

PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência didática - Sistemas de Tutoria Inteligente

Roberlando Fernandes da Silva
Claudir Oliveira
Universidade Federal do Oeste do Pará



PROFMAT
Mestrado Profissional
em Matemática

SUMÁRIO

1 Princípio de Equivalência nas Igualdades e Equações.....	4
2 Sistema de Equações do 1º grau com Mediação de STI	21
3 Área e Perímetro com Mediação do EDCAFE	35
4 Função Exponencial e Modelagem com Mediação do EDCAFE	52

Apresentação

Este material constitui o produto educacional elaborado no âmbito da dissertação desenvolvida no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), vinculada à investigação sobre o uso de Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) no ensino de Matemática na Educação Básica. Sua elaboração resulta da análise teórica e metodológica realizada ao longo da pesquisa, buscando traduzir, em proposições didáticas, os principais mecanismos instrucionais identificados na literatura, com vistas a subsidiar a prática pedagógica de professores que ensinam matemática.

O material reúne quatro sequências didáticas que não se configuram como roteiros fechados, mas como orientações estruturadas, passíveis de adaptação à realidade de cada escola. Seu objetivo central é articular fundamentos da Educação Matemática com o uso pedagógico de tecnologias digitais, especialmente sistemas que oferecem feedback automatizado, acompanhamento do desempenho e mediação por meio de perguntas orientadoras. Nessas propostas, a tecnologia não substitui o professor, mas atua como recurso de apoio à análise de erros, à revisão de estratégias e à autorregulação da aprendizagem.

Organização das Sequências

As quatro sequências contemplam conteúdos de diferentes etapas da Educação Básica:

- Princípio de equivalência e equações do 1º grau (Ensino Fundamental);
- Sistemas de equações lineares (Ensino Médio);
- Área e perímetro de polígonos (Ensino Fundamental);
- Função exponencial e modelagem de fenômenos reais (Ensino Médio).

Cada sequência foi estruturada com:

- Construção conceitual inicial (diagnóstico e mobilização de conhecimentos prévios);
- Sistematização matemática progressiva;
- Mediação tecnológica com uso de STI;
- Avaliação formativa com rubricas analíticas.

A organização privilegia três eixos pedagógicos:

1. Construção conceitual antes da formalização algébrica;
2. Uso do erro como elemento formativo;
3. Integração entre registros concretos, simbólicos e tecnológicos.

O material pode ser utilizado integralmente ou parcialmente, conforme planejamento docente, infraestrutura disponível e perfil da turma.

1 – O Princípio de Equivalência nas Igualdades e Equações

Título do encontro	O Princípio de Equivalência nas Igualdades e Equações			Sequência: 1
Etapas/Ano	Ensino Fundamental: ☒ 6º Ano ☐ 7º Ano ☐ 8º Ano ☐ 9º Ano			
Nível de Maturidade	Escola	☐ Emergente ☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado	Docente	☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado
Competências	☐ C1 ☐ C2 ☐ CE3 ☒ C4 ☒ C5 ☒ C7			
Objetos de Conhecimento	- Igualdade e equivalência matemática; - Princípio de equivalência das igualdades; - Equações do 1º grau com uma incógnita; - Representação de valores desconhecidos por meio de letras; - Operações inversas e manutenção da igualdade; - Uso de tecnologias digitais no apoio à resolução e validação de equações.			
Recursos Educacionais	- Quadro branco com marcadores/canetas; - Projetor multimídia ou TV; - Cadernos e material de registro dos alunos; - Materiais concretos para construção de balança didática; - Computadores, tablets ou dispositivos móveis com acesso à internet; - Imagens ilustrativas de balança de dois pratos; - Roteiros orientadores para uso crítico do Symbolab; - Atividades impressas ou digitais de registro e reflexão.			

Componentes Curriculares Relacionados	☐ Arte ☐ Língua Port. ☐ Ed. Física	☐ Geografia ☐ História ☒ Matemática	☐ Língua Inglesa ☐ Ciências
Palavras-chave	Sistemas Tutores Inteligentes, Ensino de Matemática		
Perguntas	Como funcionam os sistemas de ensino aprendizagem		

Importantes	computadorizados? • Porque seu uso ainda é limitado? • Como utilizar um STI para ensino de matemática?		
Encontros	3	Total de Horas-aula	6 (300 minutos)
Objetivos	Ao final desta sequência, o aluno será capaz de: • Interpretar a relação de igualdade (=) como equilíbrio entre dois membros; • Explicar, com exemplos, por que adicionar, subtrair, multiplicar ou dividir os dois lados de uma igualdade pelo mesmo número preservar a equivalência; • Resolver equações simples aplicando corretamente o princípio de equivalência; • Justificar as operações realizadas, verbalmente ou por escrito, mostrando o raciocínio; • Traduzir situações-problemas em equações e resolvê-las; • Utilizar o Symbolab de forma adequada para verificar soluções e analisar passos; • Identificar e corrigir erros comuns na manipulação de igualdade.		

Habilidades Relacionadas	BNCC: • EF06MA14 – Reconhecer que a relação de igualdade matemática não se altera ao adicionar, subtrair, multiplicar ou dividir seus dois membros por um mesmo número e utilizar essa noção para determinar valores desconhecidos na resolução de problemas.
Práticas Pedagógicas Inovadoras	☒ Aula Enriquecida com Tecnologia ☐ Ensino Híbrido: Sala de aula invertida ☒ Uso de Sistema Tutor Inteligente (STI) como Mediador Cognitivo ☐ Ensino Híbrido: rotação individual ☒ Aprendizagem Ativa com Manipulação Concreta (Mão na Massa) ☒ Contextualização e Modelagem Matemática

1.1 Construção conceitual do princípio da equivalência (2 aulas – 100 min)



Aula 1 - Sensibilização e diagnóstico prévio (50 min)

Professor

Inicie a atividade retomando um símbolo matemático amplamente conhecido pelos alunos: o sinal de igualdade ($=$). Por meio de questionamentos orientadores, conduza a turma a refletir sobre onde esse símbolo costuma aparecer e qual significado geralmente lhe é atribuído, investigando se os estudantes o compreendem apenas como “resultado de uma conta” ou como uma relação entre duas expressões.

Em seguida, explicita-se que o sinal de igualdade representa uma relação de equivalência, e não um comando operacional. Para tornar essa ideia mais acessível, introduz-se a analogia da balança de dois pratos em equilíbrio, que servirá como referência conceitual ao longo de toda a sequência didática.

A Figura 1 ilustra uma balança de dois pratos em situação de equilíbrio, que será utilizada como analogia central para a construção do conceito de igualdade matemática.

Figura 1 - Representação da balança de dois pratos em equilíbrio.



Professor

Conduz uma conversa exploratória sobre o funcionamento da balança e o significado de ela estar em equilíbrio, destacando que isso ocorre quando os dois pratos possuem o mesmo peso. Essa discussão estabelece uma relação direta com a ideia de igualdade matemática entre dois membros de uma expressão.

A partir dessa analogia, propõe-se uma situação-problema contextualizada envolvendo uma balança utilizada em uma banca de doces da feira municipal, incentivando os alunos a analisarem se o equilíbrio se mantém quando objetos são retirados de apenas um lado ou de ambos.

“Na feira municipal, uma banca de doces, produzidos por agricultores da região utiliza uma balança de dois pratos para indicar a quantidade de produto que o consumidor está comprando. A comerciante colocou potes de doce, todos do mesmo formato e com a mesma quantidade, em uma balança que está em equilíbrio, como mostrado na imagem”

Use exemplos concretos - reflexão aos alunos

- Os dois lados possuem a mesma quantidade?
- O que aconteceria se um dos potes fosse retirado apenas de um lado?
- E se a mesma quantidade fosse retirada dos dois lados?

Essa exploração orientada permite que os alunos relacionem visualmente o equilíbrio físico da balança ao equilíbrio matemático representado pelo sinal de igualdade, antecipando, de forma intuitiva, o princípio de equivalência. A ação pedagógica central consiste em levar os estudantes a justificar, oralmente, em quais situações o equilíbrio é mantido e em quais ele se perde, preparando o terreno conceitual para as etapas seguinte da sequência.

Professor

Ao final dessa etapa, você explicita a ideia central: assim como na balança, em uma igualdade matemática qualquer alteração realizada em um dos lados deve ser repetida no outro para que a relação de equivalência seja preservada. Esse princípio será retomado e aprofundado ao longo da sequência, constituindo a base para a resolução de equações do 1º

O objetivo desta primeira etapa é construir, de forma concreta e intuitiva, a noção de igualdade como um equilíbrio. Usando uma balança real ou de materiais simples, como cabides, barbantes, copos e tampinhas, os alunos manipulam quantidades e são apresentados a um “valor desconhecido” representado por cartões com a letras “x”. Essa abordagem prática cria

uma base mental sólida para os conceitos de equilíbrio e equivalência, facilitando a transição para a representação simbólica das equações.

Aula 2 – Manipulação concreta (50 min)

Professor:

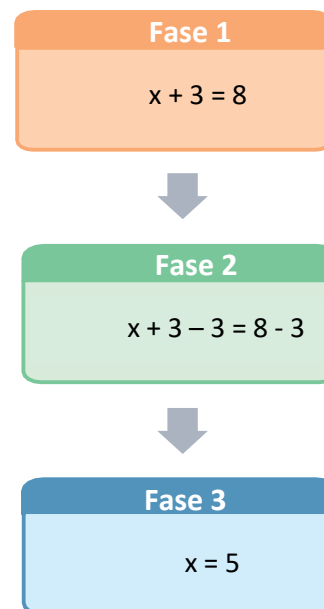
Inicie apresentando a balança à turma e proponha situações simples de equilíbrio e desequilíbrio. Por exemplo, coloque três tampinhas em cada lado e faça um questionamento do que acontece e por quê. Em seguida, faça uma modificação das quantidades, por exemplo, três de um lado e quatro do outro, e peça aos alunos que expliquem o desequilíbrio. Essa dinâmica é fundamental para diagnosticar a ideia intuitiva dos estudantes sobre equivalência e condições de igualdade.

Professor

Na fase 1, apresente a expressão $x + 3 = 8$ como uma situação de equilíbrio entre dois membros, incentivando os alunos a refletirem sobre o significado da igualdade e a identificarem o valor da incógnita a partir dessa ideia de equilíbrio.

Na Fase 2, oriente a aplicação do princípio de equivalência, conduzindo os estudantes a subtraírem 3 dos dois lados da equação ($x + 3 - 3 = 8 - 3$), reforçando, por meio de perguntas mediadoras, que qualquer operação realizada deve ocorrer simultaneamente em ambos os membros para preservar a igualdade.

Na Fase 3, após a simplificação, obtém-se $x = 5$. Você então sistematiza o procedimento no quadro, consolidando a relação entre a manipulação do equilíbrio e a representação algébrica formal.



Prossiga com outros exercícios simples como:

- a) $x + 4 = 7$
- b) $x - 3 = 2$
- c) $2x = 8$

Reflexão

“Uma equação é como uma balança em equilíbrio, o que fazemos de um lado, precisamos fazer do outro para mantê-la equilibrada.”

1.2 Transposição do concreto para o simbólico (2 aulas – 100 min)

Após os alunos terem usado a balança de verdade, chegou a hora de passar do concreto para a matemática escrita. A ideia é mostrar que resolver uma equação segue a mesma lógica de equilibrar a balança: o que se faz de um lado, deve-se fazer do outro para manter a igualdade. O mais importante é que os estudantes percebam que uma equação é como uma balança em equilíbrio, e resolvê-la significa manter esse equilíbrio com operações iguais nos dois lados.

Aula 3 – Transposição para equações (50 min)

Professor:

Na retomada conceitual, você revisita a situação da balança associada à equação $x + 3 = 8$, questionando os alunos sobre o procedimento utilizado anteriormente para descobrir o valor da incógnita. Em seguida, orienta a representação dessa mesma ação no caderno por meio da linguagem matemática, explicitando que retirar três unidades de cada lado corresponde a subtrair 3 de ambos os membros da equação.

Dessa forma, os alunos veem a ligação direta entre a ação concreta com a balança e a escrita matemática.

Nessa parte, é importante você deixar claro para os alunos que resolver equações é apenas uma questão de manter o equilíbrio: tudo o que fazemos de um lado da igualdade, temos que fazer do outro também.

Aula 4 - Exercícios comentados e reflexão (50 min)

Depois desse primeiro exemplo, você apresenta novas situações, cada uma representando um tipo de estrutura que os alunos encontrarão com frequência em equações simples do 1º grau no 6º ano.

Use exemplos como:

$$x - 3 = 2,$$

$$2x = 8,$$

$$x/4 = 5 \text{ e } 3 + x = 10,$$

sempre começando pela interpretação conceitual.

Reflexão

“O que está acontecendo neste lado da igualdade?”

Como podemos desfazer essa operação?

Que operação inversa manteria o equilíbrio entre as duas partes?”

Esse processo fortalece habilidades previstas pela BNCC e evita o desenvolvimento de algoritmos mecânicos sem compreensão.

Professor:

Ao final realize uma sistematização coletiva destacando o conceito-chave desta etapa:

“Resolver uma equação é isolar o valor desconhecido, realizando operações equivalentes nos dois lados para manter a igualdade verdadeira.”

1.3 Mediação tecnológica e aplicações (2 aulas - 100 min)

Na terceira etapa da sequência didática, o objetivo central é que os alunos aprendam a verificar, analisar e refletir sobre os procedimentos utilizados na resolução de equações do 1º grau. Para isso, utiliza-se a plataforma Symbolab como uma ferramenta digital complementar, compreendida é que os alunos aprendam a verificar se resolveram as equações corretamente. Para isso, utiliza-se o Symbolab como ferramenta digital complementar, compreendida neste trabalho como um Sistema Tutor Inteligente (STI), uma vez que oferece feedback imediato, apresenta os passos intermediários da solução e possibilita a comparação entre diferentes estratégias de solução.

Aula 5 – Atividade mediadora no Symbolab (50 min)

Professor:

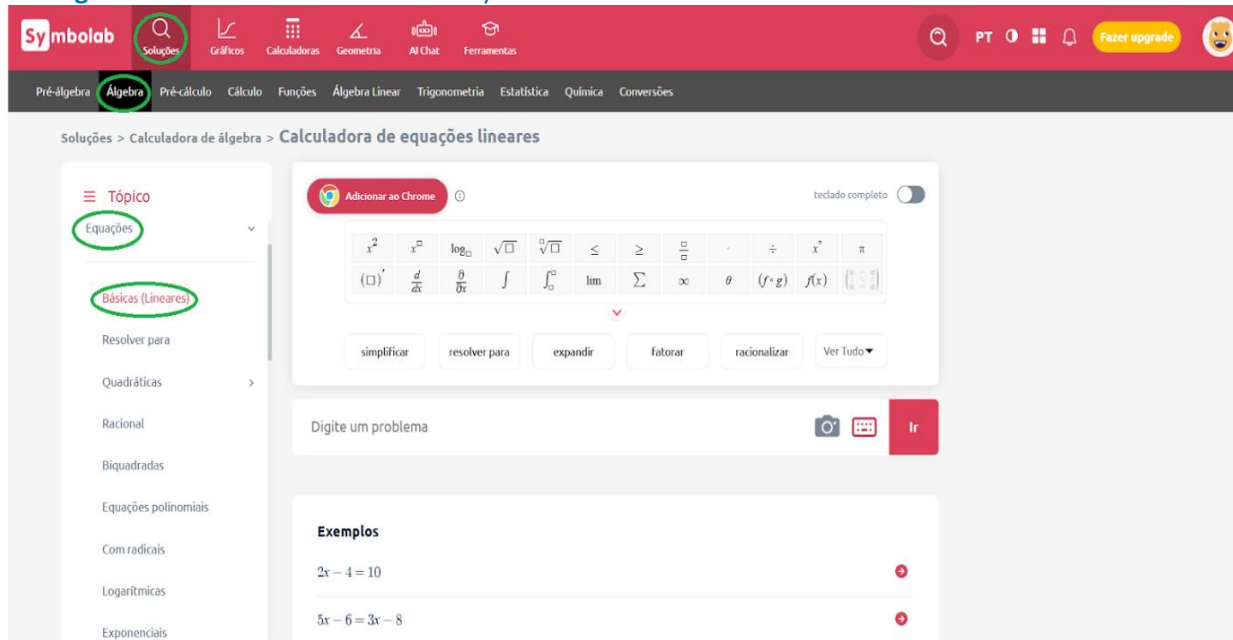
Inicie a atividade retomando uma equação já resolvida manualmente em etapas anteriores, por exemplo:

$$6x + 2 = x + 7$$

Antes de qualquer interação com a ferramenta digital, os alunos são orientados a resolver a equação no caderno, registrando cada passo e justificando as operações realizadas. Essa orientação é fundamental para garantir que o uso do STI ocorra após a construção do raciocínio algébrico, evitando um uso mecânico da tecnologia.

A figura 2 apresenta a interface inicial da plataforma Symbolab, destacando o campo destinado à inserção da equação.

Figura – 2 Interface da Plataforma Symbolab.



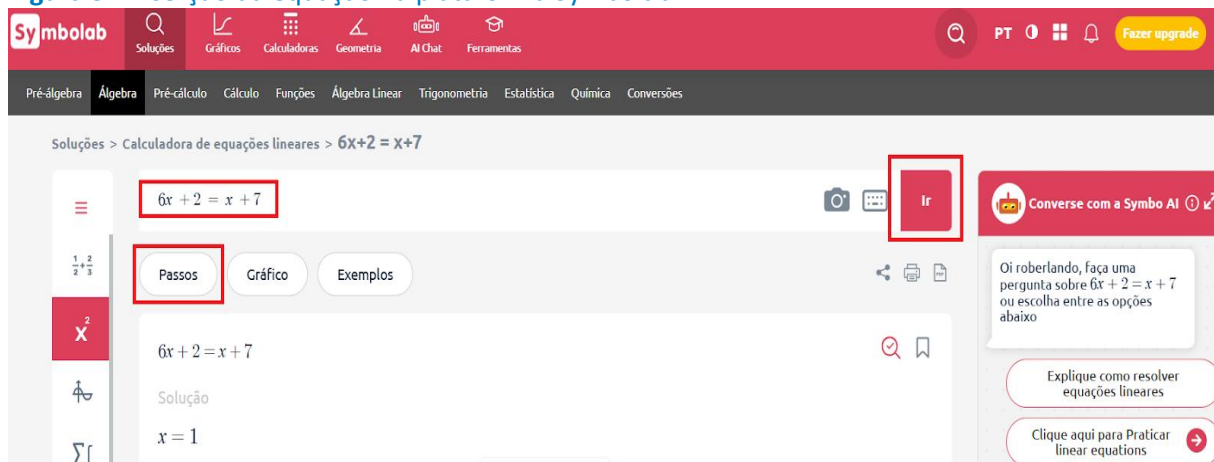
Professor:

Oriente os alunos a inserir corretamente a equação na plataforma Symbolab, reforçando que a ferramenta opera sobre os mesmos princípios matemáticos trabalhados manualmente. Antes de visualizar a solução, solicita que os estudantes antecipem mentalmente os passos esperados, favorecendo a reflexão sobre as operações necessárias para isolar a incógnita.

Em seguida, os alunos analisam a resolução passo a passo apresentada pela plataforma, comparando-a com o procedimento construído no caderno, identificando semelhanças, diferenças e verificando se o princípio de equivalência foi respeitado em todas as etapas.

A figura 3 ilustra o momento da inserção da equação na plataforma, etapa que os alunos observam que o Symbolab aceita a mesma linguagem algébrica utilizada no caderno.

Figura 3 - Inserção da equação na plataforma Symbolab.



Professor:

Destaque que essa equivalência reforça a ideia de que a tecnologia opera sobre os mesmos princípios matemáticos trabalhado manualmente.

Nesse ponto, a ação pedagógica consiste em solicitar que os alunos comparem o que digitam na plataforma com o que escreveram no caderno, verificando se a equação foi corretamente transcrita e discutindo possíveis erros de escrita algébrica.

A Figura 4 apresenta a resolução da equação passo a passo fornecida pelo Symbolab, possibilitando ao aluno acompanhar, analisar e comparar cada operação realizada nos dois lados da igualdade, favorecendo a reflexão sobre a manutenção do equilíbrio ao longo do processo de resolução.

Figura 4 - Apresentação da resolução da equação passo a passo no Symbolab.

The screenshot shows the Symbolab interface. At the top is a red navigation bar with icons for 'Soluções', 'Gráficos', 'Calculadoras', 'Geometria', 'AI Chat', and 'Ferramentas'. Below this is a sidebar with various mathematical symbols. The main area is titled 'Passos da solução' and shows the equation $6x + 2 = x + 7$. A toggle switch is set to 'Um passo de cada vez'. The solution steps are listed in light blue boxes, each with a robot icon and a dropdown arrow:

- Mova 2 para o lado direito
- $6x = x + 5$
- Mova x para o lado esquerdo
- $5x = 5$
- Dividir ambos os lados por 5

The final result is $x = 1$.

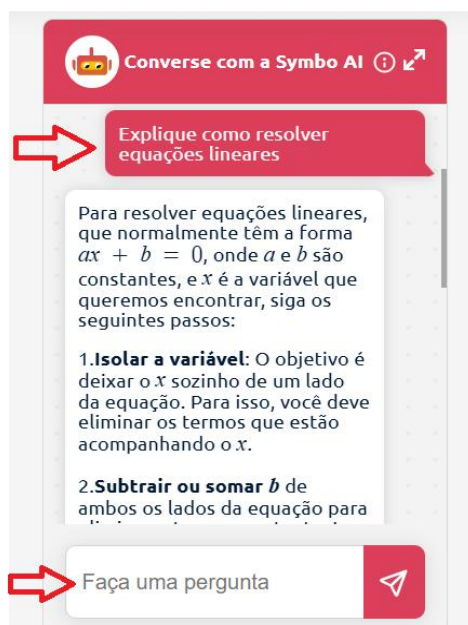
Professor:

Oriente os alunos a analisar cuidadosamente cada etapa, comparando-a com o procedimento que eles próprios construíram anteriormente. Destaca-se que o foco não está apenas na resposta final, mas na sequência lógica das operações realizadas em ambos os lados da igualdade.

Esta etapa consiste em solicitar que os alunos identifiquem semelhanças e diferenças entre os dois procedimentos (manual e digital), respondendo a questões como: “O Symbolab fez as mesmas operações que você?”, “A ordem foi a mesma?” e “O princípio de equivalência foi respeitado em todos os passos?”

A Figura 5 evidencia o recurso de explicação interativa do Symbolab, no qual a ferramenta apresenta justificativas textuais para cada passo da resolução, favorecendo a reflexão do aluno sobre as escolhas operatórias e a manutenção do princípio de equivalência.

Figura 5 - Recurso de conversa com o Symbolab para esclarecimento da resolução.



Professor:

Direcione os alunos a utilizar esse recurso como apoio para compreender o porquê das operações realizadas, e não apenas como confirmação automática da resposta.

Nesse momento, a ação pedagógica é aprofundada: cada aluno deve registrar no caderno três elementos fundamentais, (i) o procedimento que realizou manualmente; (ii) o procedimento apresentado pelo Symbolab; e (iii) uma breve reflexão sobre o que aprendeu ao comparar os dois processos. Essa atividade favorece o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem e do pensamento algébrico consciente.

Ao final da etapa, você sistematiza coletivamente a ideia central: o Symbolab atua como um mediador cognitivo, auxiliando na verificação e análise dos procedimentos, mas a compreensão matemática depende da capacidade do aluno de interpretar, justificar e validar cada passo da resolução. Desta forma, o uso do STI reforça, e não substitui, o raciocínio matemático construído ao longo da sequência.

1.4 Aplicações contextualizadas – 30 min

Nesta etapa da sequência didática, o objetivo é consolidar a aprendizagem do princípio de equivalência por meio da resolução de situações-problema contextualizadas, nas quais os alunos precisam interpretar um enunciado, identificar dados relevantes, modelar a situação por meio de uma equação do 1º grau e resolver o problema mantendo o equilíbrio da igualdade. Essa etapa busca fortalecer a compreensão de que as equações são ferramentas para representar e resolver problemas do cotidiano, e não apenas exercícios abstratos.

Aula 6 – Sistematização conceitual

Professor:

Inicie a atividade retomando, de forma sintética, o percurso realizado ao longo da sequência: a analogia da balança como representação da igualdade, a transposição para a linguagem algébrica e a utilização do Symbolab como ferramenta de verificação e análise dos procedimentos. Em seguida, apresenta aos alunos uma situação prática próxima de sua realidade.

“João comprou 2 adesivos por R\$ 10,00 no total. Quanto custa cada adesivo?”

A ação pedagógica central desta etapa consiste em conduzir os alunos por um processo estruturado de modelagem, solicitando que eles registrem no caderno três passos fundamentais:

1. Identificação da incógnita, representando o valor desconhecido por uma letra;
2. Construção da equação que represente a situação-problema;
3. Resolução da equação, aplicando corretamente o princípio de equivalência

Professor:

Estimule a reflexão metacognitiva por meio de perguntas orientadoras, como: “O que esta equação representa em relação à situação?”, “Que operação precisamos desfazer para isolar a incógnita?” e “Por que a mesma operação deve ser realizada nos dois lados da igualdade?”. Essas intervenções ajudam os alunos a relacionar cada passo algébrico ao significado contextual do problema.

Após a resolução manual, os alunos podem, de forma complementar, utilizar o Symbolab para verificar o resultado obtido, comparando os procedimentos apresentados pela ferramenta com aqueles que construíram. O foco permanece na análise dos passos, e não apenas na confirmação da resposta final.

1.5 Síntese da Aprendizagem e Autorreflexão – 20 min

Na etapa final da sequência didática, o objetivo é promover a integração dos conhecimentos construídos, possibilitando que os alunos articulem, de forma consciente, os diferentes momentos vivenciados ao longo do percurso: a analogia da balança, a manipulação concreta, a transposição para a linguagem algébrica, a resolução de equações e a mediação tecnológica com o Symbolab. Essa síntese busca consolidar o significado do princípio de equivalência e favorecer processos de autorregulação da aprendizagem.

Professor:

Inicie a atividade retomando, de maneira dialogada, o caminho percorrido pela turma. Convida os alunos a explicarem, com suas próprias palavras, o que significa afirmar que uma equação está em equilíbrio e por que é necessário realizar a mesma operação nos dois lados da igualdade. Esse momento permite verificar não apenas se os estudantes sabem resolver equações, mas se compreendem conceitualmente o que estão fazendo.

A ação pedagógica principal consiste na organização de uma atividade de autorreflexão guiada. Em duplas, os alunos escolhem uma equação ou situação-problema resolvida anteriormente e explicam oralmente o caminho que seguiram para chegar à solução, abordando aspectos como:

1. o que tentaram inicialmente;
2. quais operações realizaram e por quê;
3. como verificaram se o resultado fazia sentido.

Professor:

Na etapa final, o professor promove uma síntese coletiva, retomando o percurso desenvolvido ao longo da sequência didática. Em duplas, os alunos explicam oralmente o processo de resolução de uma equação ou situação-problema, destacando as operações realizadas, as justificativas adotadas e a forma como verificaram a validade do resultado.

Essa atividade favorece a consolidação conceitual do princípio de equivalência e o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem.

1.6 Critério de Avaliação

A APRENDIZAGEM SERÁ AVALIADA CONSIDERANDO:

- (a) a compreensão do princípio de equivalência;
- (b) a capacidade de traduzir situações-problema em equações;
- (c) a justificativa dos procedimentos matemáticos;
- (d) a resolução correta de equações simples;
- (e) o uso crítico do Sistema Tutor Inteligente para verificação e análise dos passos.

1.7 Rubrica Analítica de Avaliação da Aprendizagem

Quadro 1 - Descritores para os critérios de Avaliação da Aprendizagem

Escala	Compreensão da igualdade como equilíbrio	Aplicação do princípio de equivalência	Justificativa dos procedimentos	Uso do Sistema (Symbolab)	Conclusão das atividades
Excelente	Reconhece claramente a igualdade como relação de equilíbrio e explica com exemplos.	Mantém operações equivalentes nos dois lados da equação com segurança.	Justifica claramente cada operação, oralmente ou por escrito.	Utiliza o Sistema para comparar estratégias, analisar passos e refletir.	Conclui todas as atividades com organização e clareza.
Bom	Compreende a ideia de equilíbrio, com pequenas imprecisões.	Aplica corretamente na maioria das situações.	Justifica os procedimentos, ainda que de forma breve.	Utiliza o Sistema principalmente para verificar resultados.	Conclui as atividades com pequenos ajustes necessários.
Regular	Reconhece a igualdade, mas ainda associa a regras mecânicas.	Aplica parcialmente, com erros pontuais.	Apresenta justificativas incompletas ou pouco claras.	Utiliza o Sistema de forma mecânica, sem análise dos passos.	Conclui parcialmente as atividades.
Insuficiente	Demonstra dificuldade em compreender o significado da igualdade	Realiza operações apenas em um dos lados ou sem critério.	Não consegue justificar as operações realizadas.	Depende do Sistema sem compreender os procedimentos.	Não conclui as atividades propostas.

Referências

Symbolab (navegador) <https://pt.symbolab.com/solver>

Symbolab (Android)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devsense.symbolab>

Symbolab (iOS) <https://apps.apple.com/br/app/calculadora-symbolab/id876942533>

O que é Symbolab <https://inteligenciaartificialmax.com/que-es-symbolab-y-como-utilizar-esta-ia-gratis/>

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

VANLEHN, Kurt. The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 16, n. 3, p. 227–265, 2006.

2 – Sistema de Equações do 1º grau com Mediação de STIs

Título do encontro	Sistema de Equações do 1º grau com mediação de Sistemas de Tutores Inteligentes			Sequência: 2
Etapa/Ano	Ensino Médio: ☒ 1º Ano ☐ 2º Ano ☐ 3º Ano			
Nível de Maturidade	Escola	☐ Emergente ☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado	Docente	☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado
Competências	☒ C1 ☒ C2 ☒ C4 ☒ C5 ☒ C7			
Objetos de Conhecimento	- Sistemas de equações lineares do 1º grau com duas variáveis; - Métodos de resolução de sistemas (substituição e adição); - Interpretação geométrica de sistemas no plano cartesiano; - Classificação dos sistemas quanto ao número de solução; - Uso pedagógico de tecnologias digitais e Sistemas Tutores Inteligentes no ensino de Matemática.			
Recursos Educacionais	- Quadro branco e marcadores; - Projektor multimídia ou TV; - Materiais impressos e caderno de registros; - Computadores ou dispositivos móveis com acesso à internet; - Plataforma Symbolab.			

Componentes Curriculares Relacionados	☐ Arte ☐ Língua Port. ☐ Ed. Física	☐ Geografia ☐ História ☒ Matemática	☐ Língua Inglesa ☐ Ciências
Palavras-chave	Sistemas Tutores Inteligentes, Ensino de Matemática		
Perguntas Importantes	- O que significa resolver um sistema de equações? - O que representa o par ordenado (x,y) encontrado? - Qual método é mais adequado para este sistema: substituição,		

	adição ou comparação? • Em que momento o STI ajuda a compreender melhor o processo? • O Symbolab explica o raciocínio ou apenas apresenta resultados?		
Encontros	3	Total de Horas-aula	6 (300 minutos)
Objetivos	Ao final desta sequência, o aluno será capaz de: • Compreender o conceito de sistema de equação do 1º grau como um conjunto de duas ou mais equações que devem ser satisfeitas simultaneamente; • Interpretar a solução de um sistema como o par ordenado que torna verdadeiras todas as equações envolvidas; • Aplicar estratégias adequadas de resolução (substituição ou adição/eliminação), compreendendo o princípio de equivalência algébrica; • Justificar oralmente ou por escrito, cada etapa da resolução, mostrando o raciocínio; • Traduzir situações-problemas em sistemas de equações e interpretá-los no contexto apresentado; • Utilizar o Symbolab de forma adequada para verificar soluções e analisar passos; • Identificar e corrigir erros comuns na manipulação algébrica.		

Habilidades Relacionadas	BNCC: • EM13MAT102 – Resolver e elaborar problemas que envolvam equações e sistemas de equações polinomiais do 1º grau, utilizando diferentes estratégias e tecnologias digitais.
Práticas Pedagógicas Inovadoras	☒ Aula Enriquecida com Tecnologia ☐ Ensino Híbrido: Sala de aula invertida ☒ Uso de Sistema Tutor Inteligente (STI) como Mediador Cognitivo ☐ Ensino Híbrido: rotação individual ☒ Aprendizagem Ativa com Manipulação Concreta (Mão na Massa) ☒ Contextualização e Modelagem Matemática

2.1 Construção Conceitual do Sistema (2 aulas – 100 min)



Aula 1 – Sensibilização e diagnóstico prévio (50 min)

A sequência inicia-se com a apresentação de uma situação-problema contextualizada, como a venda de lanches na cantina da Escola, envolvendo a quantidade total vendida e o valor arrecadado.

Professor

Apresenta a seguinte situação-problema:

“Na cantina da Escola foram vendidos apenas sucos e sanduíches em um determinado dia.

Ao final do período, sabe-se que:

- *foram vendidos 20 itens ao todo;*
- *o valor arrecadado foi R\$ 94,00;*
- *cada suco custa R\$ 4,00;*
- *cada sanduíche custa R\$ 6,00.*

Quantos sucos e quantos sanduíches foram vendidos?

Inicialmente, os estudantes discutem a situação em pequenos grupos, sem qualquer formalização algébrica imediata, buscando estratégias intuitivas (tentativas, raciocínio aritmético, tabelas simples).

Professor

Durante essa discussão, você realiza intervenções intencionais, como:

- *“É possível resolver esse problema utilizando apenas uma equação? Por quê?”*
- *“Quais informações precisam ser atendidas ao mesmo tempo para que a resposta esteja correta?”*
- *“O que representa a quantidade total de itens? E o valor arrecadado?”*
- *“O que poderia representar a quantidade de sucos e de sanduíches?”*

Essas intervenções, permitem diagnosticar concepções prévias sobre equações, variáveis e relações entre grandezas, além de criar a necessidade conceitual de duas condições simultâneas.



Aula 2 – Construção conceitual do sistema (50 min)

Professor

Retome a situação da cantina e conduza os estudantes a analisar pares de valores possíveis para a quantidade de sucos e sanduíches, organizando essas tentativas em tabelas.

Por exemplo, os alunos verificam quais pares:

1. satisfazem apenas a condição da quantidade total;
2. satisfazem apenas a condição do arrecadado;
3. satisfazem simultaneamente as duas condições.

Você intervém com questões como:

1. *“Por que este par de valores satisfaz a quantidade total, mas não o valor arrecadado?”*
2. *“O que acontece quando um par atende a uma condição, mas não à outra?”*
3. *“Quando podemos afirmar que encontramos a solução do problema?”*
4. *“O que significa, conceitualmente, satisfazer duas condições ao mesmo tempo?”*

Professor

Ao final, você explicita que:

Resolver esse tipo de problema significa encontrar valores que satisfazem simultaneamente duas equações, o que caracteriza um sistema de equações do 1º grau.

Reflexão

Construir o significado do sistema antes da introdução dos métodos algébricos.

2.2 Métodos Algébricos de Resolução (2 aulas – 100 min)



Aula 3 – Método da substituição (50 min)

Professor

Retome a situação da cantina desenvolvida no Encontro 1 e explique que, para encontrar os valores que satisfazem simultaneamente as duas condições, é possível utilizar procedimentos algébricos sistematizados.

Professor

Inicialmente, na **fase 1** você escreve no quadro o sistema correspondente ao problema, onde:

- x representa a quantidade de sucos;
- y representa a quantidade de sanduíches.

Proponha o método da substituição, explicitando que a ideia central consiste em isolar uma variável em uma equação e substituí-la na outra, de modo a reduzir o sistema a uma única equação.

Na **fase 2**, isola-se a variável x na primeira equação.

Em seguida, na **fase 3** você substitui essa expressão na segunda equação.

Fase 1

$$\begin{aligned}x + y &= 20 \\ 4x + 6y &= 94\end{aligned}$$



Fase 2

$$x = 20 - y$$



Fase 3

$$4(20 - y) + 6y = 94$$

Professor

Conduza a resolução passo a passo, justificando cada transformação algébrica até a determinação do valor de y . Posteriormente, o valor encontrado é substituído novamente para obter x .

Durante o processo, você realiza intervenções como:

1. “Por que escolhemos isolar a variável nesta equação e não na outra?”
2. “Essa escolha torna os cálculos mais simples ou mais complexos?”
3. “O valor encontrado para y é coerente com a situação da cantina?”
4. “O que acontece se substituirmos esse valor na outra equação?”

Professor

Após a obtenção do par ordenado (x, y) , você solicita que os estudantes interpretem o resultado no contexto do problema, verificando se:

1. a soma das quantidades está correta;
2. o valor arrecadado corresponde ao informado.

Nesta etapa, o objetivo é que os alunos compreendam o método da substituição como estratégia lógica e não como regra mecânica.



Aula 4 – Método da adição e classificação dos sistemas (50 min)

Professor

Apresente o método da adição como uma alternativa algébrica para resolver sistemas, destacando que esse método se baseia na eliminação de uma das variáveis por meio da soma (ou subtração) das equações.

O mesmo sistema é retomado:

$$\begin{aligned}x + y &= 20 \\4x + 6y &= 94\end{aligned}$$

Professor

Orienta na **fase 1**, os estudantes a ajustar os coeficientes de uma das variáveis, por exemplo, multiplicando a 1ª equação por (-4) , de maneira a eliminar a variável x ao somar equações.

Na **fase 2**, solicite aos alunos somar as equações, obtendo uma equação do 1º grau em y .

Em seguida, na **fase 3** o valor encontrado é substituído em uma das equações originais para determinar o valor da outra variável.

Durante esse processo, você intervém com questões como:

1. “Qual variável é mais conveniente eliminar neste caso?”
2. “Esse sistema possui uma única

Fase 1

$$\begin{aligned}-4x - 4y &= -80 \\4x + 6y &= 94\end{aligned}$$



Fase 2

$$2y = 14$$



Fase 3

$$y = 7$$

Professor

Após esses procedimentos, você introduz a classificação dos sistemas:

1. Sistemas Possível e Determinado (SPD), possui uma única solução;
2. Sistema possível e Indeterminado (SPI), possui infinitas soluções;
3. Sistema Impossível (SI), não possui solução.

Professor

Para consolidar a compreensão, você articula essa classificação à interpretação gráfica, questionando:

1. *“Como esse sistema seria representado no plano cartesiano?”*
2. *“Quantos pontos de intersecção as retas teriam?”*
3. *“Como a classificação do sistema aparece no gráfico?”*

Reflexão

Articular procedimentos algébricos, classificação conceitual e interpretação geométrica.

2.3 Mediação Tecnológica e Aplicações (2 aulas – 100 min)



Aula 5 – Atividade mediadora no Symbolab (50 min)

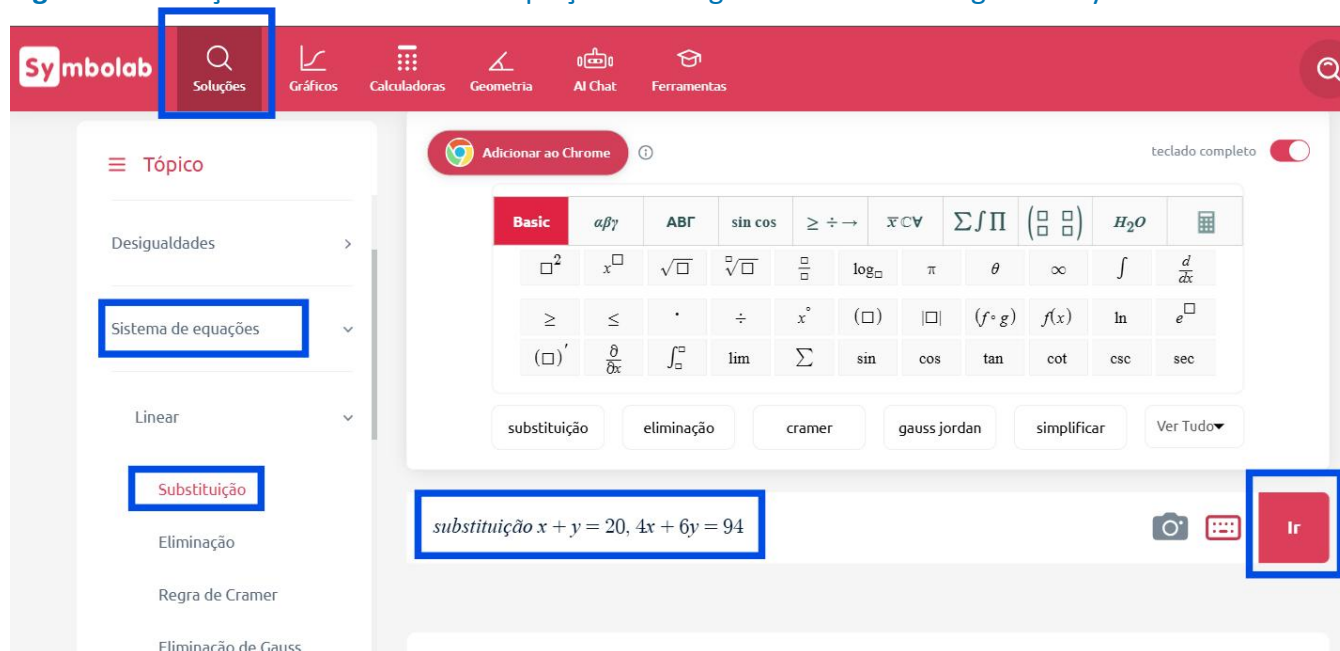
Professor

Inicie a aula retomando brevemente o sistema resolvido no encontro anterior, solicitando que os estudantes resolvam novamente o sistema de forma manual, registrando cada passo no caderno e justificando as escolhas feitas durante o processo.

Somente após essa resolução manual, você orienta os alunos a utilizar o Symbolab, reforçando que a ferramenta será empregada para verificação, análise e reflexão, e não para substituir o raciocínio matemático.

Após a resolução manual, os estudantes inserem o sistema de equações no ambiente digital do Symbolab, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Inserção de um sistema de equações do 1º grau no ambiente digital do Symbolab.



Professor

Em seguida, você solicita que os estudantes observem atentamente o passo a passo da resolução apresentada pela ferramenta, comparando-o com o procedimento realizado no caderno, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Passo a passo da resolução de um sistema de equações apresentado pelo Symbolab.

The screenshot displays the Symbolab interface for solving a system of equations. On the left is a sidebar with various mathematical symbols and a calculator icon. The main area shows the following steps:

- Isolar x de $x + y = 20$:** $x = 20 - y$
- Substituir $x = 20 - y$**
 $[4(20 - y) + 6y = 94]$
- Simplificar**
 $[80 + 2y = 94]$
- Isolar y de $80 + 2y = 94$:** $y = 7$
- Para $x = 20 - y$**
Substituir $y = 7$
 $x = 20 - 7$
- Simplificar**
 $x = 13$
- As soluções para o sistema de equações são:**
 $x = 13, y = 7$

Professor

Durante essa análise, você realiza intervenções como:

1. “O Symbolab resolveu da mesma forma que você?”
2. “Quais passos são semelhantes aos seus e quais são diferentes?”
3. “Mesmo utilizando estratégias distintas, o resultado final é o mesmo? Por quê?”

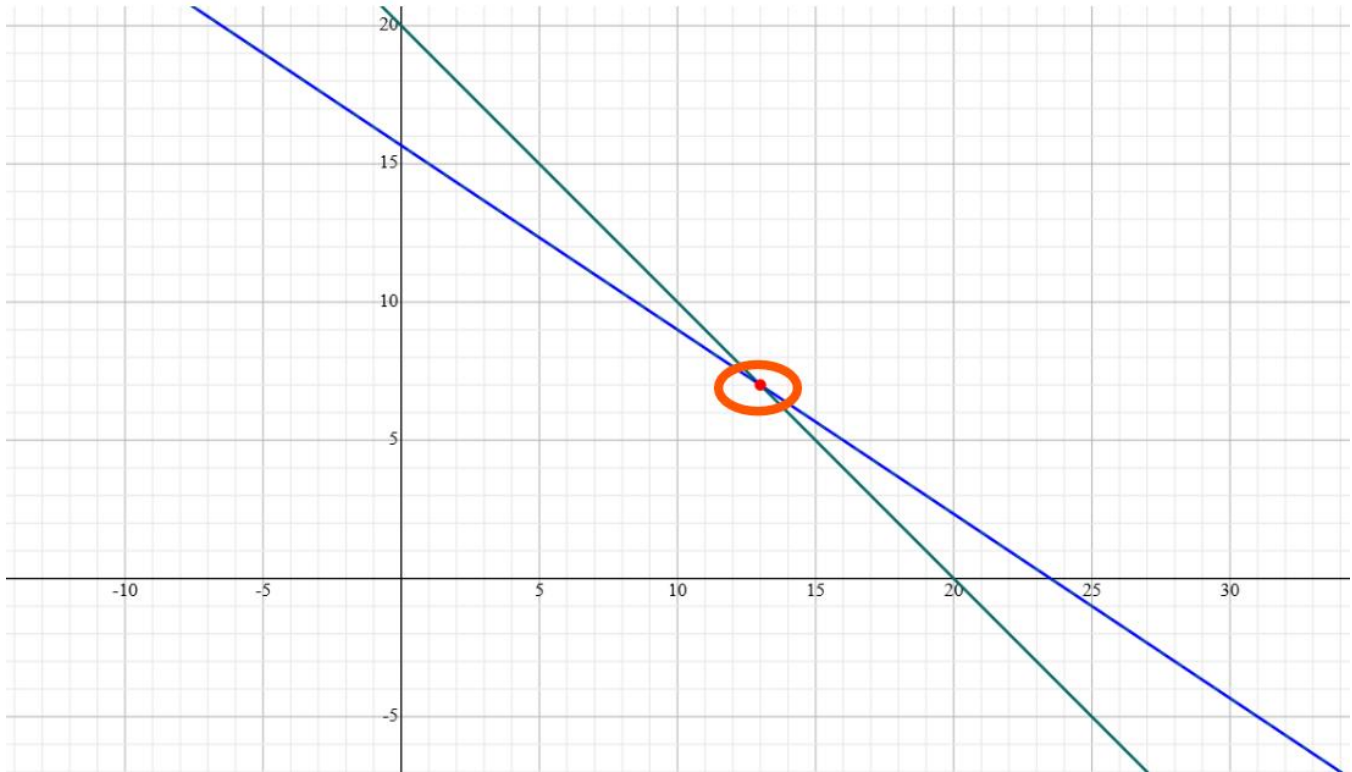
Professor

Em seguida, você direciona a atenção dos estudantes para a representação gráfica do sistema, disponibilizada pela ferramenta, conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Representação gráfica de um sistema de equações do 1º grau, evidenciando o ponto de

Gráfico

Plotar\o\gráfico: $x + y = 20$, $4x + 6y = 94$



interseção das retas como solução.

Professor

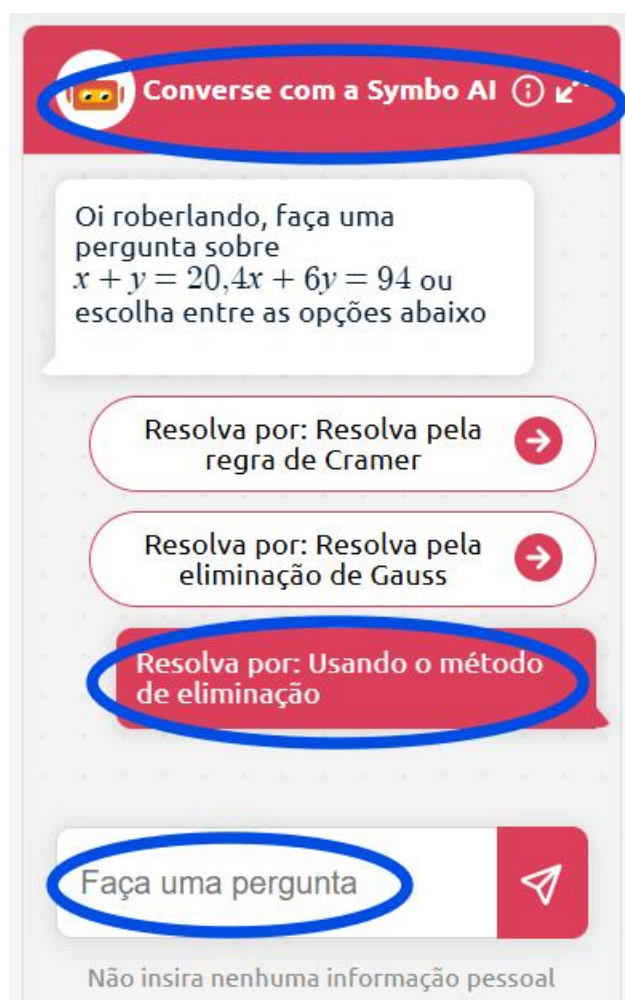
Nesse momento, você problematiza:

1. “Como o gráfico confirma a solução algébrica encontrada?”
2. “O que representa o ponto de intersecção das retas?”
3. “Se as retas não se cruzassem, o que isso indicaria sobre o sistema?”

Professor

Como estratégia de aprofundamento conceitual, você propõe que os estudantes utilizem a funcionalidade de diálogo do Symbolab AI para solicitar explicações adicionais sobre determinados passos da resolução, conforme ilustrado na Figura 9, sempre com a mediação docente.

Figura 9 – Interação dos estudantes com a funcionalidade de diálogo do Symbolab AI para esclarecimento de procedimentos.



Reflexão

Promover autorregulação da aprendizagem, validação conceitual e articulação entre

2.4 Aplicações contextualizadas e Síntese reflexiva (50 min)



Aula 6 – Sistematização conceitual

Professor

Na aula seguinte, você propõe um novo problema contextualizado, distinto do trabalhado anteriormente, envolvendo uma situação simples do cotidiano (por exemplo, produção de dois tipos de produtos ou combinação de planos de telefonia).

Os alunos resolvem o problema de forma autônoma, seguindo as etapas:

1. Definição das variáveis;
2. Construção do sistema de equações;
3. Resolução algébrica manual;
4. Interpretação do resultado no contexto do problema.

Professor

Durante a atividade, você acompanha os grupos e intervém pontualmente com questões como:

1. “Como você definiu as variáveis?”
2. “seu sistema representa fielmente a situação descrita?”
3. “Qual o método você escolheu e Por quê?”

Após a resolução manual, os estudantes utilizam novamente o Symbolab para verificar os resultados, analisando se os procedimentos apresentados pela ferramenta confirmam suas soluções.

A aula é finalizada com uma discussão coletiva, na qual os estudantes compartilham estratégias, dificuldades e aprendizados. Como atividade de síntese, o professor propõe a produção de um breve texto reflexivo, respondendo à questão:

“Como a tecnologia contribuiu para compreender melhor a resolução de sistemas de equações?”

Reflexão

Consolidar a aprendizagem, promover transferência para novos contextos e desenvolver crítica sobre o uso da tecnologia.

2.5 Critério de Avaliação

A APRENDIZAGEM SERÁ AVALIADA CONSIDERANDO:

- (1) Resolve sistemas de equações por métodos distintos;
- (2) Represente graficamente ao menos um sistema;
- (3) Classifique o sistema quanto à existência de solução;
- (4) verifique e compare seus resultados no Symbolab.

2.6 Rubrica Analítica de Avaliação da Aprendizagem

Quadro 2. Descritores para os critérios de Avaliação da Aprendizagem

Escala	Resolução algébrica por métodos distintos	Representação o gráfica do sistema	Classificação do sistema	Verificação e comparação com tecnologia	Conclusão das atividades
Excelente	Resolve corretamente o sistema utilizando dois ou mais métodos, com procedimentos bem organizados e justificativas claras.	Representa graficamente o sistema de forma correta, identificando claramente o ponto de interseção e relacionando-o à solução algébrica.	Classifica corretamente o sistema quanto à existência e ao tipo de solução, justificando a classificação	Verificar e comparar criticamente os resultados no Symbolab, analisando diferenças de procedimentos e validando a solução.	Conclui todas as atividades propostas com organização e clareza.
Bom	Resolve corretamente utilizando mais de um método, com pequenos erros de organização ou justificativa.	Representa graficamente o sistema de forma adequada, com pequenas imprecisões na interpretação.	Classifica corretamente o sistema, com justificativa parcial.	Verifica os resultados no ambiente digital, com análise parcial dos procedimentos.	Conclui as atividades propostas, com pequenos ajustes necessários.
Regular	Resolve corretamente utilizando apenas um método ou apresenta falhas parciais no procedimento.	Apresenta o gráfico com erros de construção ou dificuldade em interpretar a solução	Classifica o sistema corretamente, mas sem justificativa.	Verifica os resultados no ambiente digital, com análise parcial dos procedimentos.	Conclui parcialmente as atividades propostas.
Insuficiente	Não resolve corretamente o sistema ou apresenta procedimentos incoerentes.	Não representa o sistema graficamente ou o faz de forma incorreta.	Classifica incorretamente ou não realiza a classificação	Não utiliza o STI ou não relaciona a solução digital à manual.	Não conclui as atividades propostas.

3 – Área e Perímetro de Polígonos com Mediação de Sistema Tutor Inteligente

Título do encontro	Área e perímetro de polígonos com mediação de sistema Tutor Inteligente.			Sequência: 3
Etapa/Ano	Ensino Fundamental: ☐ 6º Ano ☐ 7º Ano ☐ 8º Ano ☒ 9º Ano			
Nível de Maturidade	Escola	☐ Emergente ☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado	Docente	☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado
Competências	☒ C1 ☒ C2 ☒ CE3 ☒ C4 ☒ C5 ☒ C6 ☒ C7			
Objetos de Conhecimento	• Sistemas de equações lineares do 1º grau com duas variáveis; • Métodos de resolução de sistemas (substituição e adição); • Interpretação geométrica de sistemas no plano cartesiano; • Classificação dos sistemas quanto ao número de solução; Uso pedagógico de tecnologias digitais e Sistemas Tutores Inteligentes no ensino de Matemática.			
Recursos Educacionais	• Quadro branco e marcadores; • Projetor multimídia ou TV; • Caderno de registros; • Malhas quadriculadas impressas; • Computadores ou dispositivos móveis com acesso à internet; • Plataforma EDCAFE.			

Componentes Curriculares Relacionados	☐ Arte ☐ Língua Port. ☐ Ed. Física	☐ Geografia ☐ História ☒ Matemática	☐ Língua Inglesa ☐ Ciências
Palavras-chave	Sistemas Tutores Inteligentes, Ensino de Matemática		
Perguntas Importantes	• O que estamos medindo quando calculamos o perímetro de uma figura? • O que significa medir a área de uma superfície? • Duas figuras podem ter o mesmo perímetro e áreas diferentes? Por quê? • Em que momento o erro ajuda a compreender melhor o conceito geométrico? • Como o STI contribui para corrigir erros conceituais e não apenas cálculos?		
Encontros	3	Total de Horas-aula	6 (300 minutos)
Objetivos	Ao final da sequência didática, espera-se que o estudante seja capaz de: • Distinguir conceitualmente área e perímetro, identificando em diferentes situações qual grandeza é adequada e justificando sua escolha; • Representar espacialmente figuras planas, reconhecendo contorno, superfície, base e altura; • Calcular corretamente área e perímetro de polígonos planos (regulares e irregulares), selecionando fórmulas adequadas e utilizando unidades de medida coerentes; • Resolver e elaborar problemas geométricos contextualizados envolvendo área e perímetro, registrando procedimentos e argumentos matemáticos; • Utilizar o Sistema EDCAFE para interpretar feedbacks automatizados, identificar erros conceituais e procedimentais e reformular estratégias de resolução, registrando as correções realizadas; • Desenvolver autonomia e reflexão metacognitiva a partir da		

	análise do erro como parte do processo de aprendizagem.
--	---

Habilidades Relacionadas	BNCC: EF09MA06 – Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de perímetro e área de figuras planas, utilizando estratégias diversas e tecnologias digitais.
Práticas Pedagógicas Inovadoras	☒ Aula Enriquecida com Tecnologia; ☒ Uso de STI como mediador cognitivo; ☒ Aprendizagem baseada em resolução de problemas; ☒ Uso do erro como estratégia didática; ☒ Aula Mão na massa. ☒ Contextualização e Modelagem Matemática

3.1 Construção Conceitual de Área e Perímetro (2 aulas – 100 min)

Nesta etapa, o objetivo é mobilizar conhecimentos prévios dos estudantes sobre “medir espaço”, identificar concepções iniciais relacionadas a área e perímetro e diagnosticar confusões conceituais que subsidiarão as intervenções pedagógicas ao longo da sequência.



Aula 1 – Sensibilização e Diagnóstico Conceitual (50 min)

Professor

Inicie a aula apresentando imagens contextualizadas de espaços do cotidiano, como plantas baixas de terrenos, quadras esportivas e salas de aulas e outros espaços do cotidiano dos estudantes, conforme um exemplo ilustrado na Figura 1. As imagens devem ser projetadas ou distribuídas impressas, de modo que todos os alunos possam observá-las atentamente.

Figura 10 – Exemplo de espaço do cotidiano para problematizar os conceitos de área e perímetro.



Explique que, nesse primeiro momento, não serão utilizadas fórmulas nem definições matemáticas formais, pois o objetivo é compreender como os estudantes pensam intuitivamente sobre a ideia de medir um espaço.

A partir da imagem, proponha as seguintes questões problematizadoras:

1. *Se quisermos cercar esse espaço, o que exatamente precisaríamos medir?*
2. *E se o objetivo fosse revestir o chão com piso ou grama, o que precisaríamos saber?*

Organização dos estudantes

Professor

Organize a turma em pequenos grupos de 3 a 4 alunos, orientando-os a discutir as questões propostas com base em:

1. Observação das imagens;
2. Linguagem cotidiana;
3. Exemplos práticos do dia a dia.



Aula 2 – Mediação e diagnóstico (50 min)

Professor

Durante as discussões em grupo, circule pela sala realizando uma escuta pedagógica intencional, registrando falas representativas dos estudantes e identificando possíveis concepções iniciais e dificuldades, tais como:

1. Associação indistinta entre área e perímetro;
2. Compreensão da área apenas como “tamanho” ou “espaço grande”, sem referência à superfície;
3. Confusão entre contorno da figura e espaço interno;

Sempre que pertinente, faça intervenções breves, sem corrigir ou formalizar, utilizando perguntas como:

1. *Você está pensando no que fica por dentro ou no que contorna a figura?*
2. *Se aumentarmos esse espaço para os lados, o que muda: o contorno, a parte de dentro ou ambos?*

Socialização e fechamento da etapa

Professor

Ao final da atividade, promova uma discussão coletiva, convidando os grupos a compartilharem suas ideias, comparando semelhanças e diferenças entre as respostas apresentadas.

Registre no quadro algumas palavras ou expressões mencionadas pelos estudantes (por exemplo: *volta, cerca, espaço de dentro, chão, borda*), sem ainda formalizar os conceitos matemáticos de área e perímetro.

Professor

Finalize a etapa destacando que essas diferentes formas de pensar serão retomadas e aprofundadas nas próximas aulas, quando os conceitos serão construídos de maneira mais sistematizada.

Reflexão

Promover a compreensão inicial de área e perímetro como grandezas distintas, ancorada em situações do cotidiano, antes da formalização matemática.

3.2 Construção Conceitual Espacial (2 aulas – 100 min)

Nesta etapa, busca-se possibilitar que os estudantes construam, de forma concreta e visual, os significados de perímetro e área, compreendendo o perímetro como medida do contorno das figuras planas e a área como medida da superfície. A partir de ações físicas e representações espaciais, os alunos são convidados a distinguir essas duas grandezas, explorando suas diferenças e relações antes da introdução de fórmulas e procedimentos matemáticos formais. Essa abordagem tem como finalidade favorecer uma compreensão conceitual sólida, ancorada na experiência e na observação, que servirá de base para a posterior formalização matemática.



Aula 3 – Formalização dos conceitos de área e perímetro (50 min)

Professor

Retome brevemente as ideias levantadas na etapa anterior, destacando algumas respostas dos estudantes que evidenciam diferentes maneiras de compreender o ato de “medir um espaço”. Utilize essas falas como ponto de partida para aprofundar a discussão, sem ainda recorrer a definições formais.

Explique que, nesta etapa, os estudantes irão agir sobre as figuras, observando o que muda e o que permanece quando medimos de formas diferentes.

Situação 1 – Contorno do espaço

Distribua figuras desenhadas em malha quadriculada e oriente os estudantes a percorrer o limite da figura com o dedo ou com o lápis, simulando a ação de “cercar” o espaço.

Durante a atividade, realize intervenções orientadoras, como:

1. *O que exatamente estamos medindo ao percorrer esse caminho?*
2. *Esse trajeto passa por dentro da figura ou apenas pelas bordas?*
3. *Se a figura fosse cercada, onde a cerca estaria localizada?*

Estimule os alunos a descreverem a ação realizada utilizando linguagem cotidiana (volta, borda, limite), registrando algumas dessas expressões no quadro.

Situação 2 – Preenchimento do espaço

Professor

Em seguida, proponha que os estudantes cubram completamente a figura utilizando os quadradinhos da malha, contando quantas unidades são necessárias, sem sobreposições ou espaços vazios.

Questione:

1. Agora estamos medindo o quê?
2. Estamos olhando para contorno ou para a parte de dentro da figura?
3. O que acontece se a figura tiver o mesmo contorno, mas um formato diferente?

Nesse momento, incentive a comparação entre figuras que:

1. Possuem o mesmo perímetro, mas áreas diferentes;
2. Possuem a mesma área, mas perímetros diferentes.

Mediação pedagógica

Professor

Durante as duas situações, acompanhe as ações dos estudantes, observando dificuldades recorrentes, como:

1. Confundir contorno com superfície;
2. Considerar apenas “tamanho visual” da figura;
3. Supor que aumentar a área implica, necessariamente, aumentar o perímetro.

As intervenções devem ser questionadoras e exploratórias, evitando a correção imediata ou a introdução de formulas.

Articulação conceitual

Ao final das atividades, promova uma breve discussão coletiva, retomando as ações realizadas e as diferenças observadas entre medir o contorno e medir a superfície.

Somente nesse momento, introduza de forma preliminar e não formal as ideias de:

1. *medida do contorno* (perímetro);
2. *medida da superfície* (área),

deixando explícito que essas ideias serão formalizadas nas próximas aulas por meio de

Reflexão

Construir os significados de área e perímetro por meio de ações concretas e representações espaciais, distinguindo contorno e superfície antes da formalização



Aula 4 – Sistematização e Cálculo Geométrico (50 min)

Introdução de fórmulas

Professor

Apresente, de forma gradual e contextualizada, as formulas de cálculo de área e perímetro das figuras planas estudadas (quadrado, retângulo e triângulo), sempre relacionado cada expressão matemática às ações previamente realizadas pelos estudantes.

Quadrado e retângulo:

1. Perímetro como a soma dos comprimentos dos lados, associado à ideia de contorno;
2. Área como medida da superfície, compreendida inicialmente pela contagem de unidade e pela multiplicação base x altura.

Triângulo:

1. Perímetro como a soma dos três lados;
2. Área como metade da área de um retângulo correspondente, explorando a relação entre base e altura.

Professor

Ressalte explicitamente que as fórmulas não são regras arbitrárias, mas formas de organizar e simplificar cálculos já compreendidos conceitualmente.

Prática orientada e exercícios progressivos

Professor

Proponha uma sequência de exercícios graduados, do mais simples ao mais complexo, envolvendo identificação da figura geométrica, reconhecimento das medidas, escolha da grandeza adequada (área ou perímetro), aplicação da fórmula correta, realização do cálculo e registro da resposta com unidade apropriada.

Durante a atividade, acompanhe a resolução com intervenções pontuais para corrigir erros recorrentes, como uso inadequado de unidades, confusão entre fórmulas e ausência de explicitação do procedimento, priorizando sempre o questionamento reflexivo.

Registro matemático e justificativa

Professor

Ao final, enfatiza a importância do registro organizado e argumentado, orientando os alunos a apresentar cálculos de forma clara, indicar corretamente as unidades de medida e justificar a escolha das fórmulas utilizadas, fortalecendo a comunicação matemática e a preparação para situações mais complexas.

Reflexão

Sistematizar os conceitos de área e perímetro por meio da linguagem matemática, articulando cálculo, unidades de medida e justificativa dos procedimentos.

Este encontro tem como finalidade utilizar o Sistema EDCAFE como mediador cognitivo e instrumento de avaliação formativa, favorecendo a identificação de erros conceituais e procedimentais, bem como a reformulação de estratégias de resolução.



Aula 5 – Atividade mediadora com o sistema EDCAFE (50 min)

Professor

Inicialmente, os estudantes resolvem manualmente, no caderno, a seguinte situação-problema:

Uma sala retangular possui 8 metros de comprimento e 6 metros de largura.

- a) Qual é o perímetro da sala?
- b) Qual é a área dessa sala?

Os alunos devem registrar:

1. Os cálculos realizados;
2. As formulas utilizadas;
3. As unidades de medidas.

Somente após essa etapa manual, os estudantes acessam o sistema EDCAFE para verificar suas respostas.

Configuração do avaliador de tarefas

Professor

Antes da aula, configure no ambiente EDCAFE um avaliador de tarefas, conforme ilustrado nas Figuras 11 e 12, contemplando:

1. correção automática das respostas de área e perímetro;
2. apresentação do enunciado da situação-problema;
3. instruções orientando o estudante a apresentar cálculos e justificativas.

Figura 11 - Tela de configuração do avaliador de tarefas no sistema EDCAFE.

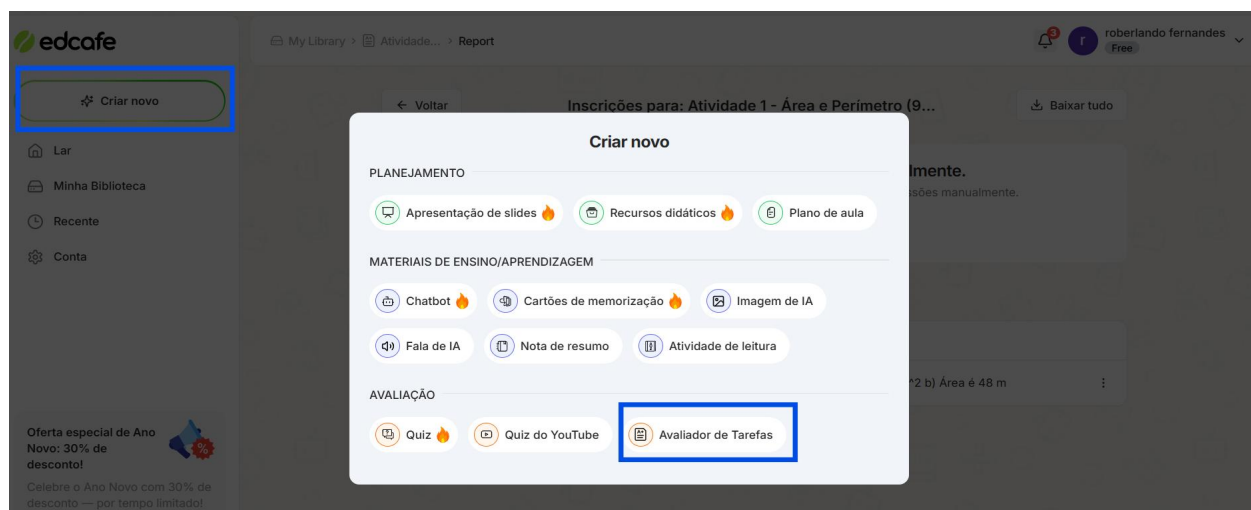
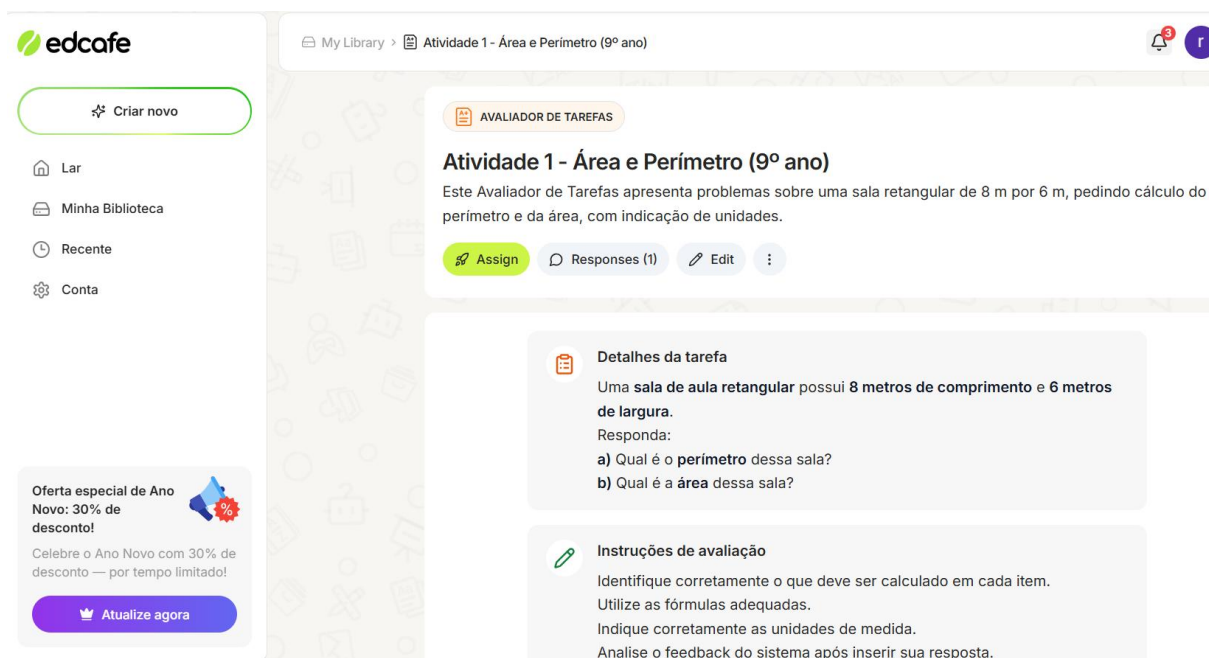


Figura 12 - Atividade de cálculo de área e perímetro cadastrada no EDCAFE.



Após o envio da resposta, o estudante recebe feedback automatizado, como exemplificado na Figura 13, indicando a natureza do erro cometido.

Figura 13 - Feedback automatizado fornecido pelo EDCAFE após a resolução da atividade.

Envio e feedback



Submissão

By: Aluno x Em: 4 de janeiro de 2026, 19:11:02

- a) Perímetro é 48 m^2
- b) Área é 48 m

Opinião



Comentários gerais

Você entendeu que precisa calcular o perímetro e a área da sala retangular, mas cometeu erros nos resultados e nas unidades. Vou apontar onde estão os equívocos e como corrigi-los.

O que você fez bem

- **Identificou as duas grandezas pedidas.** Você respondeu tanto a pergunta do perímetro quanto a da área, como em "a) Perímetro é 48 m^2 " e "b) Área é 48 m ".
- **Usou números corretos das dimensões.** As medidas de 8 m (comprimento) e 6 m (largura) foram usadas nas suas respostas.

Envio e feedback



Opinião



O que melhorar

- **Calcular o perímetro com a fórmula adequada.** Você escreveu "a) Perímetro é 48 m^2 ", que está incorreto: o perímetro de um retângulo é $P = 2 \times (\text{comprimento} + \text{largura}) = 2 \times (8 + 6) = 28 \text{ metros}$. Além disso, o perímetro deve ter unidade de metros (m), não metros quadrados (m^2).
- **Calcular a área com a fórmula adequada e usar a unidade correta.** Você escreveu "b) Área é 48 m ", que tem o valor correto (48) mas a unidade errada: a área é $A = \text{comprimento} \times \text{largura} = 8 \times 6 = 48 \text{ metros quadrados}$, ou seja, 48 m^2 .
- **Verificar consistência entre valor e unidade.** Nos seus dois itens as unidades estão trocadas ou incorretas; sempre cheque se a unidade corresponde ao que se calcula (perímetro $\rightarrow \text{m}$; área $\rightarrow \text{m}^2$).

Próximos passos

- **Recalcule o perímetro passo a passo.** Use $P = 2 \times (8 \text{ m} + 6 \text{ m}) = 2 \times 14 \text{ m} = 28 \text{ m}$ e escreva o resultado com a unidade correta (m).
- **Recalcule a área passo a passo.** Use $A = 8 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 48 \text{ m}^2$ e escreva a unidade correta (m^2).
- **Revise as unidades em problemas futuros.** Antes de finalizar, pergunte a si mesmo: "É uma medida de comprimento (m) ou de superfície (m^2)?" e ajuste a unidade conforme necessário.

Professor

Acompanhe as respostas enviadas, observando padrões de erro e intervindo pontualmente quando o feedback automatizado não for suficiente.



Aula 5 – Mediação dialógica e revisão de estratégia com chatbot (50 min)

Professor

De forma complementar ao avaliador automático, oriente os alunos que o EDCAFE disponibiliza um chatbot pedagógico, configurado para atuar como mediador dialógico durante a resolução das atividades.

O chatbot é acionado automaticamente quando o estudante apresenta respostas incorretas ou inconsistentes, conduzindo-o por meio de perguntas orientadoras e graduadas, sem fornecer diretamente a resposta correta.

As Figuras 14 e 15 ilustram exemplos de intervenções do chatbot, nas quais o estudante é levado a refletir sobre:

1. a grandeza envolvida no problema (área ou perímetro);
2. a fórmula selecionada;
3. a coerência da unidade de medida utilizada.

Figura 14 - Tela de configuração do chatbot, como mediador em atividades de Geometria.

[← Voltar](#)



[Tutorial](#)

Criar chatbot

Crie um chatbot personalizado, adaptado às suas necessidades e interações específicas.

O que você quer que o chatbot faça?

Este chatbot atua como mediador pedagógico em atividades de Geometria, especificamente sobre perímetro e área de figuras retangulares no Fundamental.

Seu objetivo é auxiliar o estudante a refletir sobre seus erros conceituais e procedimentais, sem fornecer respostas prontas. O chatbot deve utilizar perguntas orientadoras e graduadas para apoiar a construção do raciocínio geométrico.

O chatbot deve identificar erros comuns, como confusão entre perímetro e área, uso incorreto de fórmulas, erros de cálculo e unidades inadequadas, conduzindo o estudante à revisão do raciocínio antes de uma nova tentativa.

 Criar chatbot

Figura 15 - Exemplo de intervenção pedagógica do chatbot “Área e Perímetro – 9º ano”



Área e Perímetro - 9º ano.

Ótima escolha, Aluno x! Vamos rever a diferença entre **perímetro** e **área** de retângulos. 😊

Diferença entre Perímetro e Área

1. Perímetro =

- O perímetro é a **medida do contorno** da figura.
- Para um retângulo, é a soma de todos os seus lados.
- A fórmula do perímetro do retângulo é:
 $P = 2 \times (\text{base} + \text{altura})$
- O resultado é dado em **unidades lineares** (como centímetros, metros, etc.).

2. Área =

- A área é a **medida da superfície** que a figura ocupa.
- Para um retângulo, é o produto da base pela altura.
- A fórmula da área do retângulo é:
 $A = \text{base} \times \text{altura}$
- O resultado é dado em **unidades quadradas** (como cm^2 , m^2 , etc.).

 Enviar mensagem...





Síntese e fechamento

Professor

Ao final da aula, o professor promove uma breve discussão coletiva, retomando:

1. os erros mais frequentes identificados pelo sistema;
2. as estratégias utilizadas para corrigi-los;
3. o papel do feedback automatizado e do chatbot na aprendizagem.

Os estudantes são incentivados a registrar, no caderno, o que corrigiram e por que corrigiram, fortalecendo a autorregulação da aprendizagem.

Professor

Utilize a ferramenta como mediador formativo para diagnosticar erros, revisando estratégias e consolidando os conceitos de área e perímetro.

3.4 Critério de Avaliação

A APRENDIZAGEM SERÁ AVALIADA CONSIDERANDO:

- (1) distinção conceitual entre Área e Perímetro;
- (2) Representação Espacial das Figuras;
- (3) Cálculo de Área e Perímetro;
- (4) Análise e Correção com Mediação do sistema EDCAFE.

3.5 Rubrica Analítica de avaliação da Aprendizagem

Quadro 3. Descritores para os critérios de Avaliação da Aprendizagem

Escala	Distinção conceitual entre Área e Perímetro	Representação Espacial das Figuras	Cálculo de Área e Perímetro	Análise e Correção com Mediação do Sistema EDCAFE	Conclusão das atividades
Excelente	Distingue corretamente a área e perímetro em todas as situações, justificando o uso de cada grandeza.	Representa e interpreta corretamente figuras planas, identificando contorno, superfície, base e altura.	Seleciona fórmulas corretamente, realiza cálculos precisos e utiliza unidades adequadas.	Analisa criticamente o feedback do sistema, identifica erros e corrige estratégias de forma autônoma.	Conclui todas as atividades propostas com organização e clareza.
Bom	Distingue área e perímetro na maioria das situações, com pequenas imprecisões.	Representa figuras planas com pequenas falhas de interpretação	Seleciona fórmulas corretas, com pequenos erros de cálculo ou registro.	Compreende o feedback e corrige o erro com orientação pontual.	Conclui as atividades propostas, com pequenos ajustes necessários.
Regular	Apresenta confusão pontual entre os conceitos.	Representa parcialmente as figuras, omitindo elementos relevantes.	Apresenta erros frequentes nos cálculos ou nas unidades.	Compreende parcialmente o feedback, necessitando mediação constante.	Conclui parcialmente as atividades propostas.
Insuficiente	Não distingue área de perímetro.	Não representa adequadamente as figuras planas.	Não aplica corretamente as fórmulas.	Não compreende o feedback nem revisa a estratégia.	Não conclui as atividades propostas.

4 – Modelagem e Interpretação de Fenômenos Reais por Meio da Função

Título do encontro	Modelagem e Interpretação de Fenômenos Reais por Meio da Função Exponencial.			Sequência: 4
Etapa/Ano	Ensino Médio: ☐ 1º Ano ☐ 2º Ano ☒ 3º Ano			
Nível de Maturidade	Escola	☐ Emergente ☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado	Docente	☒ Básico ☐ Intermediário ☐ Avançado
Competências	☒ C1 ☒ C2 ☒ C4 ☒ C5 ☒ C7			
Objetos de Conhecimento	• Função exponencial (crescimento e decaimento); • Modelagem matemática; • Representações algébricas, gráficas e tabulares; • Equações exponenciais; • Uso crítico de tecnologias e STI			
Recursos Educacionais	• Quadro branco com marcadores/canetas • Projetor • Materiais impressos e de registro • Computadores com acesso à internet • Dispositivos móveis • Plataforma EDCAFE (STI)			

Componentes Curriculares Relacionados	☐ Arte ☐ Língua Port. ☐ Ed. Física	☐ Geografia ☐ História ☒ Matemática	☐ Língua Inglesa ☐ Ciências
Palavras-chave	Função exponencial, Crescimento e Decaimento, Modelagem matemática, Sistemas Tutores Inteligentes, EDCAFE.		
Perguntas Importantes	• O que caracteriza um crescimento exponencial em uma situação real? • Como interpretar o significado dos parâmetros a e b em uma função exponencial no contexto do problema? • Como podemos identificar, a partir de uma tabela ou gráfico, se		

	um fenômeno é melhor modelado por uma função exponencial? De que forma o feedback fornecido pelo sistema EDCAFE ajuda a identificar e corrigir erros conceituais e procedimentais?
--	---

Encontros	3	Total de Horas-aula	6 (300 minutos)
Objetivos	Ao final da sequência, o estudante deverá ser capaz de: 1. Reconhecer a presença da função exponencial em fenômenos reais de crescimento e decaimento. 2. Identificar, interpretar e justificar o comportamento multiplicativo característico dessa função. 3. Representar a função exponencial em registros algébricos, gráficos e tabulares, analisando o papel dos parâmetros a e b. 4. Resolver equações exponenciais, explicando cada etapa e justificando a validade das transformações realizadas. 5. Modelar situações-problema reais usando funções exponenciais simples do tipo $f(x) = a \cdot b^x$ para situações-problema reais. 6. Utilizar o sistema EDCAFE para analisar feedbacks, identificar erros conceituais e revisar estratégias.		

Habilidades Relacionadas	BNCC: (EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas que envolvam funções exponenciais em contextos reais, analisando seus parâmetros e comportamento; (EM13MAT302) Aplicar diferentes representações (algébricas, gráficas, tabulares e tecnológicas) para interpretar funções e modelar situações reais; (EM13MAT304) Utilizar conscientemente ferramentas digitais para explorar, interpretar e validar modelos e soluções matemáticas.
Práticas Pedagógicas Inovadoras	☒ Aula Enriquecida com Tecnologia; ☒ Uso do sistema EDCAFE como mediador cognitivo; ☒ Aprendizagem baseada em resolução de problemas; ☒ Uso do erro como estratégia didática; ☒ Aula Mão na massa. ☒ Contextualização e Modelagem Matemática

4.1 Sensibilização e Construção Conceitual (2 aulas – 100 min)

Neste primeiro encontro, busca-se compreender como os estudantes pensam inicialmente sobre situações de crescimento e decaimento, antes da introdução de fórmulas ou definições formais. A proposta é partir de exemplos do cotidiano, próximos da realidade dos alunos, para estimular a observação, a discussão e a argumentação em linguagem natural. Ao longo das atividades, o professor terá a oportunidade de identificar concepções intuitivas, como a associação de crescimento apenas à soma de valores ou à ideia genérica de “crescer rápido”, bem como possíveis confusões entre modelos lineares e exponenciais.



Aula 1 – Sensibilização e Diagnóstico (50 min)

Professor

Inicie a aula apresentando, por meio de projeção ou material impresso, três situações reais que envolvam variação ao longo do tempo, tais como:

1. o crescimento do número de seguidores de um influenciador em uma rede social;
2. a reprodução de uma colônia de bactérias em intervalos regulares de tempo;
3. o decaimento da quantidade de uma substância no organismo (como a cafeína).

Explique aos estudantes que, neste primeiro momento, não serão utilizadas fórmulas nem expressões matemáticas formais. Destaque que o objetivo da aula é compreender como eles pensam sobre esses fenômenos e como explicam, com palavras, o que está acontecendo.

Organização dos Estudantes

Divida a turma em pequenos grupos de 3 a 4 alunos. Oriente-os a observar atentamente as situações apresentadas e a discutir entre si, utilizando linguagem cotidiana e exemplos do dia a dia.

Cada grupo deverá discutir e registrar, de forma simples, respostas para as seguintes questões orientadoras:

1. O crescimento ocorre sempre pela mesma quantidade ao longo do tempo?
2. Esse tipo de crescimento pode ser explicado apenas por soma sucessiva?
3. O que faz esse crescimento parecer cada vez mais rápido?
4. Há diferenças entre os exemplos apresentados? Quais?

Reforce que não há respostas certas ou erradas nesse momento e que o mais importante é justificar o raciocínio adotado pelo grupo.

Mediação docente durante a atividade

Professor

Enquanto os grupos discutem, circule pela sala realizando uma escuta pedagógica intencional, buscando identificar concepções iniciais recorrentes, tais como:

1. interpretação do crescimento apenas como aumento por soma;
2. uso de expressões vagas como “cresce rápido” ou “cresce muito”;
3. dificuldade de perceber a influência do tempo no processo de crescimento;
4. confusão entre crescimento linear e crescimento exponencial.

Sempre que necessário, faça intervenções breves e não diretivas, utilizando perguntas como:

1. “O aumento acontece sempre do mesmo jeito em cada etapa?”
2. “Se compararmos o início com o final, o que mudou?”
3. “O crescimento depende apenas do tempo ou também da quantidade inicial?”

Evite corrigir ou introduzir conceitos formais; o foco é provocar reflexão, não validar respostas.

Socialização e fechamento da aula

Ao final, o professor promove a socialização das ideias, convidando alguns grupos a compartilharem suas conclusões. Registra no quadro palavras utilizadas pelos alunos, como aumentar, dobrar, acelerar, crescer rápido, somar e multiplicar.

Nesse momento, evita termos técnicos e destaca que as diferentes explicações serão retomadas e organizadas nas próximas aulas.

Professor

Finalize a aula reforçando que compreender como um crescimento acontece é tão importante quanto calcular valores, e que nas aulas seguintes essas ideias serão aprofundadas de forma mais estruturada.

Reflexão

Identificar as concepções iniciais dos estudantes sobre crescimento e decaimento, mapeando dificuldades como a confusão entre crescimento linear e multiplicativo, para planejar intervenções progressivas e formalizar o conhecimento de forma gradual, a partir das ideias dos



Aula 2 – Construção do crescimento multiplicativo (50 min)

Professor

Inicie a aula retomando brevemente algumas ideias levantadas na aula anterior, destacando expressões utilizadas pelos estudantes, como “crescer sempre”, “aumentar aos poucos” ou “crescer cada vez mais rápido”. Explique que, nesta aula, o foco será investigar como o crescimento acontece e o que muda quando repetimos esse crescimento várias vezes.

Atividade exploratória 1 – Crescimento por duplicação

Apresente aos estudantes a seguinte situação:

Uma colônia de bactérias dobra de tamanho a cada etapa.

Peça que os estudantes, em pequenos grupos, simulem esse crescimento ao longo de algumas etapas (por exemplo, 0, 1, 2, 3, 4 e 5 etapas), partindo de uma quantidade inicial simples (como 1 ou 10 unidades).

Produção dos estudantes

Os grupos devem:

1. registrar os valores obtidos em forma de tabela;
2. observar como a quantidade muda a cada etapa.

Professor

Durante a atividade, questione:

1. O aumento entre uma etapa e outra é sempre o mesmo?
2. O que acontece com os valores quando repetimos várias etapas?
3. A quantidade cresce devagar ou cada vez mais rápido?

Evite mencionar termos como *função* ou *exponencial*. O foco é a observação do padrão.

Atividade exploratória 2 – Crescimento percentual sucessivo

Professor

Apresente uma segunda situação:
Uma quantidade inicial aumenta 10% a cada etapa.

Solicite que os estudantes repitam o procedimento anterior, construindo uma tabela que represente esse crescimento percentual ao longo de algumas etapas.

Produção dos estudantes

Os grupos devem:

1. calcular os novos valores;
2. registrar os resultados na tabela;
3. comparar esse crescimento com o caso da duplicação.

Professor

Provoque reflexões como:

1. A diferença entre os valores é constante?
2. O que acontece com o aumento ao longo do tempo?
3. Esse crescimento pode ser explicado apenas por soma?

Comparação entre padrões

Professor

Solicite que os estudantes comparem os dois tipos de crescimento observados, orientando-os a analisar:

1. as diferenças entre valores consecutivos;
2. as razões entre valores consecutivos.

Conduza a discussão para que percebam que:

1. no crescimento aditivo, a diferença é constante;
2. no crescimento multiplicativo, a razão é constante.

Utilize linguagem acessível, evitando formalizações matemáticas.

Discussão orientada e fechamento da aula

Professor

Promova uma discussão coletiva, sistematizando as ideias construídas pelos estudantes:

1. Crescimento por adição: aumenta sempre pela mesma quantidade;
2. Crescimento por multiplicação: aumenta por um mesmo fator, fazendo com que os valores cresçam cada vez mais rápido.

Questione:

1. Um modelo aditivo consegue explicar todos os tipos de crescimento?
2. Em quais situações o modelo linear deixa de funcionar?

Professor

Finalize a aula destacando que, nas próximas aulas, essas ideias serão organizadas por meio da linguagem matemática, permitindo representar e analisar esses fenômenos de forma mais precisa.

Reflexão

Construir o significado de crescimento multiplicativo por meio da comparação entre padrões aditivos e multiplicativos, possibilitando aos estudantes reconhecer as limitações do modelo linear e compreender a necessidade de novos modelos matemáticos para descrever determinados fenômenos reais.

4.2 Formalização da Função Exponencial - (2 aulas – 100 min)

Neste encontro, os estudantes formalizam o crescimento multiplicativo por meio da função exponencial, relacionando padrões observados a representações algébricas e gráficas. A linguagem matemática é introduzida de forma progressiva, como síntese das regularidades identificadas nas atividades anteriores, evitando a memorização mecânica de formulas.



Aula 3 – Formalização algébrica da função exponencial (50 min)

Professor

Inicie a aula retomando as tabelas construídas na Aula 2 e questione os estudantes:

1. O que se repete de uma etapa para outra nesse crescimento?
2. O que permanece constante: a diferença ou a razão?

Reforce que, nos exemplos analisados, o crescimento ocorre pela multiplicação sucessiva por um mesmo fator, o que exige uma forma matemática adequada de representação.

Introdução da expressão algébrica

Professor

Apresente uma das tabelas construídas pelos estudantes (por exemplo, crescimento por duplicação) e solicite que observem a relação entre a etapa (tempo) e a quantidade obtida.

Conduza os alunos a perceberem que:

1. existe um valor inicial;
2. a cada etapa, a quantidade é multiplicada pelo mesmo fator.

A partir dessa observação, introduza a expressão geral da função exponencial, explicando que ela pode ser escrita na forma:

$$f(x) = a \cdot b^x$$

Utilize linguagem acessível, destacando o significado de cada elemento da expressão, sempre relacionado ao contexto estudado.

Interpretação dos parâmetros

Professor

Discuta com os estudantes o significado dos elementos da expressão algébrica:

1. Valor inicial "***a***" : quantidade no início do processo;
2. Fator multiplicativo "***b***" : número pelo qual a quantidade é multiplicada a cada etapa;
3. Expoente "***x***" : número de vezes que o crescimento se repete.

Explore diferentes exemplos, questionando:

1. O que acontece se o valor inicial "***a***" for maior ou menor?
2. O que muda quando o fator multiplicativo ***b*** > 1?
3. E quando o fator está **0 < *b* < 1**?

Leve os estudantes a perceberem a diferença entre crescimento e decaimento exponencial, ainda sem aprofundar aspectos gráficos.

Aplicação guiada

Professor

Proponha uma situação simples para aplicação imediata:

Uma população inicial de 200 indivíduos cresce 20% a cada etapa.

Solicite que os estudantes:

1. identifiquem o valor inicial;
2. determinem o fator multiplicativo;
3. escrevam a expressão algébrica que representa a situação.

Durante a atividade, acompanhe as resoluções, incentivando os alunos a justificar cada escolha feita.

Professor

Encerre a aula destacando que a expressão algébrica representa, de forma organizada, o padrão de crescimento observado, e não uma fórmula para memorização. Anuncia que, na próxima aula, essa expressão será analisada graficamente.

Reflexão

Enfatize que a formalização do crescimento multiplicativo por meio da função exponencial, articulando valor inicial, fator de crescimento e número de etapas como síntese dos padrões explorados.



Aula 4 – Representação Gráfica (50 min)

Professor

Inicie a aula retomando as expressões algébricas construídas na Aula 3 e questione os estudantes:

1. O que essas expressões nos dizem sobre o crescimento ao longo do tempo?
2. Como podemos visualizar esse crescimento?

Explique que, nesta aula, os estudantes irão transformar a expressão algébrica em um gráfico, permitindo analisar visualmente o comportamento da função exponencial

Construção do gráfico

Solicite que os estudantes utilizem uma ferramenta digital (como GeoGebra ou Desmos) ou papel milimetrado para representar graficamente uma das funções exponenciais estudadas anteriormente.

Oriente os alunos a:

1. definir os eixos (tempo $\times$ quantidade);
2. inserir valores obtidos na tabela;
3. observar a forma da curva resultante.

Durante a atividade, circule pela sala auxiliando na leitura e construção correta do gráfico.

Análise do comportamento da curva

Conduza uma discussão orientada sobre as características do gráfico da função exponencial, explorando questões como:

1. A curva cresce lentamente no início ou rapidamente?
2. O crescimento se torna mais rápido com o passar do tempo?
3. Onde o gráfico intercepta o eixo vertical?
4. O que representa esse ponto no contexto da situação?

Explore as variações nos parâmetros da função, questionando:

1. O que acontece com o gráfico se alterarmos apenas o valor inicial?
2. E se alterarmos apenas o fator de crescimento?

Estimule os estudantes a relacionar cada modificação algébrica a uma alteração visual no gráfico.

Registro matemático e justificativa

Professor

Oriente os estudantes a registrar, por escrito, suas conclusões, solicitando que:

1. indiquem a função exponencial utilizada;
2. expliquem o significado dos parâmetros no contexto do problema;
3. justifiquem por que o gráfico obtido representa adequadamente a situação analisada.

Destaque que a justificativa matemática deve ir além da apresentação do gráfico, envolvendo a interpretação e a coerência entre tabela, expressão algébrica e comportamento visual.

Professor

Encerre destacando que a representação gráfica amplia a compreensão e valida o modelo de crescimento exponencial, antecipando que, no próximo encontro, os alunos aplicarão esse conhecimento em problemas mais complexos com apoio tecnológico.

Reflexão

Enfatize a articulação entre representações algébrica, tabular e gráfica, valorizando a interpretação dos parâmetros e a justificativa matemática na compreensão do crescimento multiplicativo.

4.3 Mediação tecnológica e Aplicações (2 aulas – 100 min)

Neste momento, os estudantes utilizam a função exponencial para modelar uma situação real, articulando expressão algébrica, interpretação dos parâmetros e análise dos resultados obtidos. O processo é mediado pelo Sistema **EDCAFE**, que oferece feedback formativo para a identificação de erros conceituais e procedimentais, favorecendo a revisão de estratégias e a consolidação da aprendizagem.



Aula 5 – Atividade mediadora com a ferramenta EDCAFE (50 min)

Professor

Inicie a aula retomando as ideias construídas nas aulas anteriores, destacando que os estudantes já sabem:

1. identificar crescimento multiplicativo;
2. representar esse crescimento por meio de uma expressão algébrica;
3. analisar o comportamento da função por meio de gráficos.

Explique que, nesta aula, essas aprendizagens serão mobilizadas para modelar uma situação real completa, contando com a mediação de um Sistema, que auxiliará na identificação de erros e na revisão das estratégias utilizadas.

Resolução manual da situação-problema

Uma colônia de bactérias dobra de quantidade a cada 3 horas. No início do experimento, havia 500 bactérias.

Solicite que os estudantes resolvam individualmente ou em duplas, no caderno:

- a) construção da função exponencial que representa a situação;
- b) a quantidade de bactérias após 12 horas;
- c) o tempo necessário para que a colônia ultrapasse 20.000 bactérias.

Reforce que essa etapa deve ser realizada antes do uso do Sistema, para que o sistema possa atuar como mediador formativo e não como substituto do raciocínio matemático.

Inserção das respostas no EDCAFE

Professor

Após a resolução manual, organize os estudantes para acessar o ambiente do EDCAFE. Explique que a atividade já está previamente configurada no sistema, conforme ilustrado na Figura 16, que apresenta a tela de cadastro da atividade de modelagem exponencial.

Figura 16 - Atividade de modelagem da função exponencial no EDCAFE.

ATIVIDADE 1 - Crescimento de Bactérias em Cultura

Avaliador de Atividades apresentando um problema de modelagem exponencial sobre crescimento bacteriano, propondo funções, cálculos e interpretação dos parâmetros em contexto real.

 Assign

 Responses (1)

 Edit





Detalhes da tarefa

Titulo do Encontro: Modelagem e Interpretação de Fenômenos Reais por Meio da Função Exponencial.

Etapa/Ano: 3º ano do EM.

EM13MAT301 – Resolver e elaborar problemas que envolvam funções exponenciais em contextos reais, analisando seus parâmetros e comportamento.

ATIVIDADE 1 - Crescimento de Bactérias em Cultura

Uma colônia de bactérias se reproduzem de forma que dobram de quantidade a cada 3 horas. No início do experimento, havia 500 bactérias.

Com base no enunciado acima, responda:

- a) a construção da função exponencial que representa a situação;\
- b) o cálculo da quantidade de bactérias após 12 horas;\
- c) a determinação do tempo necessário para que a colônia ultrapasse 20.000 bactérias.

Orientar os estudantes a:

1. inserir a expressão algébrica da função exponencial no campo indicado;
2. registrar os valores numéricos solicitados;
3. preencher o campo de justificativa escrita.

Análise do feedback automatizado

Professor

Após o envio das respostas, os estudantes recebem feedback automatizado do sistema, conforme exemplificado na Figura 17. Esse feedback pode indicar, por exemplo:

- erro na escolha do fator de crescimento;
- confusão entre tempo e expoente;
- incoerência entre o resultado obtido e o contexto do problema.

Figura 17 - Feedback automatizado fornecido pelo EDCAFE após a resolução da atividade.

Envio e feedback ×

By: Aluno X Em: 5 de janeiro de 2026, às 16:06:50

Resposta:
a) $f(t) = 500 \cdot 2^t$
b) $f(12) = 500 \cdot 2^{12}$
 $f(12) = 2.048.000$ bactérias
c) $500 \cdot 2^t > 20.000$
 $2^t > 40$
 $t > 20$ horas

Opinião ⋮

Comentários gerais
Você entendeu a ideia de usar uma função exponencial para modelar o problema, mas houve erros na construção da função e nos cálculos subsequentes. Esses erros afetaram as respostas de (b) e (c). Abaixo explico onde corrigir e como proceder.

O que você fez bem

- **Identificou que o modelo é exponencial.** Você escreveu " $f(t) = 500 \cdot 2^t$ ", mostrando que reconheceu crescimento multiplicativo.
- **Reconheceu a necessidade de resolver uma inequação para (c).** Você colocou " $500 \cdot 2^t > 20.000$ ", indicando a estratégia correta de comparação entre modelo e limite desejado.

Envio e feedback



Opinião



- **Correção do parâmetro de tempo na função.** O enunciado diz que a quantidade dobra a cada 3 horas; portanto a base 2 deve estar elevada a $t/3$, não a t . A sua " $f(t) = 500 \cdot 2^t$ " está incorreta porque assume dobra a cada 1 hora.
- **Cálculo da quantidade após 12 horas.** Você fez " $f(12) = 500 \cdot 2^{12}$ " e obteve " $2.048.000$ bactérias", que decorre do erro anterior. Com a função correta o resultado muda.
- **Resolução do tempo para ultrapassar 20.000.** Sua inequação " $2^t > 40 / t > 20$ horas" contém erros de transformação e arredondamento. A forma correta exige usar a função com $t/3$ e aplicar logaritmos.

Correções e justificativas matemáticas

- Função correta: $f(t) = 500 \cdot 2^{t/3}$.
Justificativa: a população dobra a cada 3 horas, então após t horas ocorre $2^{t/3}$ multiplicações por 2.
- Quantidade após 12 horas: $f(12) = 500 \cdot 2^{12/3} = 500 \cdot 2^4 = 500 \cdot 16 = 8.000$ bactérias. (Correção de " $f(12) = 500 \cdot 2^{12}$ " $\rightarrow$ $2.048.000$, que veio do expoente errado.)
- Tempo para ultrapassar 20.000 bactérias: $500 \cdot 2^{t/3} > 20.000$
 $2^{t/3} > 40$
 $t/3 > \log_2(40)$
 $t > 3 \cdot \log_2(40) \approx 3 \cdot 5,3219 \approx 15,966$ horas. Portanto, a colônia ultrapassa 20.000 bactérias pouco antes de completar 16 horas. (Correção de " $t > 20$ horas", que foi superestimado por erro no modelo e nos logs.)

Oriente os estudantes a:

1. ler atentamente o feedback;
2. comparar a devolutiva do sistema com seus registros no caderno;
3. revisar os cálculos e a expressão algébrica, quando necessário.

Evite corrigir diretamente as respostas; incentive a análise e a autorrevisão.

Reflexão

Destaque que a modelagem de situações reais para consolidar a função exponencial, utilizando o feedback automatizado do sistema como instrumento de avaliação formativa e identificação de erros conceituais e procedimentais.



Aula 6 – mediação e Revisão de estratégias com o Chatbot (50 min)

Professor

Inicie a aula solicitando que os estudantes retomem a atividade realizada no EDCAFE. Explique que, nesta etapa, além do feedback automático, o sistema disponibiliza um chatbot pedagógico, configurado para atuar como mediador dialógico.

Na Figura 18, observa-se a tela de configuração do chatbot, na qual estão definidas as perguntas orientadoras associadas aos erros mais frequentes.

Figura 18 - Tela de configuração do chatbot, como mediador em atividade de Função Exponencial.

Interação com o chatbot pedagógico

Professor

Oriente os estudantes a interagir com o chatbot sempre que o sistema identificar respostas incorretas ou inconsistentes. Conforme ilustrado na Figura 19, o chatbot não fornece diretamente a resposta correta, mas conduz o estudante por meio de perguntas como:

1. Qual grandeza está sendo modelada?
2. O crescimento ocorre por soma ou por multiplicação?
3. O expoente representa o quê nessa situação?

Figura 19 - Interface inicial de interação com o chatbot pedagógico



Essa mediação favorece a reflexão sobre:

1. a escolha do modelo exponencial;
2. a coerência da expressão algébrica;
3. a interpretação dos resultados no contexto do problema.

Revisão e nova tentativa

Professor

Após a interação com o chatbot, solicite que os estudantes:

1. revisem seus registros no caderno;
2. reformulem a expressão algébrica, se necessário;
3. enviem novamente a resposta no sistema.

Professor

Destaque que o processo de tentativa, erro e correção faz parte da aprendizagem e é intencionalmente incorporado à atividade.

Reflexão

Consolidar a aprendizagem da função exponencial por meio da revisão de estratégias, da análise do erro e da mediação dialógica do sistema, favorecendo a autorregulação, a metacognição e a compreensão conceitual do modelo matemático construído.

Síntese coletiva e discussão final

Professor

Promova uma discussão coletiva, retomando:

1. os erros mais frequentes identificados pelo sistema;
2. as estratégias utilizadas para corrigi-los;
3. o papel do feedback automatizado e do chatbot no processo de aprendizagem.

Registre no quadro palavras-chave como: modelo, crescimento multiplicativo, parâmetros, erro, feedback.

4.4 Critério de Avaliação

A avaliação é formativa, considerando:

- (1) Compreensão conceitual da função exponencial e diferenciação de modelos;
- (2) Qualidade das representações algébricas e gráficas;
- (3) Resolução e justificativa de situações-problema e equações exponenciais;
- (4) Análise e correção de erros com mediação do sistema.

4.5 Rubrica Analítica de Avaliação da Aprendizagem

Quadro 4. Descritores para os critérios de Avaliação da Aprendizagem

Escala	Compreensão da função exponencial e diferenciação de modelos	Qualidade das representações algébricas e gráficas	Resolução e justificativa de situações-problema e equações exponenciais	Análise e Correção de erros com mediação do sistema	Conclusão das atividades
Excelente	Compreende e explica corretamente o comportamento da função exponencial, diferenciando com clareza os modelos linear e exponencial e justificando a escolha.	Articula corretamente representações algébricas, gráficas e tabulares, interpretando o significado dos parâmetros.	Resolve corretamente as situações-problema e equações exponenciais, justificando todas as etapas e a coerência dos procedimentos adotados.	Analisa criticamente o feedback, identifica erros conceituais e procedimentais e corrige suas estratégias de forma autônoma com apoio do EDCAFE .	Conclui todas as atividades propostas com autonomia, organização e clareza, demonstrando reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem.
Bom	Compreende o comportamento exponencial e diferencia os modelos na maioria das situações, com pequenas imprecisões conceituais.	Utiliza adequadamente as representações, com pequenas falhas de interpretação ou registro.	Resolve corretamente, com justificativas parciais ou pouco detalhadas.	Compreende o feedback e corrige os erros com pouca mediação.	Conclui as atividades propostas, com pequenas dificuldades de organização ou necessidade pontual de orientação.
Regular	Demonstra compreensão parcial, apresentando confusões pontuais entre modelos linear e exponencial.	Apresenta dificuldades na construção ou articulação entre as representações.	Apresenta erros frequentes nos procedimentos ou justificativas inconsistentes.	Compreende parcialmente o feedback, necessitando mediação constante.	Conclui parcialmente as atividades, apresentando dificuldades recorrentes.
Insuficiente	Não compreende o conceito de função exponencial	Não consegue representar adequadamente a função exponencial	Não consegue resolver nem justificar as situações-problema.	Não compreende o feedback nem revisa suas estratégias.	Não conclui as atividades propostas ou o faz sem compreensão dos conceitos

	nem distingue os modelos.				trabalhados.
--	------------------------------	--	--	--	--------------

Referências



EDCAFE. **EDCAFE**: Sistema Tutor Inteligente (versão web). Disponível em: <https://www.edcafe.com.br>

EDCAFE. **EDCAFE (aplicativo para Android)**. Google Play Store. Disponível em: <https://play.google.com/store>

EDCAFE. **EDCAFE (aplicativo para iOS)**. App Store. Disponível em: <https://www.apple.com/br/app-store>

EDCAFE. O que é o EDCAFE: Sistema Tutor Inteligente para mediação da aprendizagem e avaliação formativa em Matemática. Disponível em: <https://www.edcafe.com.br>

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

VANLEHN, Kurt. The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 16, n. 3, p. 227–265, 2006.

Symbolab (navegador) <https://pt.symbolab.com/solver>

Symbolab (Android) <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devsense.symbolab>

Symbolab (iOS) <https://apps.apple.com/br/app/calculadora-symbolab/id876942533>

O que é Symbolab <https://inteligenciaartificialmax.com/que-es-symbolab-y-como-utilizar-esta-ia-gratis/>

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

VANLEHN, Kurt. The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 16, n. 3, p. 227–265, 2006

Symbolab (navegador) <https://pt.symbolab.com/solver>

Symbolab (Android) <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devsense.symbolab>

Symbolab (iOS) <https://apps.apple.com/br/app/calculadora-symbolab/id876942533>

O que é Symbolab <https://inteligenciaartificialmax.com/que-es-symbolab-y-como-utilizar-esta-ia-gratis/>

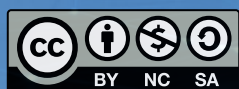
ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

VANLEHN, Kurt. The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 16, n. 3, p. 227–265, 2006.

Este produto educacional apresenta quatro sequências didáticas voltadas ao ensino de Matemática na Educação Básica, integrando fundamentos da Educação Matemática ao uso pedagógico de Sistemas Tutores Inteligentes.

As propostas contemplam conteúdos de Álgebra, Geometria e Funções, articulando construção conceitual, resolução de problemas, modelagem e mediação tecnológica. O uso de ferramentas como Symbolab e EDCAFE é orientado de forma crítica, priorizando o desenvolvimento do raciocínio matemático, a análise do erro e a autorregulação da aprendizagem.

O material destina-se a professores que buscam integrar tecnologia digital ao ensino de forma planejada, reflexiva e alinhada às competências da BNCC, fortalecendo a compreensão conceitual e a autonomia dos estudantes.



Este material está licenciado sob a licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), permitindo seu uso, compartilhamento e adaptação para fins não comerciais, desde que seja atribuída a autoria e mantida a mesma licença nas versões derivadas.



PROFMAT
Mestrado Profissional
em Matemática