Função Exponencial na Prática

Aprendizagem Significativa por Meio da Modelagem Matemática

Janiel Aureliano de Lima
Guilherme Luiz de Oliveira Neto
Ronaldo Campelo da Costa

PROFMAT

INSTITUTO FEDERAL
PIAUÍ

Função Exponencial na Prática

Aprendizagem Significativa por Meío da Modelagem Matematica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Lima, Janiel Aureliano de
Função exponencial na prática : aprendizagem significativa por meio da modelagem matemática / Janiel Aureliano de LIma, Guilherme Luiz de Oliveira Neto, Ronaldo Campelo da Costa. -- Floriano, PI : Ed. dos Autores, 2026.

ISBN 978-65-02-05610-3

1. Aprendizagem 2. Educação 3. Matemática - Estudo e ensino I. Oliveira Neto, Guilherme Luiz de. II. Costa, Ronaldo Campelo da. III. Título.

26-353188.0 CDD-510.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Matemática : Estudo e ensino 510.7

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

FICHA TÉCNICA DO PRODUTO EDUCACIONAL

TÍTULO DO E-BOOK: Função Exponencial na Prática: Aprendizagem Significativa por Meio da Modelagem Matemática

Financiamento: CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)

ORIGEM:
Trabalho de dissertação, do programa Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) – Instituto Federal do Piauí, intitulado "MODELAGEM MATEMÁTICA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CAMINHOS PARA UM ENSINO CONTEXTUALIZADO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS NO ENSINO MÉDIO"

Autores
Janiel Aureliano de Lima
Guilherme Luiz de Oliveira Neto
Ronaldo Campelo da Costa

Instituição:
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano

Área:
Matemática / Educação Matemática

Público-alvo:
Professores de Matemática da Educação Básica, especialmente do Ensino Médio, com possibilidade de adaptação para o Ensino Fundamental II.

Objetivo:
Apresentar uma proposta didática baseada na modelagem matemática para o ensino de funções exponenciais, visando promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e investigativa no Ensino Médio, conforme desenvolvido na dissertação.

Formato:
eBook digital (PDF), estruturado como guia pedagógico com sequência didática, atividades práticas, orientações ao professor e recursos visuais

Ano:
2026

ISBN: 978-65-02-05610-3

Palavras-chave:
Função exponencial; Modelagem matemática; Sequência didática; Ensino de Matemática; Aprendizagem significativa; Educação Matemática

APRESENTAÇÃO

Seja bem-vindo a este guia prático e reflexivo sobre o ensino de Funções Exponenciais. Este eBook nasce da necessidade urgente de transformar a sala de aula de Matemática em um espaço de investigação, descoberta e conexão com a realidade.

Por que este e-Book é relevante?

Historicamente, o ensino de funções no Ensino Médio tem sido marcado por abordagens excessivamente técnicas e mecânicas, focadas na memorização de fórmulas descontextualizadas. Como resultado, muitos estudantes concluem a educação básica com dificuldades acentuadas em interpretar fenômenos que regem o mundo contemporâneo — desde o crescimento de uma dívida financeira até a propagação de vírus ou a absorção de medicamentos no organismo.

Este produto educacional propõe uma ruptura com esse modelo tradicional. Fundamentado na Modelagem Matemática, ele oferece um roteiro pedagógico que coloca o estudante no centro do processo, estimulando o protagonismo e o raciocínio crítico.

O que você encontrará aqui?

Este e-Book apresenta uma Sequência Didática testada e validada em sala de aula, estruturada para levar o aluno da intuição à formalização matemática por meio de:
Oficinas Práticas:

- Uso de jogos como a Torre de Hanói e a Lenda do Xadrez para identificar padrões de crescimento.
- Experimentos Reais: Aplicação da Lei de Resfriamento de Newton e estudos de Farmacocinética (absorção de remédios) para modelar o decaimento exponencial.
- Tecnologia Educacional: Roteiros para o uso do software GeoGebra, permitindo a visualização dinâmica de gráficos e funções.
- Conexão Curricular: Alinhamento direto com as competências da BNCC e foco na melhoria de desempenho em avaliações externas como o SAEPI e ENEM.

Resultados que Inspiram

A metodologia aqui apresentada não é apenas teórica. Em sua aplicação prática, observamos avanços significativos:

- Engajamento Discente: Relatos de alunos que passaram a ver a Matemática como "mais leve e fácil" através da prática.
- Melhoria de Desempenho: Um salto expressivo nos índices de acertos em habilidades críticas em provas externas.

Para quem é este e-Book?

Este material foi pensado para professores de Matemática que buscam inovar em suas práticas, coordenadores pedagógicos interessados em metodologias ativas e pesquisadores da área de Educação Matemática.

Convidamos você a explorar estas páginas e descobrir como a modelagem matemática pode ser a ponte que faltava para tornar o ensino de funções exponenciais verdadeiramente significativo para seus alunos.

Ao longo deste material, você encontrará sugestões de aulas, atividades práticas, situações-problema e orientações pedagógicas que poderão ser aplicadas diretamente em sala de aula. Mais do que ensinar um conteúdo, este eBook convida você a transformar sua prática docente e proporcionar aos seus alunos uma nova forma de aprender Matemática.

Prepare-se para transformar dados em conhecimento e fórmulas em compreensão do mundo!

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução: Por que Modelagem no Ensino de Funções?

Ensinar Matemática vai muito além de apresentar fórmulas e procedimentos. Trata-se de possibilitar ao estudante compreender o mundo ao seu redor por meio de ideias, relações e modelos. No entanto, na prática escolar, muitos estudantes chegam ao final da Educação Básica com dificuldades significativas em conteúdos essenciais, como a função exponencial.

Esse cenário é especialmente preocupante no Ensino Médio, onde a função exponencial aparece como um conteúdo novo entre as funções, e tornando frequentemente um obstáculo à aprendizagem. Isso ocorre, em grande parte, porque os estudantes apresentam lacunas em conhecimentos prévios, como potenciação, leitura de gráficos e compreensão do conceito de função. Como consequência, o avanço em temas mais complexos acaba sendo comprometido.

Mas afinal, por que estudar função exponencial?

A resposta está na própria realidade. A função exponencial está presente em diversas situações do cotidiano: no crescimento de uma dívida com juros compostos, na forma como um medicamento é absorvido e eliminado pelo organismo, ou ainda na propagação de doenças em uma população. Ou seja, trata-se de um conteúdo que possui grande potencial de conexão com a vida real — uma verdadeira oportunidade de tornar a Matemática significativa e interessante.

Apesar disso, muitos estudantes ainda têm dificuldade em reconhecer e interpretar esse tipo de função. Avaliações educacionais recentes mostram que uma parcela muito pequena de estudantes conseguem identificar corretamente a representação de uma função exponencial, o que reforça a necessidade de repensar as práticas de ensino.

Diante desse contexto, este e-Book foi elaborado com o propósito de apoiar professores no ensino desse conteúdo, oferecendo uma proposta didática estruturada, baseada na modelagem matemática e na organização em sequência didática. A ideia é simples: aproximar a Matemática da realidade dos estudantes, tornando o aprendizado mais ativo, investigativo e significativo.

A modelagem matemática apresenta-se como uma alternativa promissora pois possibilita a aproximação entre o conhecimento abstrato e situações reais, como o crescimento populacional e a propagação de informações. O objetivo é propiciar situações-problema em contextos significativos, para que a Matemática estudada faça sentido para o aluno e estimule o seu protagonismo

Capítulo 2 - Fundamentos para uma prática inovadora.

Repensar o ensino de Matemática, especialmente no Ensino Médio, exige a adoção de abordagens que ultrapassem a simples transmissão de conteúdos. Nesse contexto, a construção de uma prática pedagógica inovadora passa pela valorização de metodologias que promovam a participação ativa dos estudantes, a contextualização dos conceitos e o desenvolvimento do pensamento crítico. Entre essas abordagens, destacam-se a modelagem matemática, o protagonismo discente e o desenvolvimento do pensamento exponencial

A Modelagem como Ponte entre Matemática e Realidade

A modelagem matemática configura-se como uma importante estratégia para aproximar o conhecimento matemático da realidade vivida pelos alunos. Trata-se de estabelecer uma ponte entre situações do cotidiano e a linguagem matemática, permitindo que problemas reais sejam traduzidos, interpretados e analisados por meio de modelos.

Nesse processo, a Matemática deixa de ser percebida como um conjunto de regras abstratas e passa a assumir um papel funcional e significativo. Situações como o crescimento de uma dívida, a propagação de uma doença ou a absorção de um medicamento podem ser exploradas como contextos de aprendizagem, nos quais o estudante é convidado a investigar, levantar hipóteses e construir soluções.

Assim, a modelagem matemática não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também contribui para o desenvolvimento de competências essenciais, como a interpretação, a argumentação e a tomada de decisões.

Figura 1 - A Modelagem como Ponte entre Matemática e Realidade

Fonte: Imagem gerada por Gemini, 2026

Protagonismo Discente: O Aluno como Sujeito da Aprendizagem

Uma prática inovadora pressupõe a mudança do papel do estudante no processo educativo. Em vez de ocupar uma posição passiva, centrada na memorização de fórmulas e na repetição de exercícios, o aluno passa a atuar como protagonista de sua própria aprendizagem.

Nesse novo cenário, o ensino se organiza em torno da investigação. O estudante é incentivado a:

- Formular hipóteses
- Coletar e analisar dados
- Testar ideias
- Construir argumentos

O professor, por sua vez, assume o papel de mediador, orientando o processo e criando condições para que o conhecimento seja construído de forma significativa. Essa mudança de perspectiva favorece não apenas a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, mas também o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e do pensamento crítico.

O Desenvolvimento do Pensamento Exponencial

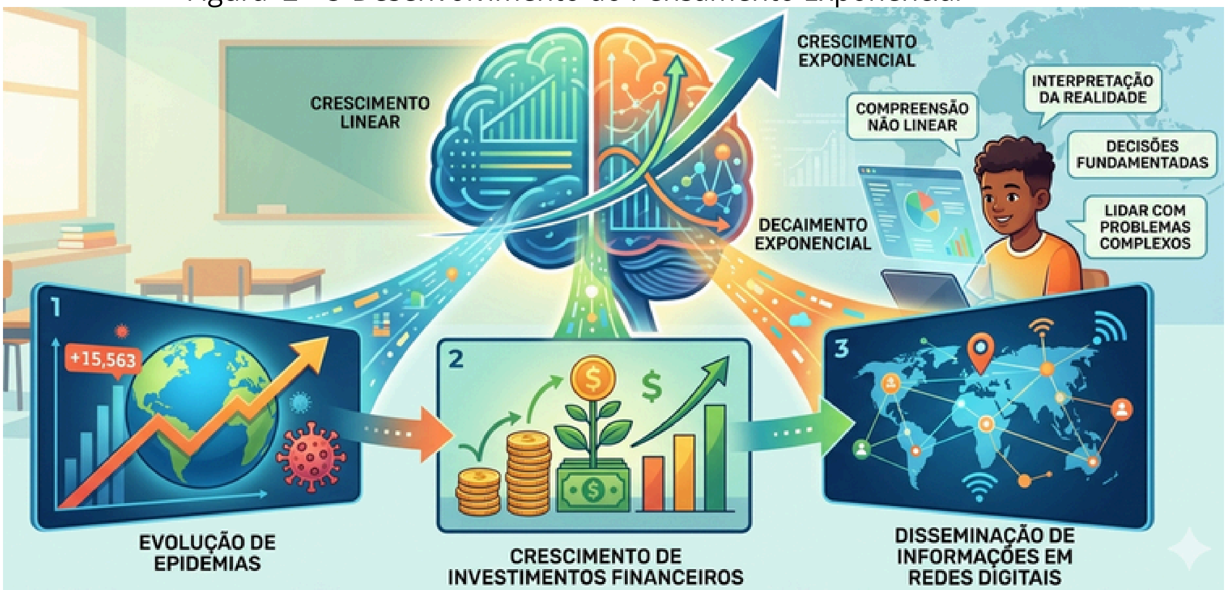
Um dos grandes desafios no ensino da função exponencial é superar a visão puramente técnica e mecânica desse conteúdo. Para isso, é fundamental promover o desenvolvimento do chamado pensamento exponencial, que consiste na capacidade de compreender e interpretar fenômenos caracterizados por crescimento ou decaimento não linear.

Diferentemente do crescimento linear, que ocorre de forma constante, o crescimento exponencial apresenta variações aceleradas, muitas vezes difíceis de serem percebidas intuitivamente. Compreender essa dinâmica é essencial para analisar situações do mundo contemporâneo, como:

- A evolução de epidemias
- O crescimento de investimentos financeiros
- A disseminação de informações em redes digitais

Ao desenvolver o pensamento exponencial, o estudante amplia sua capacidade de leitura e interpretação da realidade, tornando-se mais preparado para lidar com problemas complexos e tomar decisões fundamentadas.

Figura 2 - O Desenvolvimento do Pensamento Exponencial



Fonte: Imagem gerada por Gemini, 2026

Capítulo 3 - O plano de voo: A Sequência Didática Passo a Passo

Neste capítulo, apresentaremos a metodologia utilizada para desenvolver o e-book. Descreveremos as estratégias que nos permitiram analisar a seguinte questão norteadora: Quais análises surgem a partir do desenvolvimento de uma sequência didática baseada na Modelagem Matemática para o ensino de Funções Exponenciais, aplicada aos estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública em Palmeirais-PI?

Em essência, mostraremos como a pesquisa foi executada, garantindo que os resultados encontrados respondam de maneira sólida e transparente ao problema central do estudo.

O cenário desta pesquisa foi em uma escola da rede pública de ensino localizada na zona urbana do município de Palmeirais - PI, caracterizada por diversidade sociocultural e desafios relacionados ao acesso igualitário à educação. A escola é tempo integral e atende somente estudantes do Ensino Médio.

A turma que participou da pesquisa foi composta por 25 estudantes da 3ª série ano do Ensino Médio, com idades entre 17 e 19 anos. Vale ressaltar que, entre os estudantes, teve uma relação historicamente fragilizada com a matemática, principalmente pós pandemia, marcada por retrospectivos processos de ensino tradicionais, sem recursos tecnológicos e de ensino não contextualizados. Nesse contexto, a proposta de uma sequência didática baseada na modelagem matemática no ensino de funções exponenciais, visou quebrar os paradigmas que a matemática é o "bicho papão" e valorizando o conhecimento prévio dos alunos e promovendo uma aprendizagem significativa através de situações reais que despertaram a curiosidade e a motivação em estudar matemática.

A realidade social e cultural dos estudantes, bem como suas vivências cotidianas, foram elementos centrais considerados na construção das atividades. Compreender o cenário da pesquisa, portanto, não apenas possibilita interpretar de forma mais adequada os dados coletados, como também reforça a importância de se pensar o ensino de matemática a partir da realidade concreta dos sujeitos envolvidos, respeitando seus contextos e promovendo oportunidades reais de aprendizagem e liberdade.

Para coletar dos dados, faram feitos o uso de observações, questionários, uso de materiais concretos e virtuais, construção de materiais, registros de atividades com a produção dos estudantes, uso de fotografias e vídeos, garantido o anonimato dos envolvidos na pesquisa. Foram ministradas 18 h/a, incluído pré testes; aulas e aplicações e pós testes. Para garantir a coleta de dados foram feitas em 9 encontros. Cada etapa teve objetivos específicos para serem alcançados, incluindo os procedimentos.

Figura 3 - Sequência Didática Passo a Passo

Fonte: Imagem gerada por Gemini, 2026

Encontro 1 - Realização do pré-teste

Neste encontro, com a duração de 2h/a, foi realizada um pré-teste, com o objetivo identificar os conhecimentos prévios e as principais dificuldades dos estudantes acerca do conceito de funções exponenciais, mapeando lacunas de aprendizagem em questões objetivas e subjetivas antes da intervenção pedagógica. Os procedimentos para a realização do pré-teste foram feitos da seguinte forma: Primeiramente, procedeu-se à elaboração do instrumento, composto por 4 questões objetivas e 6 subjetivas focadas em situações-problema de crescimento exponencial. Na figura 4 abaixo, vai mostrar exatamente a aplicação do pré-teste que foi aplicado em ambiente de sala de aula, de forma individual e sem consulta. Já na figura 5, descreve o objetivo de cada questão. Por fim, os dados foram tabulados para identificar os erros e acertos mais frequentes, servindo de base para a construção da Sequência Didática.

Figura 4 - Momento da aplicação do pré-teste

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Figura 5 - Descrição do pré-teste

Questões	Descrição	Objetivo
Exercício 1.1	Gráfico $g(x) = 2^x$	Verificar se o estudante consegue realizar a leitura de pontos em um plano cartesiano e se compreende a relação entre domínio e imagem em uma função exponencial básica.
Exercício 1.2	Funções $f(x) = Aa^x$	Avaliar a capacidade de determinar a lei de formação a partir de pontos do gráfico e a compreensão do comportamento da função (crescente vs. decrescente)
Exercício 1.3	Funções $g(x) = A^x$	
Exercício 1.4	Estudo de bactérias	Analisar a habilidade de resolver equações exponenciais aplicadas a contextos biológicos e a substituição de valores numéricos na fórmula.
Exercício 1.5	Estudo de caprinos	
Exercício 1.6	Freada do Automóvel	Testar a percepção de uma progressão geométrica (metade da distância anterior) como um modelo de decaimento, preparando o terreno para a futura oficina de medicamentos.
Exercício 1.7	Concentração de Medicamento	Identificar se o aluno reconhece o modelo exponencial em tabelas e gráficos comparando-o com funções afins e quadráticas.
Exercício 1.8		
Exercício 1.9	Juros Compostos	Verificar o conhecimento prévio sobre matemática financeira, que é uma das aplicações mais comuns do crescimento exponencial.
Exercício 1.10	Autoavaliação	Coletar a percepção subjetiva do estudante sobre suas próprias barreiras.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Encontro 2 - Explorando o Plano Cartesiano

- **Trabalhando com cartelas de ovos.**

Objetivo
Compreender o plano cartesiano por meio de uma atividade concreta e manipulável, utilizando cartelas de ovos para representar pontos, eixos e coordenadas, favorecendo a aprendizagem significativa.

Problema Gerador
Como podemos representar e localizar pontos no plano cartesiano utilizando materiais simples e do cotidiano?

Materiais (Oficina)
- Cartelas de ovos (vazias);
- Base de papelão ou cartolina (opcional);
- Régua;
- Canetinhas ou tinta;
- Cola;
- Tampinhas, bolinhas ou marcadores;
- Etiquetas adesivas;
- Lápis e borracha;
- Tesoura sem ponta;
- Bastão de cola quente;
- Pistola para o bastão;
- Tinta spray.

Passo a passo
- Fazer os recortes necessários para encaixar as cartelas, usando a cola quente;
- Identificar e desenhar os eixos x (horizontal) e y (vertical);
- Marcar a origem (0,0);
- Numerar linhas e colunas (coordenadas);
- Utilizar tampinhas ou marcadores para representar pontos;
- Explorar diferentes localizações no plano.

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT401) Interpretar e representar relações matemáticas;
- (EM13MAT402) Construir e analisar gráficos no plano cartesiano.

Metodologia
A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem prática e investigativa, utilizando material concreto como recurso didático. Inicialmente, os alunos participarão da construção do plano cartesiano com cartelas de ovos, favorecendo a compreensão visual e tátil do conteúdo. Em seguida, serão propostas atividades de localização de pontos, construção de figuras e resolução de desafios, estimulando o raciocínio lógico e a participação ativa dos estudantes. O professor atuará como mediador, orientando as ações e promovendo a reflexão sobre os conceitos trabalhados. A metodologia valoriza:
- Aprendizagem ativa
- Manipulação de materiais concretos
- Investigação matemática
- Inclusão e acessibilidade

RESULTADOS ESPERADOS:

- Compreensão do plano cartesiano;
- Desenvolvimento da noção espacial;
- Aprendizagem significativa;
- Maior engajamento dos estudantes;
- Consciência ambiental (uso de material reciclável)

Diferencial da Atividade

- Uso de material reciclável (A atividade incentiva o reaproveitamento de materiais, promovendo educação ambiental integrada ao ensino de Matemática);
- Aprendizagem concreta e visual
- Atividade inclusiva
- Integração entre teoria e prática

Figura 6 - Momento de construção do plano cartesiano

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

- **Trabalhando com jogos online.**

Objetivo

Compreender o plano cartesiano por meio do uso de ferramentas digitais, desenvolvendo habilidades de localização de pontos e interpretação gráfica de forma interativa.

Materiais (Oficina)

- Celular, tablet ou computador;
- Acesso à internet;
- Jogos online ou GeoGebra;
- Projetor;
- Quadro e pincel.

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)

Ensino Médio:

- (EM13MAT401) Representar e interpretar relações matemáticas;
- (EM13MAT402) Construir e analisar gráficos no plano cartesiano.

Orientação ao Professor

- Incentivar a exploração livre da ferramenta;
- Propor desafios progressivos;
- Trabalhar em duplas ou grupos;
- Relacionar com situações do cotidiano.

Resultados Esperados

- Melhor compreensão do plano cartesiano;
- Desenvolvimento da autonomia digital;
- Aprendizagem interativa;
- Maior engajamento dos alunos.

Diferencial da Atividade

- Integra tecnologia ao ensino;
- Estimula protagonismo do aluno;
- Favorece aprendizagem visual e dinâmica.

Figura 7 - Trabalhando o plano cartesiano com jogos virtuais

Fonte: Plano de cartesiano - Recursos de ensino

- **Trabalhando a planta baixa da escola.**

Objetivo
Compreender o plano cartesiano por meio da representação da planta baixa da escola, desenvolvendo a noção de localização, orientação espacial e interpretação de coordenadas em um contexto real.

Problema Gerador
Como podemos representar os espaços da escola (salas, pátio, cantina) utilizando o plano cartesiano?

Materiais (Oficina)
- Papel milimetrado, sulfite ou cartolina;
- Régua;
- Lápis e borracha;
- Canetinhas coloridas;
- Planta simples da escola (ou croqui desenhado);

Passo a passo
- Desenhar ou observar a planta da escola;
- Definir um ponto de referência (origem 0,0);
- Traçar os eixos x (horizontal) e y (vertical);
- Marcar os principais espaços da escola como pontos;
- Identificar coordenadas de locais (ex: sala = (2,3));
- Representar caminhos entre pontos (trajetos).

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT401) Interpretar e representar relações matemáticas;
- (EM13MAT402) Construir e analisar gráficos no plano cartesiano;

Metodologia
A atividade será desenvolvida de forma prática e contextualizada, iniciando com a observação da escola como espaço real. Os alunos irão construir a representação da planta baixa no plano cartesiano, identificando pontos e trajetos. A proposta privilegia:
- Aprendizagem ativa;
- Investigação;
- Trabalho colaborativo;
- Relação entre Matemática e realidade;
- O professor atuará como mediador, orientando a construção do conhecimento e incentivando a participação dos estudantes.

Resultados Esperados
- Compreensão do plano cartesiano
- Desenvolvimento da noção espacial
- Aplicação da Matemática em contexto real
- Maior engajamento dos alunos

Diferencial da Atividade
- Contextualização com o ambiente escolar;
- Aprendizagem significativa;
- Integração entre teoria e prática;
- Possibilidade de atividade interdisciplinar.

Encontro 3 - Revisitando a Base: Oficina de Potenciação com Dobraduras de Papel

Objetivo

Compreender o conceito de potenciação por meio de uma atividade prática com dobraduras de papel, relacionando o processo de duplicação com o crescimento exponencial.

Problema Gerador

O que acontece com a quantidade de partes de um papel quando o dobramos sucessivamente?

Materiais (Oficina)

- Folhas de papel (A4 ou similar);
- Quadro para registro coletivo.

Passo a passo

- Entregar uma folha de papel para cada estudante;
- Solicitar que realizem a primeira dobra e contem as partes;;
- Repetir o processo (2ª, 3ª, 4ª dobra...);
- Registrar os resultados em tabela;
- Relacionar o número de dobras com a quantidade de partes;
- Identificar o padrão de crescimento

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)

Ensino Médio:

- (EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas envolvendo funções e padrões;
- (EM13MAT401) Interpretar representações matemáticas.

Metodologia

A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem prática e investigativa, na qual os alunos realizarão dobraduras sucessivas no papel para observar o crescimento do número de partes formadas.

Inicialmente, será proposta uma exploração concreta, permitindo que os estudantes manipulem o material e registrem suas observações. Em seguida, os dados serão organizados em tabela, favorecendo a identificação de padrões.

Posteriormente, o professor conduzirá a sistematização do conceito de potenciação, relacionando o número de dobras à expressão matemática correspondente, destacando o caráter exponencial do crescimento.

Resultados Esperados

- Compreensão do conceito de potência;
- Identificação de padrões exponenciais;
- Desenvolvimento do raciocínio lógico;
- Maior engajamento dos estudantes.

Diferencial da Atividade

- Uso de material simples e acessível;
- Visualização concreta da Matemática;
- Introdução intuitiva ao pensamento exponencial;
- Base para estudo de função exponencial.

Encontro 4 - O Poder do Geogebra: Visualização dinâmica e investigação de gráficos

Objetivo
Explorar a construção e a análise de gráficos, especialmente da função exponencial, por meio de visualizações dinâmicas, promovendo a investigação e a compreensão dos comportamentos das funções.

Problema Gerador
O que acontece com o gráfico de uma função quando alteramos seus parâmetros?

Materiais (Oficina)
- Computador, tablet ou celular;
- Acesso à internet;
- Aplicativo GeoGebra;
- Projetor (opcional);
- Quadro e pincel.

Passo a passo
- Acessar o GeoGebra;
- Selecionar a opção “Gráfico”;
- Inserir uma função, por exemplo: $f(x) = 2^x$;
- Observar o gráfico gerado;
- Alterar a base (ex: 3^x; $0{,}5^x$);
- Analisar as mudanças no comportamento do gráficos.

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT403) Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função
- (EM13MAT405) Utilizar tecnologias digitais para investigar padrões matemáticos.
- (EM13MAT406) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.

Metodologia
A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem investigativa com o uso de tecnologia digital. Inicialmente, os alunos serão orientados a explorar o ambiente do GeoGebra, familiarizando-se com suas ferramentas. Em seguida, será realizada uma exploração guiada, na qual os estudantes irão inserir funções e observar seus gráficos. A partir dessa experiência, serão incentivados a modificar parâmetros e analisar os efeitos dessas alterações. A proposta inclui momentos de:
- Exploração livre;
- Investigação orientada;
- Discussão em grupo;
- Socialização dos resultados.

O professor atuará como mediador, promovendo questionamentos que levem os alunos à construção do conhecimento.

Resultados Esperados

- Compreensão do comportamento da função exponencial
- Desenvolvimento da interpretação gráfica
- Uso consciente de tecnologia
- Aprendizagem mais dinâmica e interativa

Diferencial da Atividade

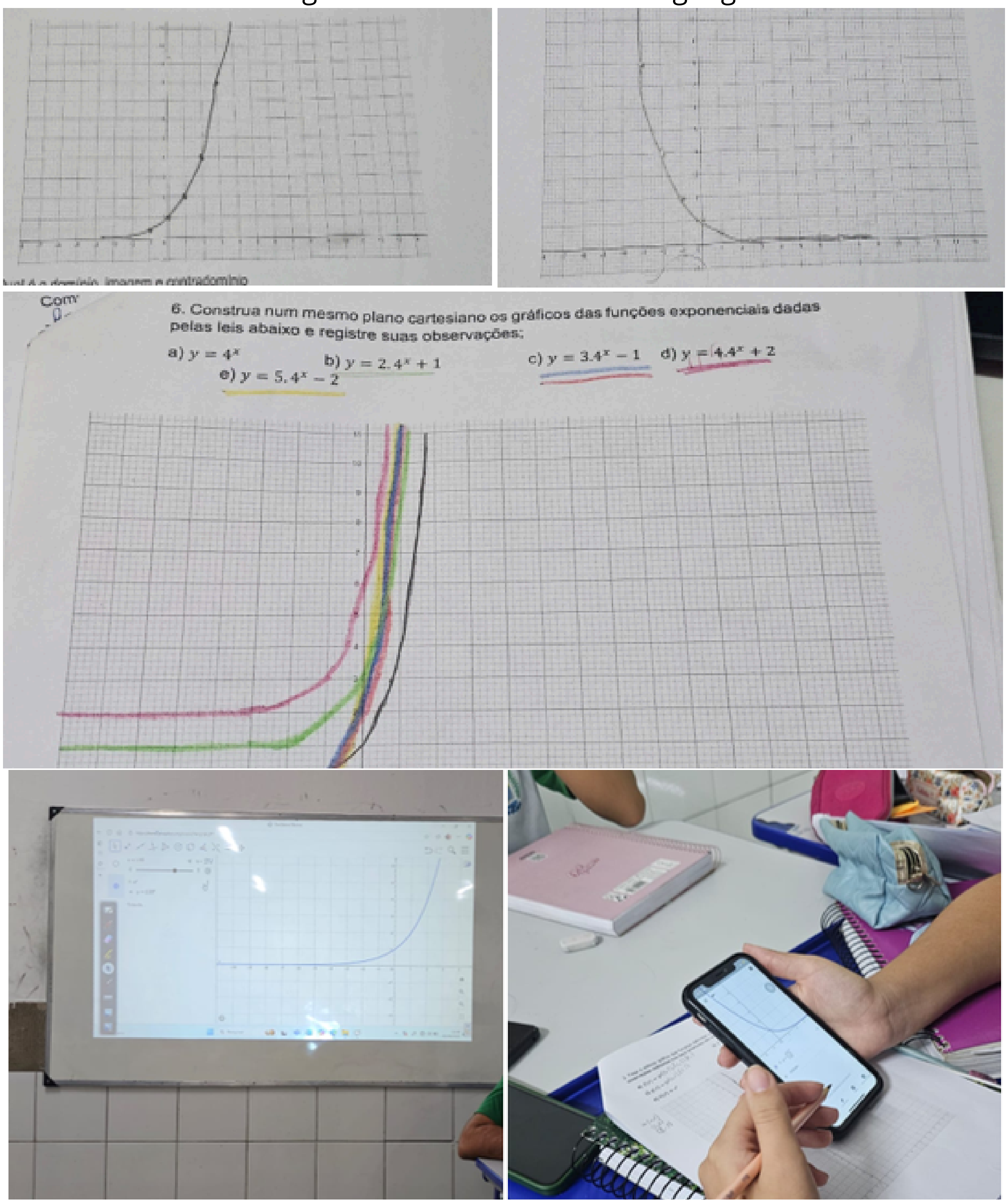
- Visualização em tempo real;
- Aprendizagem investigativa;
- Integração entre Matemática e tecnologia;
- Fortalecimento do pensamento crítico.

Download app: GeoGebra

Google Play

App Store

Figura 8 - Trabalhando com o geogebra



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Encontro 5 - A Torre de Hanói: Do jogo ao modelo matemático

Objetivo
Compreender o crescimento exponencial por meio da resolução do problema da Torre de Hanói, desenvolvendo o raciocínio lógico, a capacidade de planejamento e a identificação de padrões matemáticos.

Problema Gerador
Quantos movimentos são necessários para resolver a Torre de Hanói com diferentes quantidades de discos?

Materiais (Oficina)
- Kit da Torre de Hanói (ou versão improvisada com palitos e argolas) ou ainda como aplicativo;
- Papel e lápis;
- Tabela para registro;
- Quadro e pincel.

Passo a passo
- Apresentar o jogo da Torre de Hanói;
- Explicar as regras: mover apenas um disco por vez e nunca colocar um disco maior sobre um menor
- Iniciar com 2 ou 3 discos
- Registrar o número de movimentos
- Aumentar gradativamente o número de discos
- Organizar os dados em tabela

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT403) Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função.

Metodologia
A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem investigativa e lúdica, utilizando a Torre de Hanói como recurso didático para explorar padrões matemáticos. Inicialmente, os alunos terão contato com o jogo e suas regras, realizando tentativas de resolução com poucos discos. Em seguida, serão incentivados a registrar o número de movimentos necessários para cada situação. Com base nos dados coletados, os estudantes serão conduzidos a identificar padrões e formular generalizações, percebendo o crescimento exponencial envolvido no problema. A metodologia valoriza:

- Aprendizagem ativa;
- Investigação matemática;
- Raciocínio lógico;
- Construção de padrões.

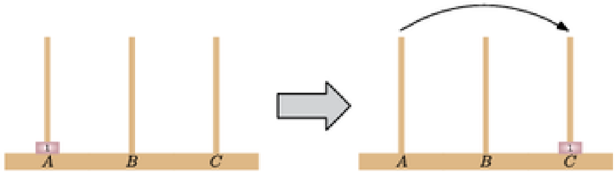
Resultados Esperados

- Compreensão de padrões exponenciais;
- Desenvolvimento do raciocínio lógico;
- Capacidade de generalização;
- Maior engajamento com a Matemática.

Diferencial da Atividade

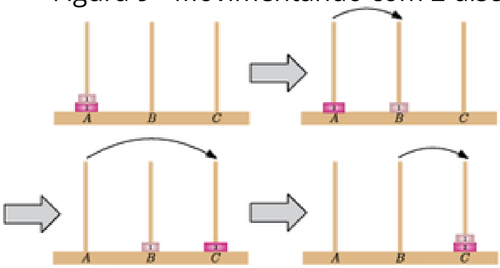
- Uso de jogo matemático;
- Aprendizagem lúdica e significativa;
- Introdução concreta ao conceito de crescimento exponencial;
- Estímulo ao pensamento estratégico.

Figura 9 - Movimentando com 1 disco



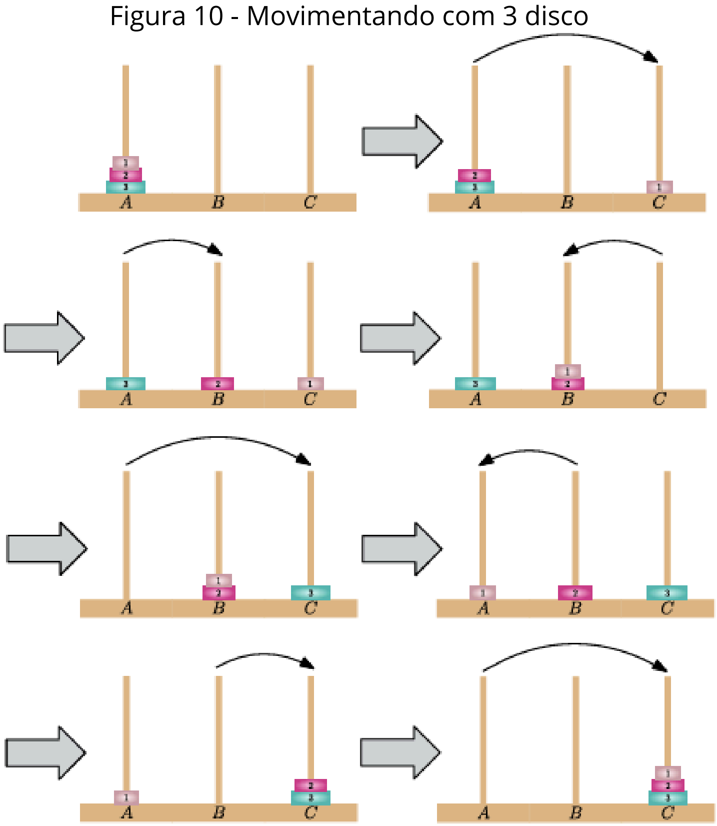
Fonte: Ferreira e Oliveira, 2023, p.5

Figura 9 - Movimentando com 2 disco



Fonte: Ferreira e Oliveira, 2023, p.6

Figura 10 - Movimentando com 3 disco



Fonte: Ferreira e Oliveira, 2023, p.8

Encontro 6 - A Lenda do Xadrez: O desafio dos grãos que se multiplicam

Objetivo
Compreender o conceito de crescimento exponencial por meio da clássica lenda do xadrez, desenvolvendo a percepção de padrões, o raciocínio lógico e a interpretação de situações reais.

Problema Gerador
Quantos grãos de trigo seriam necessários para preencher todas as casas de um tabuleiro de xadrez, dobrando a quantidade a cada casa?

Materiais (Oficina)
- Tabuleiro de xadrez (ou desenho impresso);
- Grãos (feijão, arroz, milho ou similares);
- Copos ou recipientes;
- Papel e lápis;
- Calculadora (opcional);
- Quadro e pincel.

Passo a passo
- Apresentar a lenda do xadrez aos alunos;
- Explicar a regra:
  1 grão na primeira casa;
  Dobrar a quantidade a cada casa seguinte;
  Simular as primeiras casas (até onde for possível);
  Registrar os valores em tabela;
  Identificar o padrão de crescimento;
- Tabela de Observação (exemplo).

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT508) Identificar e associar progressões geométricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos, para análise de propriedades, dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas.

Metodologia

A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem investigativa e contextualizada, utilizando a narrativa da lenda do xadrez como elemento motivador. Inicialmente, o professor apresentará a história, despertando o interesse dos alunos. Em seguida, os estudantes irão simular o crescimento da quantidade de grãos nas primeiras casas do tabuleiro, registrando os dados obtidos. A partir dessas observações, serão incentivados a identificar padrões e formular generalizações, compreendendo o crescimento exponencial envolvido. A metodologia valoriza:
- Aprendizagem ativa;
- Contextualização histórica;
- Investigação matemática;
- Construção de padrões.

Resultados Esperados

- Compreensão do crescimento exponencial;
- Desenvolvimento do raciocínio lógico;
- Capacidade de interpretação de padrões;
- Maior interesse pela Matemática;

Diferencial da Atividade

- Uso de narrativa histórica envolvente;
- Forte impacto visual do crescimento exponencial;
- Integração entre Matemática e cultura;
- Aprendizagem significativa e memorável.

Figura 10 - Trabalhando com a lenda o Xadrez

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Encontro 7 - Modelagem de Fenômenos Reais: Por que tomar o remédio na hora certa?

Objetivo

Compreender o conceito de decaimento exponencial por meio da modelagem da absorção e eliminação de medicamentos no organismo, desenvolvendo a capacidade de interpretar fenômenos reais com base na Matemática.

Problema Gerador
O que acontece no organismo quando não tomamos o remédio no horário correto?

Materiais (Oficina)
- Copos ou recipientes transparentes;
- Água (representando o medicamento);
- Corante (opcional);
- Colher ou conta-gotas;
- Papel e lápis;
- Calculadora (opcional);
- Quadro e pincel.

Passo a passo
- Representar o medicamento com um copo contendo água;
- Simular o tempo retirando metade do líquido em intervalos iguais;
- Registrar a quantidade restante após cada intervalo;
- Organizar os dados em tabela;
- Identificar o padrão de redução.

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT304) Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros.
- (EM13MAT403) Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função.

Metodologia

A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem de modelagem matemática, na qual os alunos irão representar, de forma concreta, o comportamento de um medicamento no organismo. Inicialmente, será proposta uma simulação prática, permitindo aos estudantes observar a redução da quantidade de “medicamento” ao longo do tempo. Em seguida, os dados serão registrados e organizados, favorecendo a identificação de padrões. Posteriormente, o professor conduzirá a formalização do conceito de decaimento exponencial, relacionando a situação prática à linguagem matemática. A metodologia valoriza:
- Aprendizagem ativa
- Contextualização com a vida real
- Investigação matemática
- Interdisciplinaridade (Matemática + Ciências)

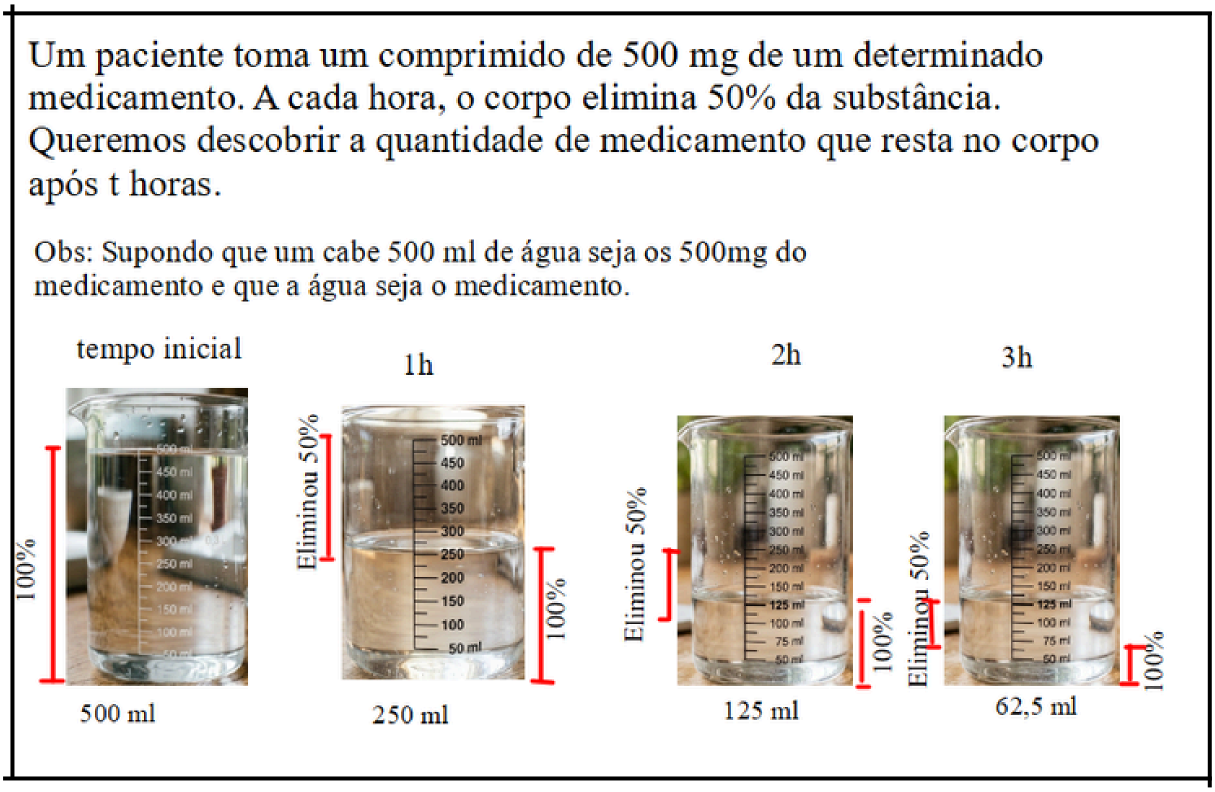
Resultados Esperados

- Compreensão do decaimento exponencial;
- Capacidade de interpretar fenômenos reais;
- Desenvolvimento do pensamento crítico;
- Maior engajamento dos alunos;

Diferencial da Atividade

- Forte conexão com o cotidiano;
- Integração com temas de saúde;
- Aprendizagem significativa;
- Aplicação prática da Matemática.

Figura 11 - Trabalhando medicamento usando copo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Encontro 8 - Modelagem de Fenômenos Reais: Lei de Resfriamento de Newton

Objetivo
Compreender o conceito de decaimento exponencial por meio da modelagem do resfriamento de um corpo, analisando como a temperatura varia ao longo do tempo em relação ao ambiente.

Problema Gerador
Por que uma moeda quente esfria com o tempo e como podemos prever sua temperatura?

Materiais (Oficina)
- Uma panela com água;
- Uma moeda;
- Termômetro (digital ou comum);
- Termômetro infravermelho;
- Fogão elétrico;
- Cronômetro ou celular;
- Papel e lápis;
- Planilha (opcional);
- GeoGebra (opcional para gráfico);
- Quadro e pincel.

Passo a passo
- Medir a temperatura inicial da moeda;
- Registrar a temperatura ambiente;
- Medir a temperatura a cada intervalo de tempo (ex: de 2 em 2 minutos);
- Anotar os dados em tabela;
- Construir um gráfico (tempo × temperatura);
- Analisar o comportamento do resfriamento;
- Comparar com o medelo matemático.

BNCC (Base Nacional Comum Curricular)
Ensino Médio:
- (EM13MAT304) Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros.
- (EM13MAT403) Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função.

Metodologia
A atividade será desenvolvida por meio de uma abordagem de modelagem matemática experimental, na qual os alunos irão investigar o comportamento térmico de uma moeda ao longo do tempo. Inicialmente, será realizada a coleta de dados por meio de medições periódicas. Em seguida, os estudantes organizarão as informações em tabelas e gráficos, identificando padrões de variação. Posteriormente, o professor conduzirá a análise do fenômeno, destacando que a diferença entre a temperatura do objeto e a do ambiente diminui ao longo do tempo, caracterizando um comportamento exponencial. A metodologia valoriza:

- Experimentação;
- Investigação científica;
- Interdisciplinaridade (Matemática + Física);
- Construção de modelos.

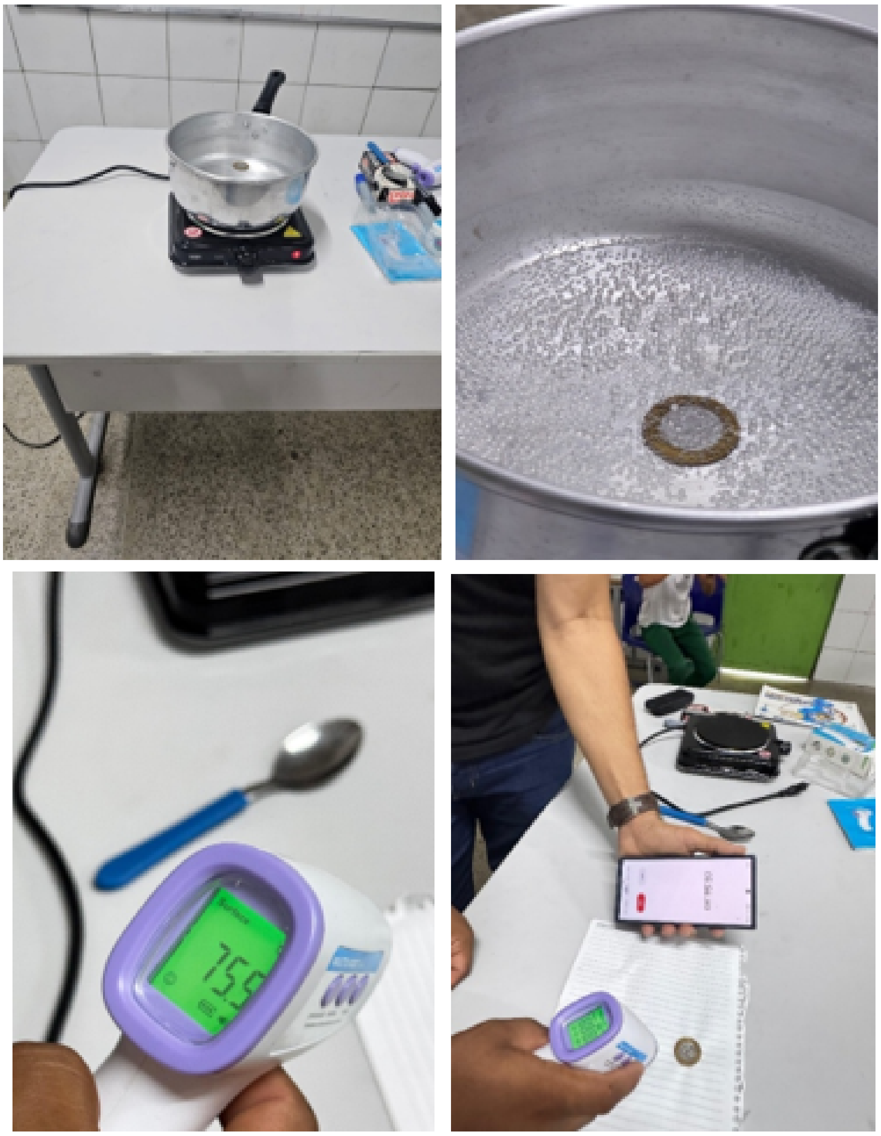
Resultados Esperados

- Compreensão do decaimento exponencial;
- Interpretação de fenômenos físicos;
- Desenvolvimento do pensamento científico;
- Aplicação da Matemática na realidade.

Diferencial da Atividade

- Forte conexão com fenômenos do cotidiano;
- Integração entre Matemática e Ciências;
- Aprendizagem prática e investigativa;
- Desenvolvimento do pensamento crítico.

Figura 12 - Oficina da lei de Resfriamento de Newton



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Encontro 9 - Realização do pós-teste.

O último encontro desta pesquisa consistiu na aplicação do pós-teste, um instrumento de avaliação somativa estruturada para mensurar os avanços cognitivos dos estuantes após as oficinas de modelagem. O objetivo foi avaliar a evolução da aprendizagem e a consolidação dos conceitos de funções exponenciais após a intervenção pedagógica, comparando os níveis de proficiência e a capacidade de argumentação matemática dos estudantes com os resultados obtidos na etapa inicial. O instrumento foi segmentado em duas frentes complementares:

1. Avaliação Quantitativa (Objetiva): Composta por dez questões de múltipla escolha, focadas no domínio de propriedades, resolução de equações e interpretação de gráficos, visando uma análise estatística do desempenho da turma.
2. Avaliação Qualitativa (Subjetiva): Constituída por seis questões discursivas que exigiam a elaboração de modelos matemáticos para situações problema. O intuito desta parte foi analisar a qualidade dos registros e a maturidade do raciocínio lógico matemático dos estudantes.

A figura 13 representa a realização do teste final feito em sala de aula, em um momento reservado apenas para isso. O objetivo foi deixar os estudantes à vontade para mostrarem, por conta própria, tudo o que aprenderam durante as oficinas e as aulas. Assim, pudemos ver como eles usaram o conhecimento que construíram para resolver os problemas sozinho.

Figura 13 - Aplicação do pós-teste

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Capítulo 4 - Resultados e evidências de sucesso

Avanço no Desempenho
Melhora significativa nas médias do pós-teste em relação ao diagnóstico inicial, evidenciando a eficácia da intervenção didática.

Compreensão Conceitual
Estudantes demonstraram maior domínio sobre os conceitos de crescimento e decrescimento exponencial, superando a memorização mecânica.

Interpretação Gráfica
Avanço na leitura e construção de gráficos, facilitando a visualização do comportamento da curva exponencial e suas propriedades

Articulação Algébrica
Melhor capacidade de relacionar fenômenos reais com suas respectivas expressões algébricas, conectando teoria e prática.

Engajamento Estudantil
A metodologia ativa gerou maior participação e interesse nas aulas, com os alunos assumindo uma postura investigativa.

Comparação com resultados de provas externas
Confirmou a evolução nas habilidades específicas trabalhadas durante as oficinas.

Capítulo 5 - Conclusão e recomendações para o professor

Por fim, os resultados obtidos permitem concluir que a sequência didática baseada na modelagem matemática se mostrou uma estratégia pedagógica eficaz para o ensino de funções exponenciais no Ensino Médio, especialmente no contexto da escola pública investigada. A proposta apresentou alinhamento com as habilidades da BNCC, em especial as EM13MAT203, EM13MAT303, EM13MAT304, EM13MAT403, EM13MAT508 associadas as habilidades da matriz do Saeb, e servir de referência para práticas pedagógicas que busquem tornar o ensino de Matemática mais significativo, contextualizado e investigativo.

Diante dos resultados obtidos na aplicação da sequência didática baseada na modelagem matemática para o ensino de funções exponenciais, algumas recomendações podem ser apontadas para investigações futuras. Primeiramente, sugere-se a ampliação da proposta para outras turmas do Ensino Médio, como por exemplo a 1ª série, que é o ano que os estudantes veem pela primeira vez funções exponenciais, possibilitando análises comparativas e verificar a replicabilidade da sequência didática em realidades distintas.

Outra possibilidade consiste na adaptação da sequência didática para outros conteúdos matemáticos, tais como funções logarítmicas, progressões geométricas e funções exponenciais com base natural, onde o conteúdo de funções exponenciais seria o ponto de partida, ampliando o uso da modelagem matemática como estratégia pedagógica ao longo do currículo do Ensino Médio. E ainda podem explorar a integração da modelagem matemática com o uso de tecnologias digitais, como softwares de simulação, planilhas eletrônicas e aplicativos educacionais, potencializando a análise de dados e a construção de modelos.

Agradecimetos

Antes de tudo, agradeço a Deus, fonte de força e esperança, por ter me sustentado ao longo de toda essa caminhada. Nos momentos de dúvida, foi Ele quem me deu coragem para continuar; nos momentos de conquista, foi a Ele que dediquei cada vitória.

À minha família, meu porto seguro, especialmente à minha esposa (Simony) e à minha filha (Sarah), que estiveram ao meu lado em todos os momentos. Obrigado pelo amor, pela paciência e por compreenderem minhas ausências. Vocês são a razão de cada esforço e a inspiração que me move todos os dias.

Aos meus pais e à minha irmã, que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu duvidava. Carrego comigo cada ensinamento, cada palavra de incentivo e todo o carinho que me fortaleceu até aqui.

À CAPES, pelo apoio financeiro durante os dois anos de curso, que tornou possível a realização deste sonho e permitiu que eu me dedicasse com mais tranquilidade à minha formação.
Aos professores do Instituto Federal do Piauí, minha sincera gratidão por cada ensinamento compartilhado. Em especial, aos meus orientadores, Professor Dr. Guilherme Luiz de Oliveira Neto e Professor Dr. Ronaldo Campelo da Costa, que foram muito além da orientação acadêmica. Obrigado pelos conselhos, pela paciência, pela confiança e por acreditarem no meu trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, que dividiram comigo essa jornada intensa e transformadora. Entre desafios, aprendizados e conquistas, construímos não apenas conhecimento, mas também laços que levarei para a vida.

À direção da escola onde trabalho, pelo apoio, compreensão e incentivo. Conciliar trabalho e estudo não foi fácil, mas o suporte recebido fez toda a diferença para que eu chegasse até aqui.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho. Este trabalho não é apenas meu — ele carrega um pouco de cada pessoa que caminhou comigo.

Autores

Mestrando em Matemática - Profmat (IFPI). Especialista em Ensino de Matemática no Ensino Médio pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI) (2019). Possuo graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI) (2009). Atualmente é professor - SEMED PARNARAMA e professor - Secretaria do Estado de Educação do Piauí . Tenho experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática

Possuo Graduação em Matemática pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG (2006), Especialização em Ensino de Matemática pela Faculdades Montenegro (2009), Mestrado em Matemática pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB (2012) e Doutorado em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG (2020). Atualmente sou professor permanente do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí-IFPI, Campus Floriano. Coordenador do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT/IFPI) no Campus Floriano.

Bacharel (2003) e licenciado (2004) em Matemática pela Universidade Federal do Piauí, mestre em Ciências pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2009) e doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (2016). É professor do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal do Piauí. Líder Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Ensino e Modelagem Matemática - GEPEMM. Integrante do grupo de Estudos e Pesquisa sobre a Atividade Pedagógica (GEPAPe). É também professor do programa de pós-graduação stricto sensu em Matemática - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018. Disponível https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf . Acesso em 19 mai. de 2025

FERREIRA, Débora Borges; OLIVEIRA, Edvan Pontes de. A matemática no jogo de Torres de Hanói. Rio de Janeiro: SBM – Sociedade Brasileira de Matemática, 2023. Disponível em: < https://sbm.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Torre_de_Hanoi_SBM.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2026.

LIMA, J. A. MODELAGEM MATEMÁTICA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA: caminhos para um ensino contextualizado de funções exponenciais no Ensino Médio. Dissertação (PROFMAT). IFPI – Campus Floriano, 2026.

MEYER, João Frederico Costa Azevedo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Modelagem em Educação Matemática. – 4. ed.; – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

Apêndice - Materiais pronto para usar

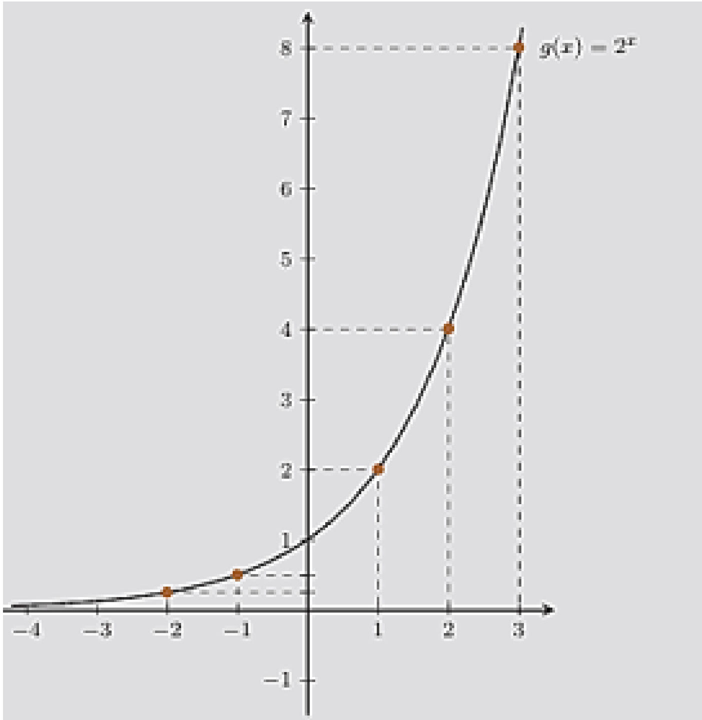
APÊNDICE 1 - Pré – teste

Nome:____ Idade: ________
Série: __________ Turma: __________

FUNÇÃO EXPONENCIAL

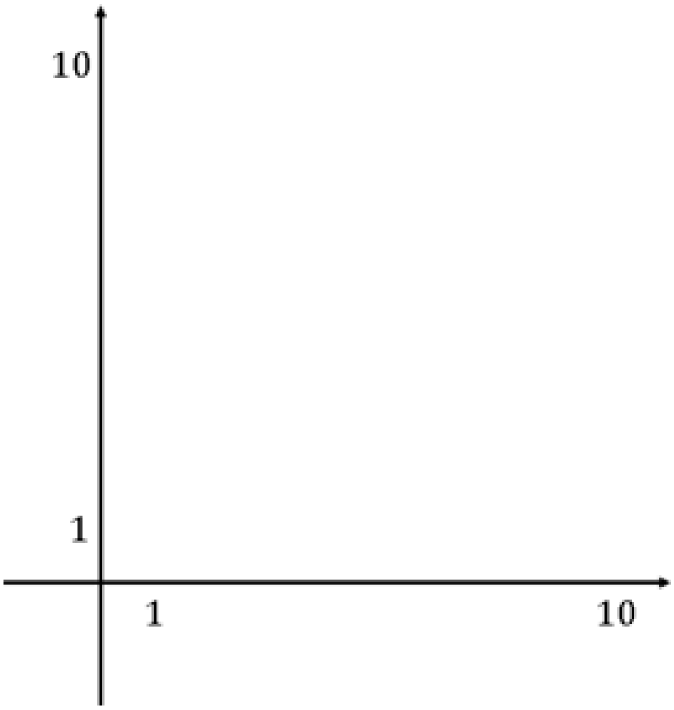
Exercício 1.1

a) Quais são as coordenadas dos pontos destacados no gráfico da função $g(x)=2^x$ representado na figura abaixo?



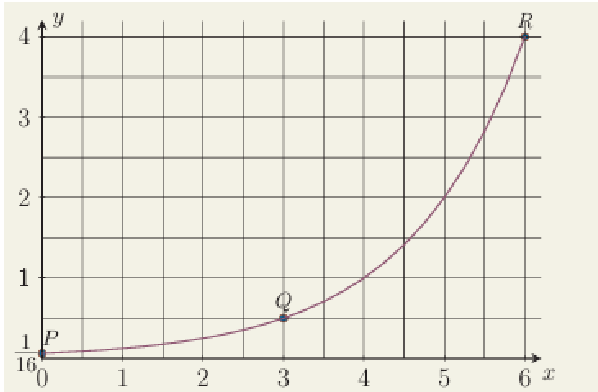
b) O que essas coordenadas representam?

c) Agora esboce o gráfico da função exponencial $g(x)=10^x$, definida para todo número real x.



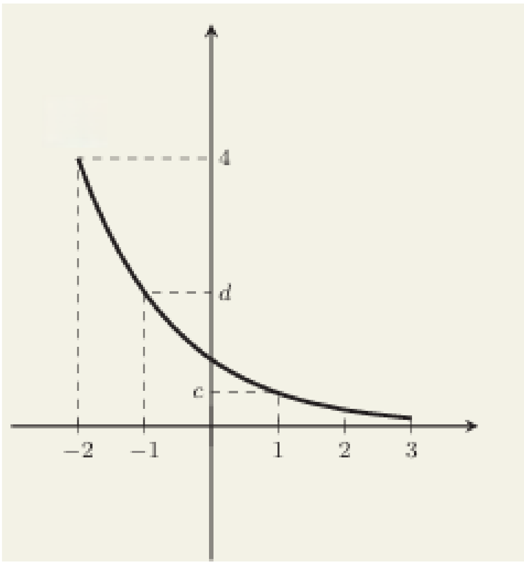
Exercício 1.2 A seguinte figura mostra parte do gráfico de uma função da forma $f(x)=Aa^x$, onde A e a são constantes.

a) Determine as coordenadas dos pontos P, Q e R.



b) Determine o valor A e a na função $f(x)=Aa^x$.

Exercício 1.3 Observe o gráfico na figura faça os seguintes itens.



x

a) O gráfico representa a função $h(x)=A^x$, para algum A>0. Determine o valor de A.

b) Calcule h(−3) e h(3).

c) Os pontos (−1,d) e (1,c) pertencem ao gráfico. Qual o valor de d−c?

d) Para qual valor de x devemos ter h(x)=1/16?

e) Para qual valor de x devemos ter h(x)=16?

Exercício 1.4 - PAEBES, ItemM120261A9 (adaptada)- A evolução prevista para certa cultura de bactérias é dada por $N(t)=2\cdot 3^t$, em que N é o número de bactérias, e t é o tempo em anos. Qual será o tempo necessário para que o número de bactérias seja de 486?

Exercício 1.5 - SAEGO, ItemM120282H6(adaptada) - Em determinado período, um pecuarista constatou que a população P, em milhares, de caprinos e ovinos da empresa onde atuava variava de acordo com a função $P(t)=\frac{1}{4}2^t$, em que t representa o tempo, em anos, a partir do início do registro dessa população. Depois de 6anos do início desse registro, a população, em milhares, de caprinos e ovinos será de quanto?

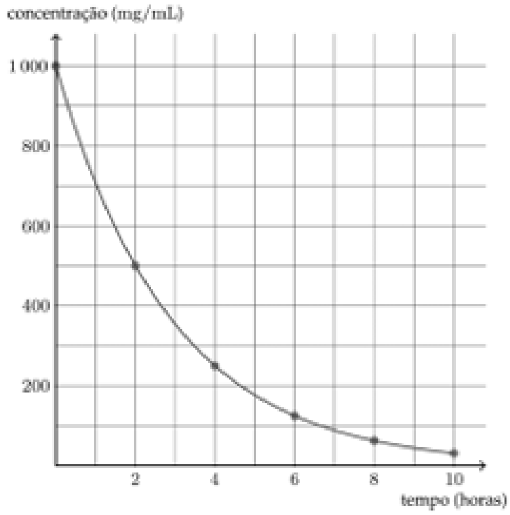
Exercício 1.6 PAEBES, ItemM120109A9 (adaptada), adaptada. No meio de uma avenida movimentada, o motorista aciona os freios de seu automóvel. Após a freada, o automóvel percorre 24 metros no 1º segundo, 12 metros no 2º segundo, e assim por diante, percorrendo, em cada segundo, metade da distância que percorreu no segundo anterior. A distância total a ser percorrida no tempo de 4 segundos após a freada será de
A) 15metros. B) 21metros. C) 27metros. D) 42metros. E) 45metros.

TEXTO REFERENTE AOS EXERCÍCIOS 1.7 E 1.8.

A seguinte tabela mostra a concentração de um medicamento na corrente sanguínea após o instante em que o medicamento é ingerido.

Tempo (em horas)	**Concentração do medicamento** (em mg/mL)
0	1 000
2	500
4	250
6	125

Esses dados podem ser representados no plano cartesiano da seguinte forma:



Exercício 1.7 Após a ingestão do medicamento, em quanto tempo, em horas, sua concentração na corrente sanguínea é igual a 31,25 mg/mL?

Exercício 1.8 Qual dos seguintes tipos de função melhor modela a concentração do medicamento em função do tempo?

a) Função afim da forma $f(t)=1000+at$, onde a>0.

b) Função exponencial da forma $f(t)=1000\cdot a^t$, onde $a>1$.

c) Função exponencial da forma $f(t)=1000\cdot a^t$, onde $0<a<1$.

d) Função quadrática da forma $f(t)=at^2+bt+c$ com $a<0$.

e) Função quadrática da forma $f(t)=at^2+bt+c$ com $a>0$

Exercício 1.9. Marcos solicitou ao banco, em janeiro de 2025, financiamento de uma dívida de R$ 2 000,00, a uma taxa de juros compostos de 10% ao mês. Caso realizasse o pagamento 2 meses após o financiamento, isto é, em março de 2025, o valor a ser pago por Marcos seria igual a
a) R$ 2 420,00. b) R$ 2 400,00. c) R$ 2 040,00. d) R$ 2 020,00. e) R$ 2 010,00.

Exercício 1.10. Você apresenta dificuldades no conteúdo de função exponencial (conceito e definição, representação algébrica, resolução de problemas)? ( ) Sim ( ) Não
Se sim, em qual(is)? ( ) Conceito e definição ( ) Representação algébrica ( ) Resolução de problemas

I. Se você marcou que sente dificuldade em conceito e definição, qual seria essa dificuldade?
( ) Compreender o que é uma função exponencial.
( ) Dificuldade em aplicar a definição de função exponencial nas questões.
( ) Distinção entre função exponencial e outras funções, como a função quadrática e afins e logarítmica.

II. Se você marcou que sente dificuldade em Representação algébrica, qual seria essa dificuldade?
( ) Compreender o significado dos coeficientes na construção do gráfico.
( ) Em encontrar a função exponencial a partir de dois pontos.
( ) Na substituição de valores em uma função exponencial.

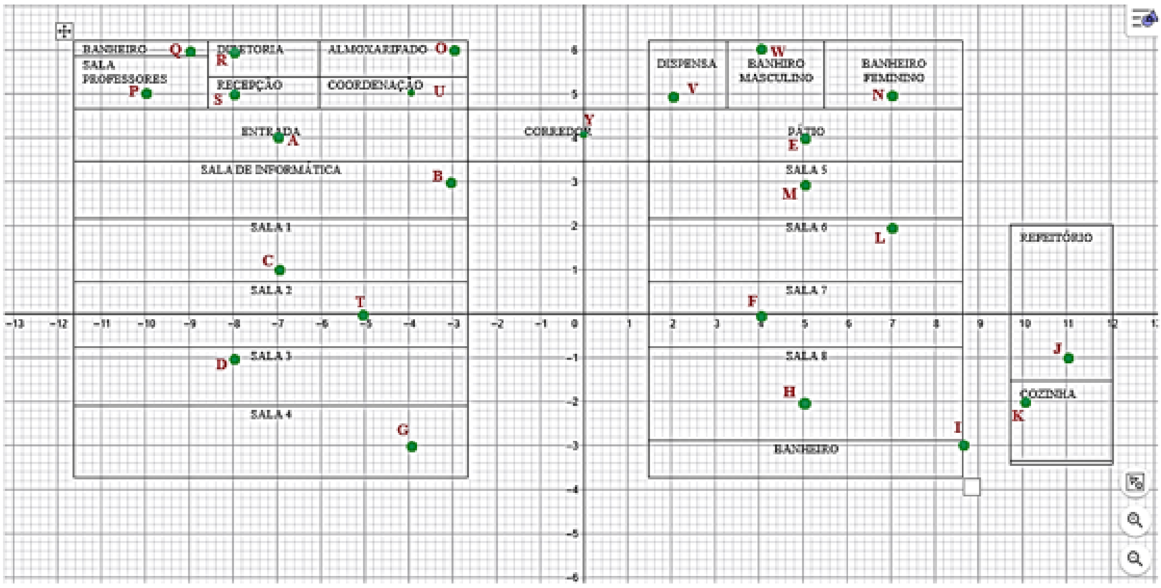
III. Se você marcou que sente dificuldade em resolução de problemas, qual seria essa dificuldade?
( ) Em encontrar uma função exponencial a partir de um problema.
( ) Em aplicar a função exponencial na resolução de questões práticas.
( ) Verificação da solução encontrada para garantir que ela se alinha com as condições do problema original

APÊNDICE 2 - Explorando o Plano Cartesiano a partir da Planta da Escola

Objetivo da atividade

Relacionar pares ordenados à localização de espaços reais da escola, desenvolvendo a compreensão do plano cartesiano como ferramenta de representação e análise espacial.

Observe o plano cartesiano sobreposto à planta da escola e responda as questões de 1 a 7.



1. Determine as coordenadas seguintes pontos:
a) Entrada (A)
b) Sala 1 (C)
c) Sala 3 (D)
d) Sala 6 (L)
e) Refeitório (J)

2. Em qual quadrante está localizado:
a) A Sala 4 (G)?
b) O Pátio (E)?
c) A Diretoria (R)?

3. Existe algum ponto localizado sobre um dos eixos coordenados? Se sim, identifique-o e escreva suas coordenadas.

4. Considere que um estudante:
Sai da Entrada (A) e vai até a Sala 5 (M).
a) Qual é a variação na coordenada x?

b) Qual é a variação na coordenada y?

4. Determine a distância aproximada, em unidades do plano, entre:
a) Sala 1 (C) e Sala 3 (D)
b) Sala 6 (L) e Refeitório (J)
(Use a fórmula da distância entre dois pontos.)

5. Um estudante saiu da Sala de Informática (B), passou pelo Pátio (E) e seguiu até a Cozinha (K) e voltou para Sala de Informática (B)
a) Represente esse trajeto no plano.

b) Calcule a área representada pelos pontos.

6. Se uma câmera de segurança estiver instalada no ponto médio entre a Diretoria (R) e a Coordenação (U), determine suas coordenadas.

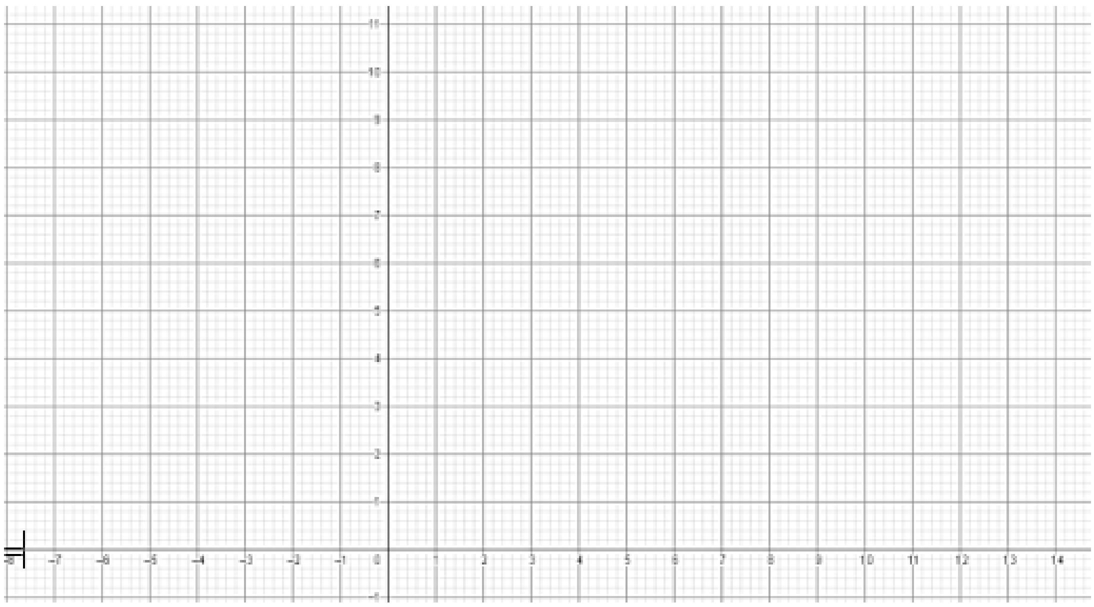
7. Se o Banheiro Feminino (N) estiver 2 unidades acima da sua posição atual, quais seriam suas novas coordenadas?

APÊNDICE 3 - Roteiro de atividade investigativa com uso do GeoGebra

Objetivo da atividade
Investigar o comportamento gráfico das funções exponenciais por meio do software GeoGebra, analisando crescimento, decrescimento, domínio, imagem, assíntota horizontal e transformações gráficas, de modo a favorecer a compreensão conceitual da função exponencial.

1. Construa o gráfico da função

$$y = 2^x$$



Após a construção, responda:
a) Qual é o domínio da função?

b) Quais valores a função pode assumir (imagem)?

c) O gráfico intercepta o eixo x? Justifique.

d) O que acontece com a curva quando $x \to -\infty$?

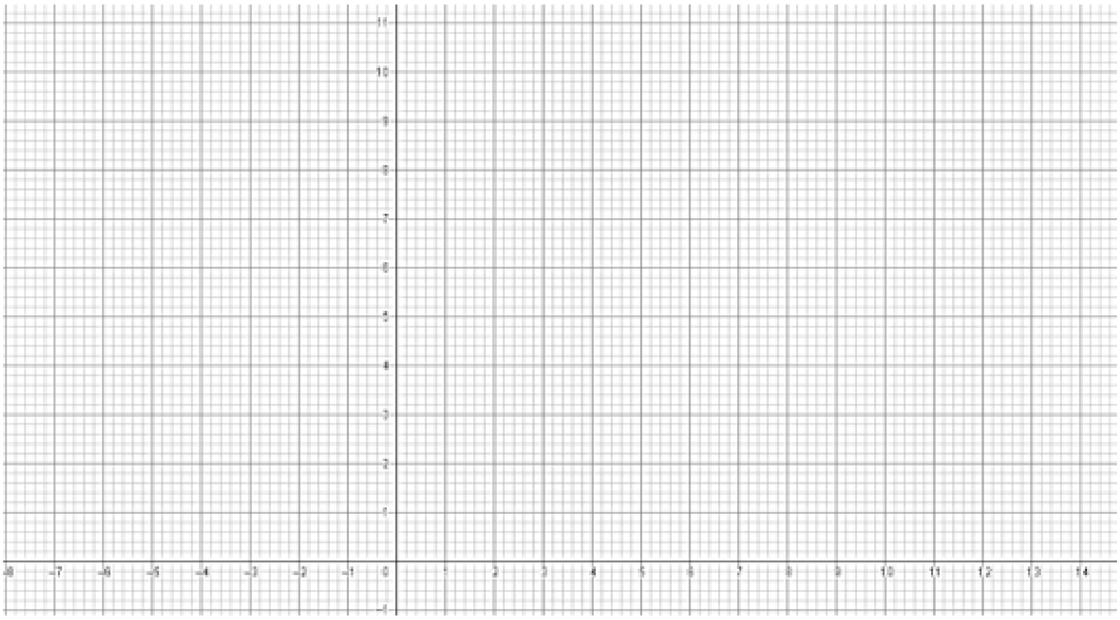
e) função é crescente ou decrescente? Explique com base no gráfico.

Agora, utilize a ferramenta de zoom:
f) Ao ampliar a visualização, o que você percebe em relação à proximidade da curva com o eixo x?

g) Ao reduzir o zoom, o comportamento da curva se altera? Existe alguma interrupção ou falha?

2. Construa agora o gráfico da função:

$$y = \left(\frac{1}{2}\right)^{x}$$



Responda:

a) A função é crescente ou decrescente?

b) Compare o comportamento desta função com o da função anterior.

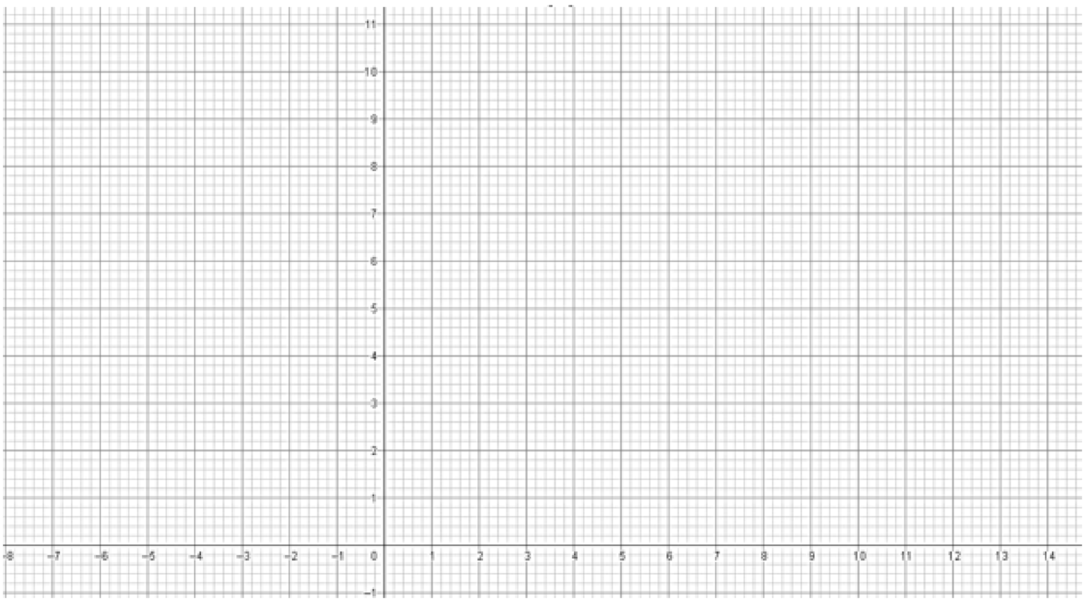
c) O que ocorre quando x→+∞?

d) Existe assíntota horizontal? Qual?

Registre as diferenças observadas entre as duas funções.

3. Construa, no mesmo plano cartesiano, as seguintes funções:

$$f(x) = 3^{x}$$
$$g(x) = 4^{x}$$



Responda:
a) Quanto maior a base, o crescimento ocorre de forma mais rápida ou mais lenta?
b) O que permanece igual entre os gráficos?
c) O que muda?
Elabore uma conclusão sobre a influência da base no comportamento da função exponencial.

4. Digite no Geogebra:

$$y = a^x$$

Crie um controle deslizante para o parâmetro a, variando entre 0 e 5.
Movimente o controle e registre:
a) O que acontece quando a>1?
b) O que ocorre quando 0<a<10?
c) O que acontece quando a=1?
Descreva suas conclusões.

5. Construa, no mesmo plano cartesiano, as funções:

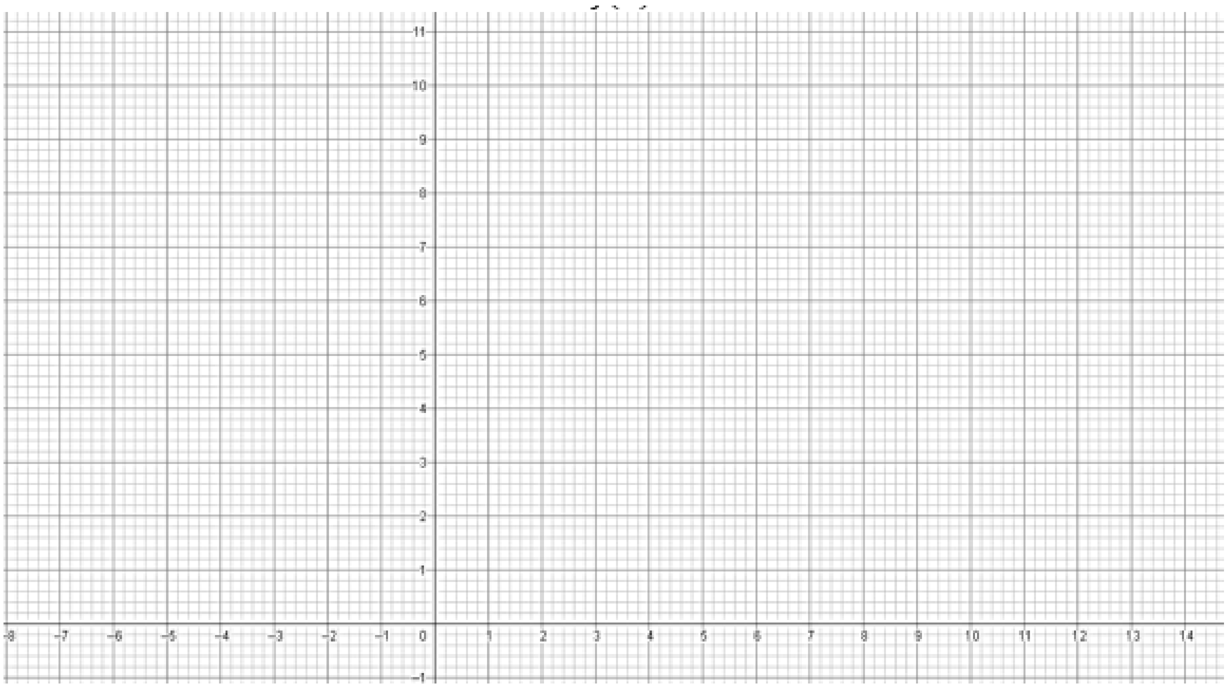
$$f(x) = 4^x$$

$$g(x) = 4^x + 1$$

$$h(x) = 4^x - 1$$

$$i(x) = 4^x + 2$$

$$j(x) = 4^x - 2$$

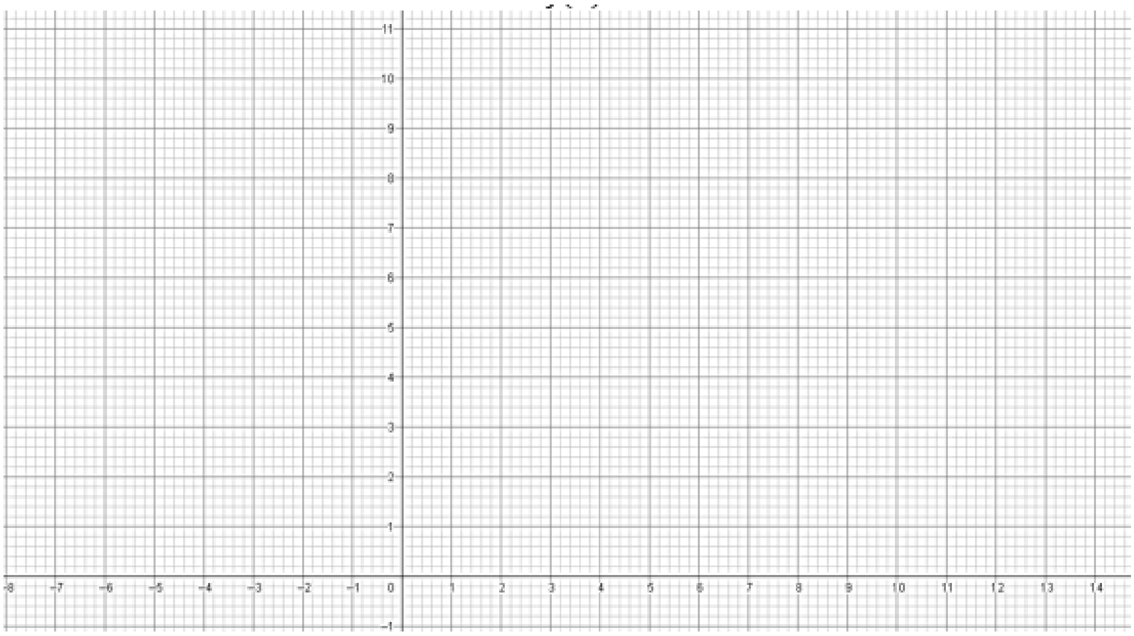


Responda:
a) O que ocorre com o gráfico quando somamos ou subtraímos um número constante?
b) A forma da curva se altera?
c) A assíntota horizontal muda? Justifique.

6. Construa num mesmo plano cartesiano os gráficos das funções exponenciais dadas pelas leis abaixo e registre suas observações;

a) $y = 4^x$ b) $y = 2.4^x + 1$ c) $y = 3.4^x - 1$ d) $y = 4.4^x + 2$

e) $y = 5.4^x - 2$



a) O que ocorre com o gráfico quando multiplicamos a função por uma constante positiva?
b) O ponto de interseção com o eixo y se altera?
c) O crescimento continua exponencial?

APÊNDICE 4 - Torre de Hanói – Explorando padrões com modelagem matemática

Objetivo da atividade
Promover a construção do conceito de função exponencial a partir da investigação de um problema clássico da matemática recreativa, favorecendo a identificação de padrões numéricos, a formulação de conjecturas e a elaboração de um modelo matemático generalizador.

A Torre de Hanói é um jogo matemático que consiste em três pinos e um conjunto de discos de tamanhos diferentes. Todos os discos começam empilhados em um dos pinos, do maior embaixo até o menor em cima.

O objetivo é mover todos os discos para outro pino, seguindo estas regras:
1. Só é possível mover um disco por vez.
2. Um disco só pode ser colocado sobre um disco maior ou em um pino vazio.

Menelaus encontrou um jogo da Torre de Hanói com 1 disco. Ele conseguiu resolver com apenas 1 movimento.
Curioso, ele aumentou para 2 discos e percebeu que precisou de 3 movimentos.
Com 3 discos, levou 7 movimentos.
Ele registrou os resultados em uma tabela:
Quantidade de discos (n) Mínimo de movimentos (T(n))

Quantidade de discos (n)	Mínimo de movimentos (T(n))
1	1
2	3
3	7
4	?
5	?

Perguntas:
a) Complete a tabela acima com o número mínimo de movimentos necessários para 4 e 5 discos, observando o padrão.

b) Menelaus percebeu que o número de movimentos parece seguir uma regra. Escreva essa regra (fórmula) para calcular o número mínimo de movimentos M(n) com base na quantidade de discos n.

c) Usando a fórmula que você encontrou, calcule quantos movimentos são necessários para:

- 6 discos

- 10 discos

d) Se cada movimento levar exatamente 2 segundos, quanto tempo (em minutos e segundos) João levaria para resolver a torre com 6 discos?

e) Esboce o gráfico da fórmula encontrada no item “b”, determinando o domínio e a imagem.

APÊNDICE 5 - O Desafio dos Grãos que se Multiplicam

Objetivo da atividade
Identificar regularidades numéricas a partir da análise de uma sequência construída por duplicação sucessiva.

A História do Tabuleiro e dos Grãos que dobram

Há muitos anos, em um reino distante, vivia um rei que gostava de desafios. Mesmo sendo muito rico, ele se sentia entediado e queria algo que estimulasse seu pensamento.

Um dia, um jovem estudioso apresentou ao rei um novo jogo. O jogo era formado por um tabuleiro com 64 casas e peças que se moviam seguindo regras específicas. O rei gostou tanto do jogo que decidiu oferecer uma recompensa ao jovem.

— Peça o que quiser — disse o rei.

O jovem respondeu com um pedido que parecia simples:

— Quero apenas grãos de trigo. Coloque 1 grão na primeira casa do tabuleiro,
2 grãos na segunda, 4 grãos na terceira, 8 grãos na quarta, e assim por diante, sempre dobrando a quantidade da casa anterior, até a casa de número 64.

O rei achou que era um pedido pequeno e aceitou imediatamente. Mas, quando seus conselheiros começaram a fazer as contas, perceberam algo surpreendente: a quantidade de grãos crescia muito rápido! Ao final do cálculo, descobriram que seria impossível pagar a recompensa, pois o número total de grãos era gigantesco.

O rei então compreendeu que o pedido do jovem escondia uma grande lição matemática: quando uma quantidade dobra repetidamente, ela cresce de forma muito mais rápida do que imaginamos.

Fonte: O Homem que Calculava. (Malba Tahan)

Imagine que você está no lugar do rei da história.

Um estudioso apresenta um jogo com um tabuleiro de 64 casas e faz o seguinte pedido como recompensa, invés do trigo vamos usar feijões.

- 1 feijão na 1ª casa
- 2 feijões na 2ª casa
- 4 feijões na 3ª casa
- 8 feijões na 4ª casa

E assim por diante, sempre dobrando a quantidade anterior, até a 64ª casa.
O rei aceita imediatamente. Mas será que ele conseguirá pagar?

Responda às questões a seguir de acordo com o texto

1. Que tipo de crescimento acontece quando uma quantidade dobra a cada etapa?
2. Quantos grãos haverá:
   - na 5ª casa?

   - na 6ª casa?

   - na 10ª casa?

3. Escreva uma expressão matemática que represente a quantidade de grãos na casa de número n.
4. Você acha que esse crescimento é lento ou muito rápido? Justifique sua resposta.
5. Pesquise ou discuta com seus colegas: onde encontramos situações parecidas com esse tipo de crescimento na vida real?

APÊNDICE 6 - Uso de Medicamentos e Decaimento Exponencial

Objetivo da atividade
Promover a compreensão do conceito de decaimento exponencial por meio da análise de uma situação contextualizada relacionada à concentração de um medicamento no organismo ao longo do tempo.

1. Interpretação do problema

Um paciente toma um comprimido de 600 mg de um determinado medicamento. A cada hora, o corpo elimina 25% da substância. Queremos descobrir a quantidade de medicamento que resta no corpo após t horas.

- Quantidade inicial (Q_0):
- Taxa de eliminação:
- Tempo (t):
- Queremos: a quantidade de medicamento Q(t) que resta no corpo após t horas.

2. Cálculos em alguns instantes

Tempo (t) – horas	Cálculo	Quantidade restante (mg)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

3. Interpretação dos resultados

4. Montando o modelo matemático
Como é uma eliminação percentual (sempre sobre o que resta), trata-se de um decaimento exponencial:
$Q(t)= Q_0(1-r)^t$

5. Resumo final do modelo

6. Tempo para restar 100 mg?

APÊNDICE 7 - lei de resfriamento de Newton com uma moeda.

Objetivo da atividade
Promover a compreensão do conceito de decaimento exponencial por meio da investigação experimental do comportamento térmico de um corpo metálico em processo de resfriamento.

Atividade investigativa: análise experimental do resfriamento de um corpo metálico e modelagem matemática do fenômeno observado.
Elabore suas respostas de forma argumentativa, explicando o raciocínio utilizado em cada etapa da análise.
Construa representações gráficas e tabelas que auxiliem na interpretação dos dados coletados.
É permitido trabalhar em grupo para discutir ideias, mas cada aluno deve redigir suas próprias respostas.

Parte 1 – Observação e coleta de dados
1. Descreva com suas palavras como foi feito o experimento de aquecer e medir a temperatura da moeda.

2. Monte uma tabela com os valores de temperatura medidos ao longo do tempo.

3. Observe o comportamento da moeda ao longo do tempo e descreva o que aconteceu.

Parte 2 – Análise e modelagem matemática

1. Com base nos dados coletados, desenhe o gráfico de Temperatura (°C) × Tempo (min).

2. Explique, com base na expressão matemática do modelo, por que a variação da temperatura ao longo do tempo caracteriza um comportamento exponencial decrescente.

3. Compare o modelo teórico da Lei de Resfriamento com os dados reais da moeda.

Parte 3 – Interpretação e reflexão
1. Cite fatores que podem interferir na precisão das medições de temperatura.

2. Em que outras situações cotidianas podemos observar fenômenos que seguem a Lei de Resfriamento de Newton?

Reflita sobre o que você aprendeu nesta atividade

APÊNDICE 8 – Pós – Testes com questões subjetivas

Nome:____ Idade: ________
Série: ___________ Turma: ___________

FUNÇÃO EXPONENCIAL: Questões subjetivas

Exercício 1.1

Construa o gráfico da função $f(x) = 2^x$ e responda:
a) Quais são as coordenadas dos pontos que você observa no gráfico para x = -1, 0, 1, 2?

b) O que representa o número "2" nessa função?

c) Se trocarmos o 2 por 3, o que muda no gráfico?

Exercício 1.2
A tabela mostra o crescimento de uma planta em centímetros, medido a cada semana.

Semana (t)	0	1	2	3
Altura (cm)	5	10	20	40

a) O crescimento da planta pode ser representado por uma função exponencial?

b) Escreva a função que representa esse crescimento.

c) Qual será a altura após 6 semanas?

Exercício 1.3
Um remédio tem 200 mg no corpo logo após ser ingerido. A cada hora, a quantidade é reduzida pela metade.
a) Qual a quantidade após 3 horas?

b) Depois de quantas horas restará apenas 25 mg?

c) Esse é um exemplo de crescimento ou decaimento exponencial?

Exercício 1.4
Um capital de R$ 1.000,00 é aplicado a juros compostos de 10% ao mês.
a) Escreva a expressão que representa o valor acumulado após t meses

b) Quanto haverá após 3 meses?

c) Em que situação real esse tipo de cálculo é usado?

Exercício 1.5
De acordo com os dados da tabela, construa gráfico que representa o resfriamento de uma xícara de café:

Tempo(min)	0	2	4	6
Temperatura (°C)	90	70	55	43

a) Esse fenômeno é representado por uma função crescente ou decrescente?

b) A temperatura está diminuindo sempre na mesma quantidade ou em proporções?

c) Que tipo de função melhor representa esse comportamento?

Exercício 1.6 – Autoavaliação
O que mais te ajudou a entender o conteúdo?

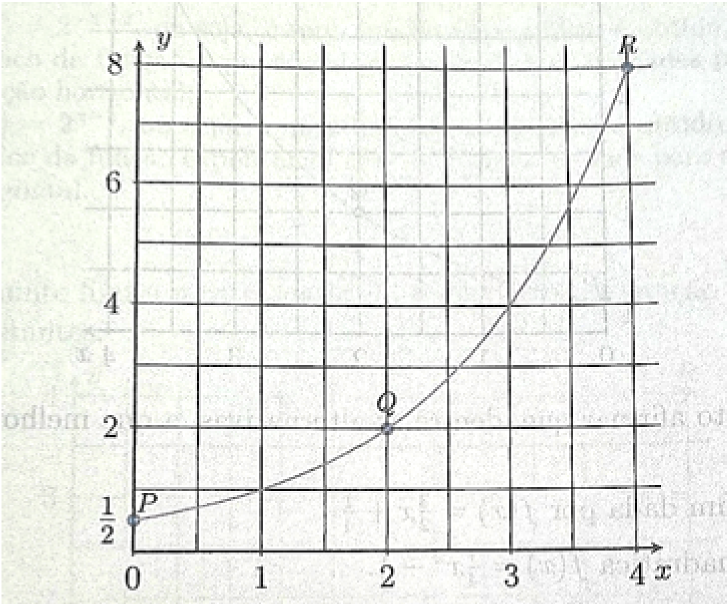
Objetivo do Pós-Teste
• Verificar se o estudante reconhece o comportamento das funções exponenciais (crescimento e decaimento);
• Avaliar a capacidade de interpretar gráficos e situações reais;
• Observar avanços conceituais após a sequência didática de modelagem.

APÊNDICE 9 – Pós – Testes com questões objetivas

Nome:____ Idade: _________
Série: ____________ Turma: ____________

FUNÇÃO EXPONENCIAL: Questões objetivas

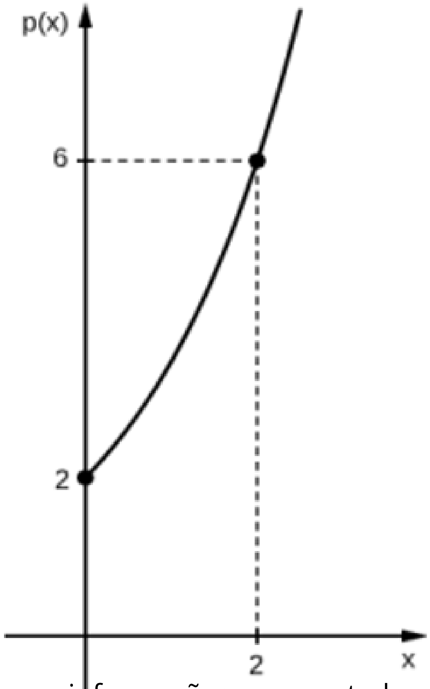
1. (SISEDU 2024.2) Observe, na seguinte figura, o gráfico contendo os pontos P, Q e R.



a) $y = 2^{-x}$ b) $y = 2^{x-1}$ c) $y = 2^{x}$ d) $y = x^2$ e) $y = 2x$

2. (PAEBES, ADAPTADA)) A evolução prevista para certa cultura de bactérias é dada por $N(t)=2.3^{t}$ em que é o número de bactérias, e o é o tempo em anos. Qual é a quantidade de bactérias em 5 anos?
a) 6 bactérias b) 12 bactérias c) 54 bactérias d) 162 bactérias e)486 bactérias

3. Em um experimento de laboratório, uma equipe de pesquisadores acompanhou, ao longo de várias semanas, a evolução da população de determinado inseto, registrando a quantidade observada a cada semana. O crescimento populacional está representado no gráfico a seguir e pode ser modelado por uma função exponencial do tipo $p(x)=p_o 3^{rx}$, onde é a população inicial de insetos, x é o tempo de observação, em semanas, r é a taxa de crescimento da população e p(x) indica a população de insetos, em milhares, na semana x.



Com base nas informações apresentadas, qual é a expressão que melhor representa essa função de crescimento populacional?

a) $p(x) = x^2 + 2x + 2$
b) $p(x) = 2x + 6$
c) $p(x) = 6 \cdot 3^{2x}$
d) $p(x) = 2.3^{\frac{1}{2}x}$
e) $p(x) = 2$.

4. Uma empresa de tecnologia lançou um novo aplicativo e observou que o número de downloads, em milhares, após x meses, pode ser calculado pela expressão $D(x) = 20 \cdot 15^{0,4x}$ .Qual será o número de downloads, em milhares, após 5 meses?
a) 4500 b) 1200 c) 300 d) 120 e) 20

5. (ENEM PPL 2013) Em um experimento, uma cultura de bactérias tem sua população reduzida pela metade a cada hora, devido à ação de um agente bactericida. Neste experimento, o número de bactérias em função do tempo pode ser modelado por uma função do tipo
a) afim. b) seno. c) cosseno. d) logarítmica crescente. e) exponencial.

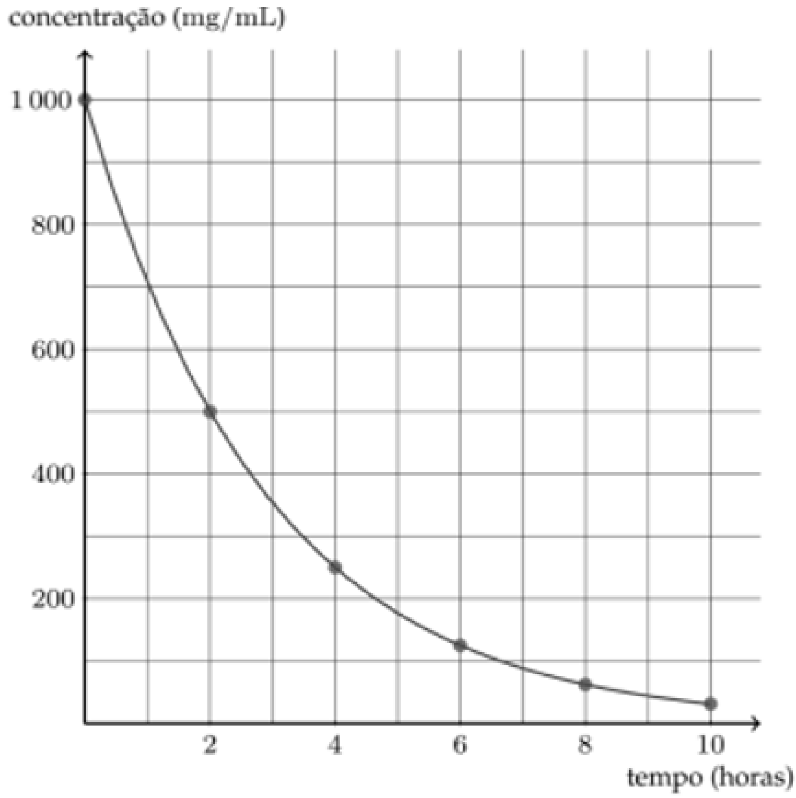
6. (IFPE 2017) No início do ano de 2017, Carlos fez uma análise do crescimento do número de vendas de refrigeradores da sua empresa, mês a mês, referente ao ano de 2016. Com essa análise, ele percebeu um padrão matemático e conseguiu descrever a relação $V(x)=5 +2^x$ onde V representa a quantidade

de refrigeradores vendidos no mês x. Considere: x = 1 referente ao mês de janeiro; x = 12 referente ao mês de dezembro. A empresa de Carlos vendeu, no 2º trimestre de 2016, um total de
a) 13 refrigeradores.
b) 39 refrigeradores.
c) 69 refrigeradores.
d) 112 refrigeradores.
e) 127 refrigeradores.

TEXTO REFERENTE ÀS QUESTÕES 7 E 8

Tempo (em horas)	**Concentração do medicamento** (em mg/mL)
0	1 000
2	500
4	250
6	125

Esses dados podem ser representados no plano cartesiano da seguinte forma:



7. Após a ingestão do medicamento, em quanto tempo, em horas, sua concentração na corrente sanguínea é igual a 31,25 mg/mL?

a) 5 h b) 6 h c) 8 h d) 10 h e) 12 h

8. Qual dos seguintes tipos de função melhor modela a concentração do medicamento em função do tempo?

a) Função afim da forma $f(t) = 1000 + at$, onde $a < 0$.

b) Função exponencial da forma $f(t) = 1000 \cdot a^t$, onde $a > 1$.

c) Função exponencial da forma $f(t) = 1000 \cdot a^t$, onde $0 < a < 1$.

d) Função quadrática da forma $f(t) = at^2 + bt + c$ com $a < 0$.

e) Função quadrática da forma $f(t) = at^2 + bt + c$ com $a > 0$.

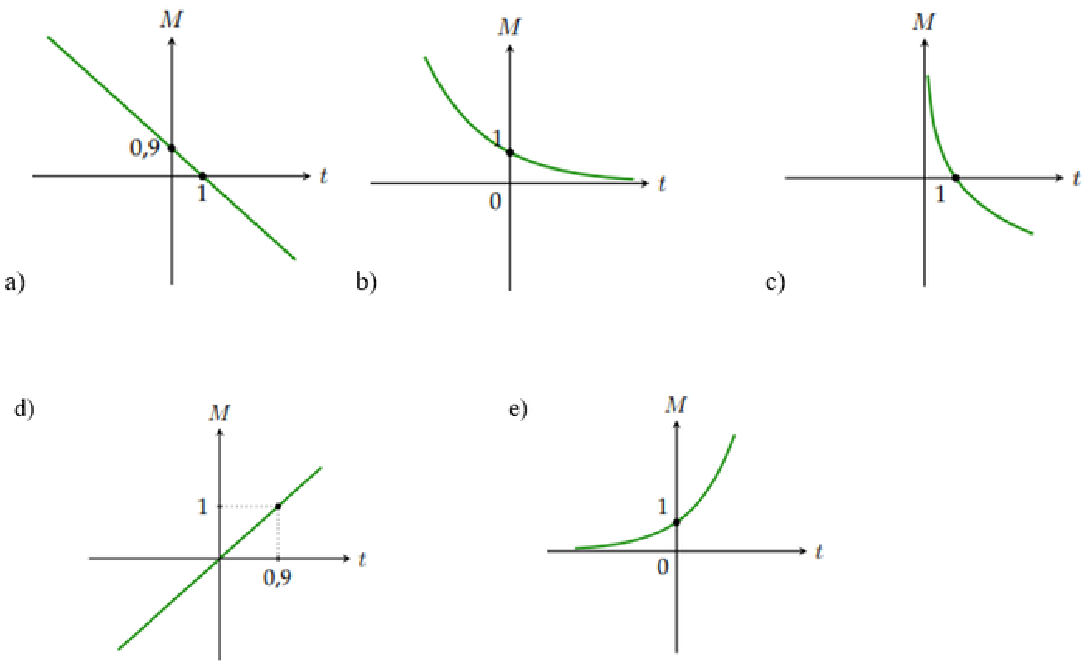
9. Marcos solicitou ao banco, em janeiro de 2025, financiamento de uma dívida de R$ 2 000,00 a uma taxa de juros compostos de 10% ao mês. Caso realizasse o pagamento 2 meses após o financiamento, isto é, em março de 2025, o valor a ser pago por Marcos seria igual a

a) R$ 2 420,00. b) R$ 2 400,00. c) R$ 2 040,00. d) R$ 2 020,00. e) R$ 2 010,00

10. A massa (M) de um reagente químico é expressa em função do tempo (t) por meio da função

$$M(t) = 0{,}9^t.$$

O gráfico que representa M em função de t é



ISBN: 978-65-02-05610-3