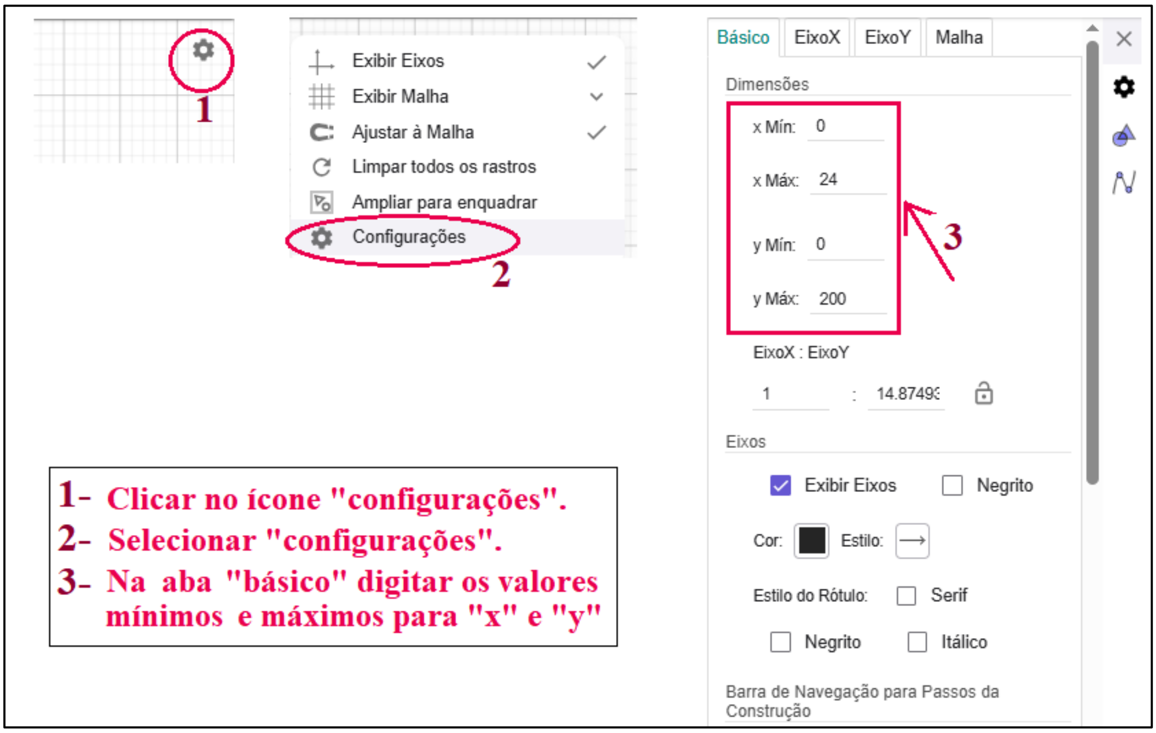
Figura 40 – Rastro do ponto A



Fonte: Elaboração própria (2025)

- Oriente os alunos a ajustar a janela gráfica, conforme orientações da Figura 41:
  - Eixo `x`: de 0 a 24 (tempo em horas)
  - Eixo `y`: de 0 a 200 (quantidade da substância em mg)

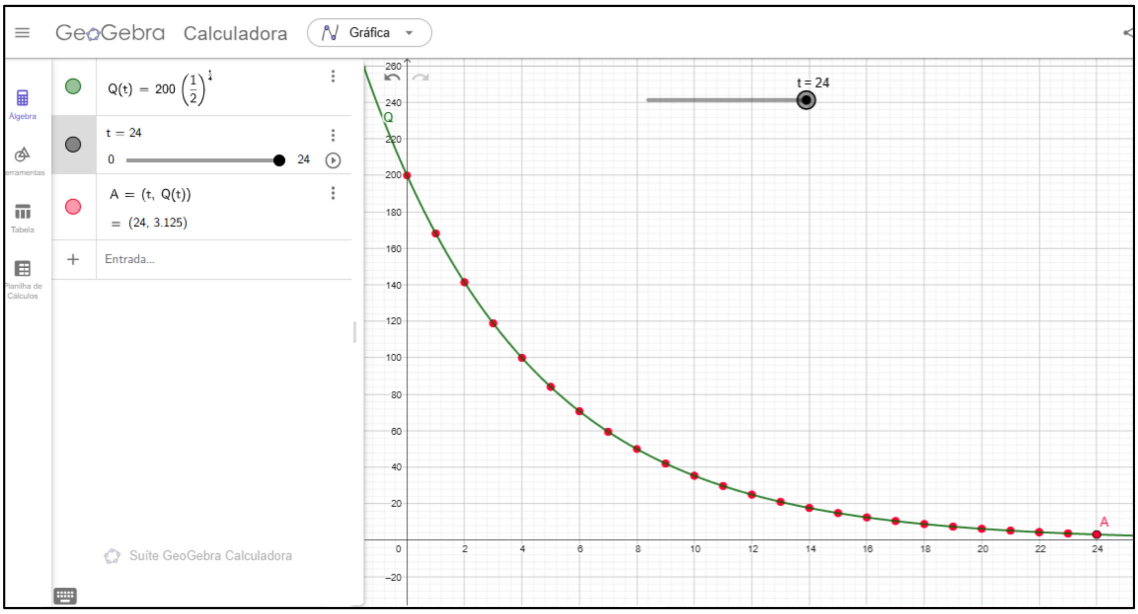
Figura 41 – Orientações para o ajuste da janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

A figura 42, mostra o gráfico na tela do Geogebra após os ajustes.

Figura 42 – Gráfico após os ajustes na janela gráfica



Fonte: Elaboração própria (2025)

Etapa 4: Análise do Gráfico e Interpretação (15 minutos)

- O gráfico é crescente ou decrescente? Porque?
- O que representa o ponto (0,200)?
- A curva toca o eixo x? Por quê?
- O que acontece com a quantidade de remédio ao longo do tempo?
- Como o conceito de meia-vida ajuda na prescrição de medicamentos?

Etapa 5: Reflexão

A atividade proposta enfatiza como a matemática é importante para a tomada de decisões conscientes e seguras sobre a saúde, ou seja, evidencia como a função exponencial pode ser usada para modelar situações reais, como o controle da dosagem de medicamentos. Compreender esse comportamento ajuda a entender por que os médicos recomendam intervalos entre as doses: se o paciente tomar uma nova dose antes do tempo, poderá acumular substância no corpo, o que pode ser perigoso.

AVALIAÇÃO

Nesta proposta, avaliar significa acompanhar o estudante em seu processo de aprendizagem, valorizando não apenas os resultados finais, mas também o percurso que ele constrói ao explorar a função exponencial com o apoio do GeoGebra. O professor é convidado a observar como os alunos manipulam os gráficos, relacionam tabelas e expressões algébricas e conectam a Matemática com situações reais, como juros compostos, crescimento populacional ou decaimento de substâncias.

Perrenoud (2001) corrobora que a avaliação deve funcionar como regulação das aprendizagens, oferecendo oportunidades de avanço contínuo. Hadji (2001) enfatiza que avaliar não é apenas medir, mas informar e apoiar, de modo que o aluno desenvolva autonomia e confiança em sua trajetória.

Para orientar esse processo, são sugeridos diferentes instrumentos de avaliação:

- **Diagnóstica**: questões iniciais e situações-problema simples para identificar conhecimentos prévios dos alunos.
- **Formativa**: observação durante a realização das atividades no GeoGebra, análise das estratégias de resolução e da participação em discussões coletivas.
- **Somativa**: tarefas finais que envolvam a resolução de problemas contextualizados, elaboração de relatórios curtos ou apresentações em grupo.

Além disso, o professor pode apoiar-se em um roteiro de observação e durante o desenvolvimento das atividades, o professor pode observar:

- Como os estudantes manipulam sliders e interpretam as mudanças no gráfico;
- Se conseguem relacionar tabela, gráfico e expressão algébrica;
- Como explicam, oralmente ou por escrito, os fenômenos de crescimento e decaimento;
- Se trazem exemplos ou conexões com o cotidiano;
- O nível de autonomia e colaboração na resolução das tarefas.

Com base nesses elementos, apresenta-se a seguir uma rubrica de avaliação que organiza dimensões, níveis de desempenho e critérios de análise. O quadro serve como referência prática para o professor acompanhar o desenvolvimento dos estudantes em diferentes aspectos da aprendizagem da função exponencial.

Quadro 1 – Rubrica de Avaliação da Aprendizagem sobre Função Exponencial

DIMENSÃO	AVANÇADO	INTERMEDIÁRIO	INICIAL
Compreensão Conceitual	Aplica a função exponencial em diferentes contextos, reconhecendo propriedades com segurança.	Reconhece e aplica parcialmente, com algumas dificuldades.	Reconhece de forma limitada, com dificuldades de interpretação.
Representação	Relaciona expressão, gráfico e tabela de forma integrada.	Relaciona parcialmente, com inseguranças.	Não consegue relacionar registros distintos.
Uso de Tecnologias	Manipula o GeoGebra com autonomia, explorando diferentes possibilidades.	Utiliza o software com apoio, realizando tarefas básicas.	Apresenta dificuldade em usar o GeoGebra produtivamente.
Contextualização	Conecta a função a fenômenos reais de forma crítica e criativa.	Relaciona a alguns exemplos do cotidiano, de modo limitado.	Não consegue estabelecer conexões claras com o cotidiano.
Comunicação Matemática	Explica ideias com clareza e justifica raciocínios.	Explica de forma compreensível, mas com lacunas.	Apresenta explicações vagas ou inconsistentes.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Assim, a avaliação proposta busca assumir um caráter contínuo e processual, funcionando como suporte ao aprendizado e não apenas como verificação de resultados, em consonância com as orientações de Brasil (2018) na BNCC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar função exponencial é, ao mesmo tempo, um desafio e uma oportunidade. Desafio, porque envolve lidar com abstrações que muitas vezes parecem distantes da realidade imediata dos estudantes; oportunidade, porque abre caminhos para compreender fenômenos fundamentais do mundo contemporâneo, como crescimento populacional, juros compostos, propagação de vírus e decaimento de substâncias.

A proposta deste livreto nasce da intenção de tornar esse percurso mais próximo e significativo. Ao integrar o uso do GeoGebra, buscou-se criar um ambiente em que o estudante possa visualizar, manipular e explorar a função exponencial em diferentes perspectivas, conectando tabelas, gráficos e interpretações cotidianas. Essa abordagem convida à experimentação, ao questionamento e à construção de significados, passo a passo.

Mais do que oferecer respostas prontas, o material pretende inspirar descobertas. Cada atividade foi pensada para que o estudante tenha liberdade de conjecturar, testar hipóteses e, se necessário, refazer o caminho. Ao professor, cabe a mediação sensível, ajustando as propostas à realidade de sua turma, valorizando as experiências prévias dos alunos e promovendo a autonomia intelectual.

Em síntese, este livreto não se encerra em si mesmo: é um convite a continuar explorando, recriando e ressignificando o ensino da função exponencial. Que ele seja um ponto de partida para práticas mais dinâmicas, interativas e contextualizadas, capazes de despertar no estudante não apenas a compreensão matemática, mas também a curiosidade e o prazer de aprender.

REFERÊNCIAS

ALVES, Fábio José da Costa; PEREIRA, Cínthia Cunha Maradei (orgs.). **Aplicativos para o ensino de Matemática em App Inventor**. Curitiba: CRV, 2016.

ALVES, Fábio José da Costa; PEREIRA, Cínthia Cunha Maradei (orgs.). **Objetos de Aprendizagem no GeoGebra.** Curitiba: CRV, 2016.

BARROS, Antônio José de Neto. **A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciados em Matemática.** 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, São Paulo, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências didáticas**: estrutura e elaboração. Belém: SBEM-PA, 2017.

CARVALHO, Dione Lucchesi de. A teoria das situações didáticas e o ensino de Matemática: contribuições para a formação docente**. Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana,** Recife, v. 5, n. 1, p. 35–52, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/download/484/301. Acesso em: 2 jul. 2025.

CHAIKLIN, Seth. A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. Tradução de Juliana Campregher Pasqualini. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 16, n. 4, p. 659–675, out./dez. 2011.

COELHO, Adjairon da Silva; MUSSATO, Solange. Potencialidades do software GeoGebra na resolução de Atividade de Situações Problemas em Matemática. **INTERMATHS** – **Revista de Matemática Aplicada e Interdisciplinar**, v. 4, n. 2, p. 245–259, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.22481/intermaths.v4i2.13876. Acesso em: 30 jul. 2025.

DUVAL, Raymond. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento**. Tradução de Méricles Thadeu Moretti. Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266–297, 2012.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

OLIVEIRA, Marconni Augusto Pock de. **Sequência Didática para o Ensino de Função Exponencial**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2018.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Profa. Esp. Perla do Carmo Santos Barros

Licenciada em Matemática, Especialista em Educação Inclusiva e Especial, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM-UEPA). Professora de Matemática da Rede Municipal de Ensino (Prefeitura Municipal de Ananindeua) e da Rede Estadual (Secretaria Estadual de Educação – SEDUC/PA).

Prof. Dr. Fábio José da Costa Alves

Licenciado em Matemática, Licenciatura em Ciências de 1 Grau, Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Geofísica e Pós-Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Professor da Universidade do Estado do Pará, Docente do Mestrado em Educação/UEPA e do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias.

Profa. Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira

Licenciada em Matemática e Graduada em Tecnologia em Processamento de Dados,

Especialista em Informática Médica, Mestre em Ciências da Computação e Doutorado em Genética e Biologia Molecular (Bioinformática). Professora da Universidade do Estado do Pará, Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias.

Prof. Dr. Miguel Chaquiam

Licenciado em Ciências pelo Centro de Estudos Superiores do Estado do Pará (1983), Licenciado em Matemática pelo Centro de Estudos Superiores do Estado do Pará (1984), Especialista em Matemática pela UNESPA (1989), Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Pará (2001) e Doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2012). Líder do Grupo de Pesquisa em História, Educação e matemática na Amazônia (GHEMAZ). É professor na Universidade do Estado do Pará-UEPA, nos cursos de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM-UEPA).