GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria da Educação

Material Estruturado

SUBSECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA E PROFISSIONAL — GERÊNCIA DE CURRÍCULO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

3ª Série | Ensino Médio

MATEMÁTICA

FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2° GRAU

HABILIDADE(S)	EXPECTATIVA(S) DE APRENDIZAGEM	DESCRITOR(ES) DO PAEBES
EM13MAT302 Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.	• Modelar situações em contextos diversos por funções polinomiais do 2º grau, da linguagem verbal para a linguagem algébrica e geométrica e vice-versa. • Construir gráficos de funções polinomiais do 2º grau a partir de translações e reflexões aplicadas em funções elementares [$f(x) = x^2$], com ou sem o uso de softwares. • Resolver situações-problema envolvendo funções polinomiais do 2º grau, inclusive as que envolvem cálculo de pontos de máximo ou mínimo de funções quadráticas.	**D086_M** Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela. **D071_M** Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos. **D133_M** Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função do 2º grau.

Caro(a) Professor(a),

Informamos que, a partir da Quinzena 14, o Material Estruturado incluirá todo o conteúdo relativo a esta quinzena, de modo a não haver mais duas capas e sintetizar o conteúdo em um único volume. Esperamos, assim, que essa mudança facilite o seu trabalho, planejamento e sua organização em sala de aula.

Contextualização

Em maio de 2019 o robô humanoide CUE3, desenvolvido pela Toyota, entrou para o *Guinness Book* (Livro dos Recordes) por obter mais lances livres consecutivos de basquete por um robô humanóide (assistido), foram 2020 lançamentos ao longo de seis horas e 35 minutos.

Robô CUE3, desenvolvido pela Toyota.
Disponível em: https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/519716-most-consecutive-basketball-free-throws-by-a-humanoid-robot-assisted. Acesso em: 22 de março de 2025.

Veja um vídeo do CUE batendo mais um recorde mundial:

Mas o que lançamentos de uma bola de basquete tem a ver com Matemática?

Lançamentos livres envolvem conceitos de Física e Matemática. Para que o robô CUE3 pudesse efetuar lançamentos precisos um sensor ajustava o ângulo e a intensidade correta da força aplicada no lançamento. Ao ajustar esses parâmetros a trajetória da bola de basquete era determinada para que a bola entrasse na cesta.

Essa trajetória é uma parábola!

Nesta semana, focaremos nosso estudo nas parábolas, nome que se dá à curva do gráfico da Função Polinomial do 2º Grau.

Bons estudos!

Conceitos e Conteúdos

A FUNÇÃO POLINOMIAL DE 2º GRAU

Sejam $a, b, c \in \mathbb{R}$, com $a \neq 0$. Uma função polinomial de 2º grau, também conhecida como função quadrática, é expressa na forma:

$$f(x) = ax^2 + bx + c.$$

Em que a, b e c são constantes reais chamadas de **coeficientes da função**.

O gráfico de uma função polinomial de 2º grau é uma curva chamada de **parábola**, em que a concavidade depende do valor do coeficiente a (vamos analisar esse aspecto mais a frente).

Vejamos alguns exemplos:

1 Observe as funções polinomiais do 2º grau abaixo. Para cada uma delas determine os valores de a, b e c.

- $f(x) = x^2 - 3x + 2$ Neste caso, como a função já está na forma apresentada acima, temos: a=1, b=−3 e c=2.

- $f(x) = 3x \cdot (x-1)$ Note que a função não está na forma apresentada acima, logo, é necessário efetuarmos a multiplicação primeiro:

$$f(x) = 3x \cdot (x-1) = 3x^2 - 3x.$$

assim, a=3, b=−3 e c=0.

2 Em cada uma das funções abaixo determine o valor de t para que a função dada seja uma função polinomial do 2º grau.

- $f(x) = tx^2 + 2x - 4$ Note que t faz o papel do coeficiente a, portanto, pode assumir qualquer valor diferente de 0.

- $f(x) = 5x^t + x - 1$ Neste caso, t é o expoente da variável x. Para que seja uma função polinomial do 2º grau, t deve ser igual a 2.

Propriedades da Função Polinomial de 2º Grau

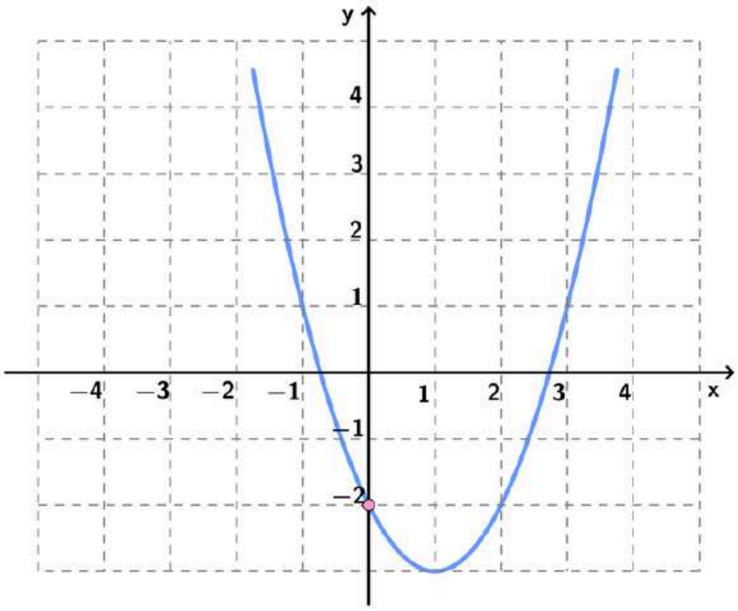
Concavidade

É possível demonstrar que o gráfico de uma função polinomial de 2º grau é uma parábola que pode ter sua concavidade voltada para cima ou para baixo, dependendo do valor de **a**. *V*eja:

- Se **a>0**: a função tem concavidade voltada para cima.
- Se **a<0**: a função tem concavidade voltada para baixo.

Destacamos também que, para qualquer função quadrática, o ponto de intersecção da parábola com o eixo y é o ponto de coordenadas (0, c), em que c é o coeficiente independente na lei da função quadrática.

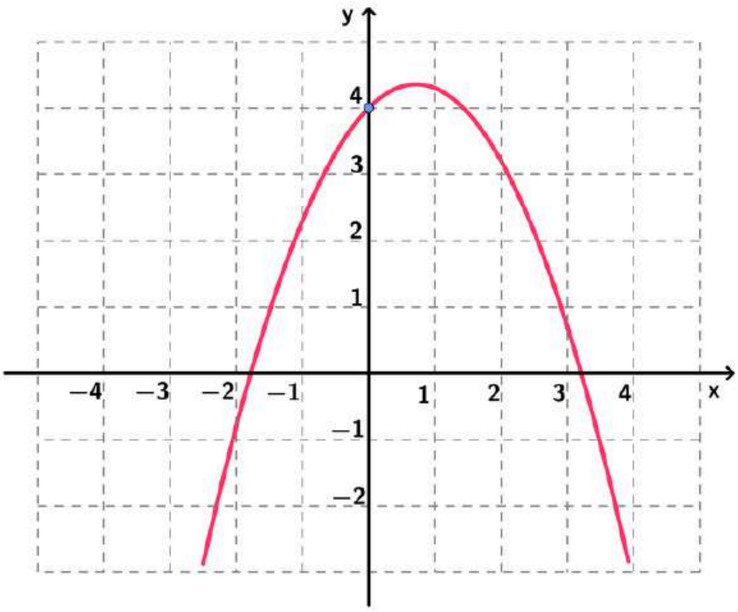
Observe os exemplos abaixo:



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

$$f(x) = x^2 - 2x - 2$$

Note que a=1, portanto o gráfico apresenta concavidade voltada para cima.
Como c=-2, a função intersecta o eixo y em (0, -2).



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

$$f(x) = -0,7x^2 + x + 4$$

Note que a= -0,7, portanto o gráfico apresenta concavidade voltada para baixo.
Como c=4, a função intersecta o eixo y em (0, 4).

Zeros da função polinomial de 2º grau

O valor de x para o qual $f(x) = 0$ é chamado de **zero da função** polinomial de 2º grau. Assim, para determinar os zeros de f(x), basta que determinemos as raízes da equação de 2º grau $ax^2 + bx + c = 0$.

Como você já deve ter estudado, uma das maneiras de se resolver esta equação é usando a **fórmula resolutiva** (conhecida também como **fórmula de Bhaskara**). Dados os coeficientes *a*, *b* e *c* da função polinomial de 2º grau, os zeros dessa função, são dados por

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}, \text{ em que } \Delta = b^2 - 4ac.$$

Para cada uma das funções abaixo, vamos determinar seus zeros.

1 $f(x) = 2x^2 + 4x$

$$\Delta = 4^2 - 4 \cdot 2 \cdot 0 = 16 \Rightarrow x = \frac{-4 \pm \sqrt{16}}{2 \cdot 2} = x = \frac{-4 \pm 4}{4} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \dfrac{-4+4}{4} = 0 \\ x_2 = \dfrac{-4-4}{4} = -2 \end{cases}$$

Portanto, seus zeros são x= -2 e x=0.

2 $f(x) = x^2 - 2x + 1$

$$\Delta = (-2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 1 = 0 \Rightarrow x = \frac{-(-2) \pm \sqrt{0}}{2 \cdot 1} = x = \frac{2 \pm 0}{2} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \dfrac{2+0}{2} = 1 \\ x_2 = \dfrac{2-0}{2} = 1 \end{cases}.$$

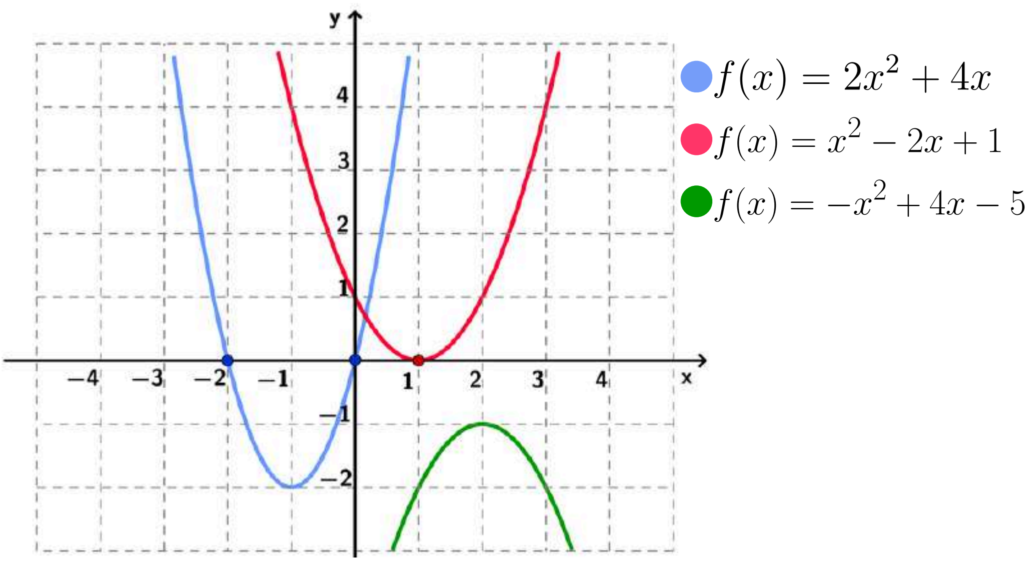
Portanto, a função dada possui apenas um zero, x=1.

3 $f(x) = -x^2 + 4x - 5$

$$\Delta = 4^2 - 4 \cdot (-1) \cdot (-5) = -4 \Rightarrow x = \frac{-4 \pm \sqrt{-4}}{2 \cdot (-1)}$$

Como $\sqrt{-4}$ não está definida no conjunto dos números reais, é impossível dar segmento ao cálculo. Portanto, f(x) não possui zeros reais.

Observe no gráfico ao lado que o número de zeros da função polinomial do 2º grau determina o número de vezes que essa função intersecta o eixo x.



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

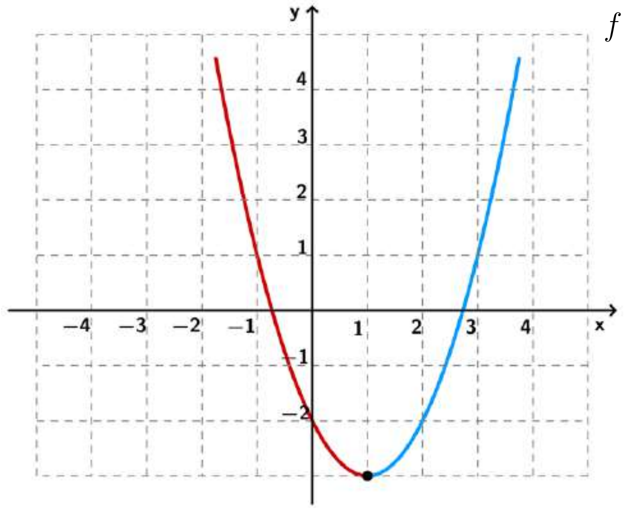
Assim, a depender do valor de Δ, temos o número de raízes reais da função polinomial de 2º grau:

- quando $\Delta > 0$, a função tem **duas raízes reais distintas**;
- quando $\Delta = 0$, a função tem **duas raízes reais iguais**; e,
- quando $\Delta < 0$, a função **não tem raiz real**.

Vértice da função polinomial de 2º grau

Se você observar os gráficos apresentados até agora poderá perceber que existe um ponto onde a função polinomial do 2º grau sofre uma mudança em seu crescimento ou descrescimento:

- Se a > 0, a função é decrescente até certo ponto e após ele, ela passa a ser crescente;



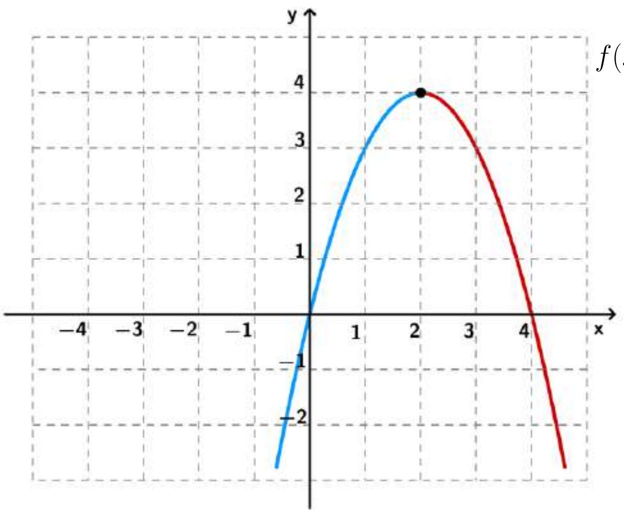
$f(x) = x^2 - 2x - 2$

Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

f(x) é decrescente em para x ≤ 1

f(x) é crescente em para x ≥ 1

- Se a < 0, a função é crescente até certo ponto e após ele, ela passa a ser decrescente.



$f(x) = -x^2 + 4x$

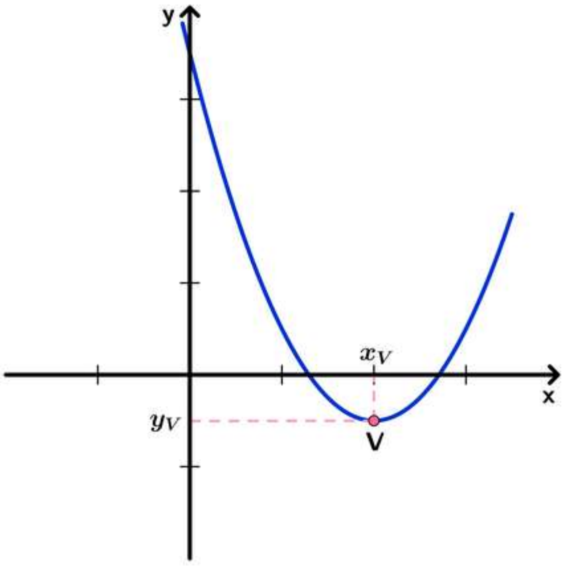
Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

f(x) é crescente para x ≤ 2

f(x) é decrescente para x ≥ 2

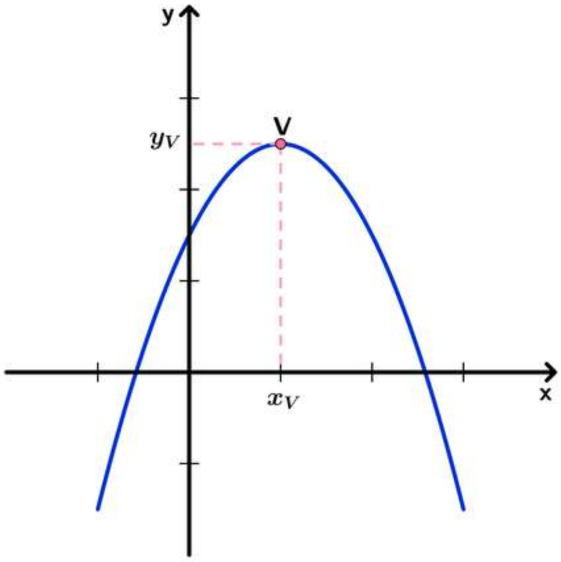
Ao ponto do gráfico, onde ocorre a mudança no crescimento ou decrescimento da função polinomial do 2º grau, damos o nome de **vértice**.

O vértice representa o ponto em que a função polinomial do 2º grau assume o valor máximo ou o valor mínimo:



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

Se a>0, a função assume um valor mínimo.



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

Se a<0, a função assume um valor máximo.

Dada a função $f(x) = ax^2 + bx + c$ calculamos o vértice da seguinte forma:

$$\begin{cases} x_v = -\frac{b}{2a} \\ y_v = -\frac{\triangle}{4a} \end{cases} \Rightarrow V = (x_v, y_v) = \left(-\frac{b}{2a}, -\frac{\Delta}{4a}\right).$$

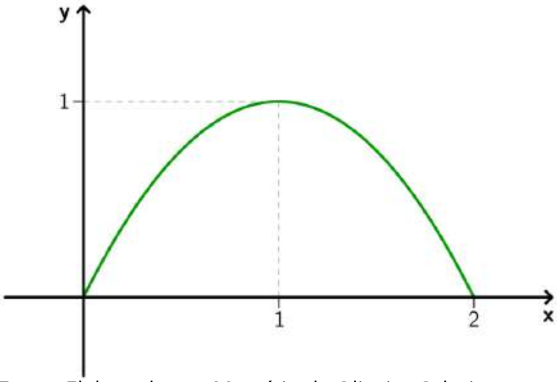
O valor x_v é o valor da variável independente x para o qual a função assume o valor máximo ou mínimo y_v.

Vejamos um exemplo: Certos tipos de rãs podem alcançar, em um único salto, até 40 vezes o seu próprio comprimento e, muitas vezes, a trajetória desse salto pode ser descrita por uma função polinomial de 2º grau. Uma rã salta de tal forma que a trajetória que ela faz no ar é descrita pela função $f(x) = -x^2 + 2x$, em que x representa o deslocamento horizontal (em m) e f(x) a altura (em m) que a rã atinge. Qual a altura máxima que esta rã atinge durante esse salto?

Note que a = -1, ou seja, a < 0, portanto, a rã atingirá uma altura máxima. Para determinar a altura máxima que ela atinge, devemos determinar o valor de y_v:

$$y_v = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{2^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 0}{4 \cdot (-1)} = -\frac{4}{-4} = 1.$$

Logo, a altura máxima atingida pela rã durante o salto é 1m, conforme podemos observar no gráfico ao lado.



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

GRÁFICO DA FUNÇÃO POLINOMIAL DE 2º GRAU

Com a informação das raízes, do vértice e do ponto de intersecção com o eixo y podemos traçar o gráfico da função polinomial do 2º grau. Observe um exemplo: Vamos traçar o gráfico de $f(x) = x^2 - 4x + 3$.

Inicialmente, podemos perceber que o gráfico dessa função possui **concavidade para cima** e intersecta o eixo y em **(0, 3)**.

Para determinar os zeros dessa função, devemos, primeiro, calcular o valor do discriminante (Δ):

$$\Delta = (-4)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 3 = 16 - 12 = 4.$$

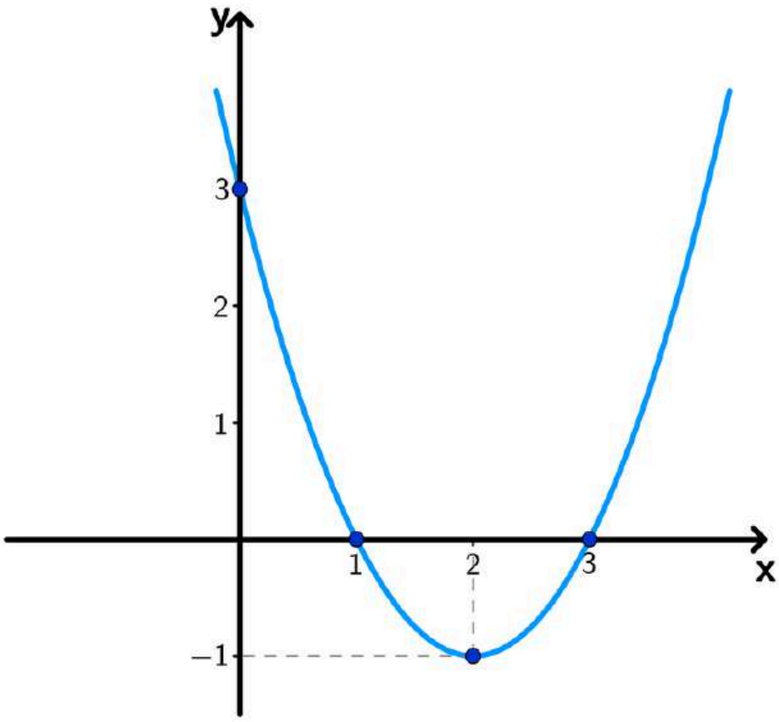
Daí, sabemos que a função possui duas raízes reais, são elas:

$$x = \frac{-(-4) \pm \sqrt{4}}{2} = \frac{4 \pm 2}{2} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \dfrac{4+2}{2} = 3 \\ x_2 = \dfrac{4-2}{2} = 1 \end{cases}.$$

Logo, o gráfico intersecta o eixo x em **(1, 0)** e **(3, 0)**. Resta determinar o vértice da função:

$$V = \left(-\frac{-4}{2}, -\frac{4}{4}\right) = (2, -1).$$

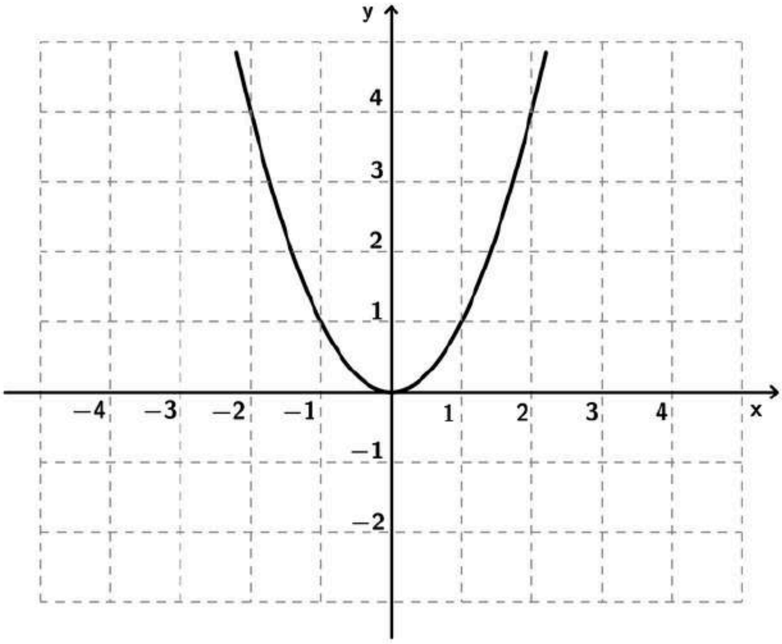
Assim, a função possui vértice em **(2, -1)**.
Com essas informações podemos traçar o gráfico de $f(x) = x^2 - 4x + 3$:



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

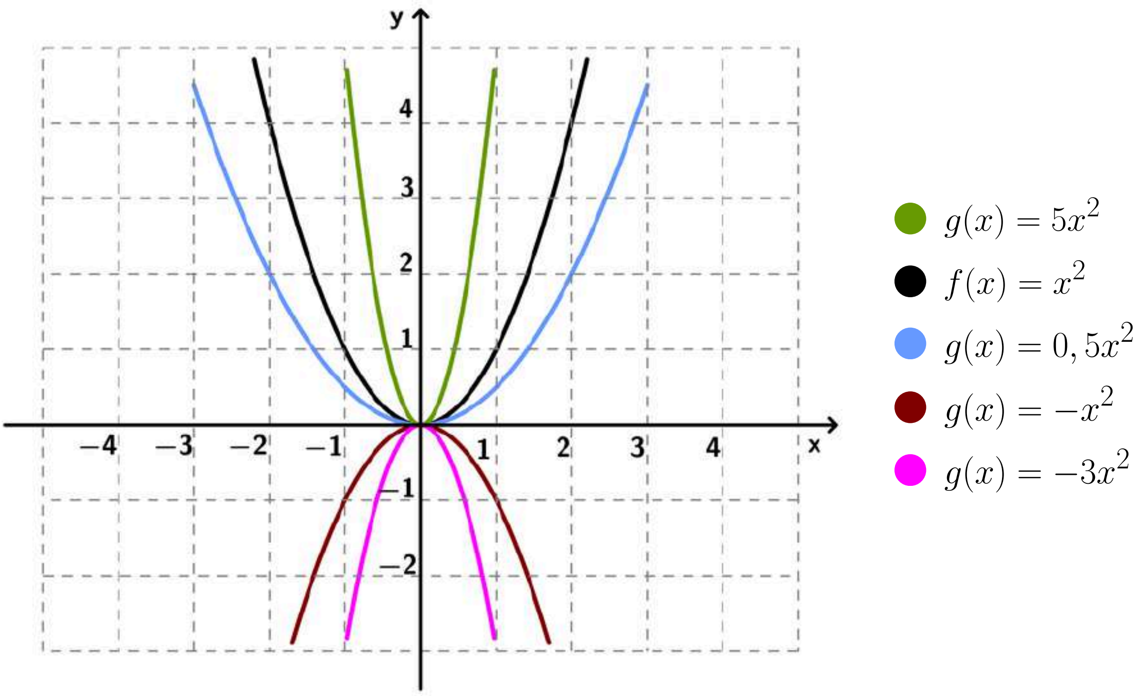
Seguindo esses passos é possível determinar o gráfico das funções polinomiais do 2º grau, no entanto, será que é possível obter os gráficos desse tipo de função a partir da função elementar $f(x) = x^2$? Veremos, a partir da próxima página, que sim!

Considere a função elementar $f(x) = x^2$, cujo gráfico é dado abaixo:



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

Nossa primeira transformação será determinar o gráfico de $g(x) = ax^2$: Para isso devemos multiplicar todo o gráfico de f(x) por **a**: multiplicação por **a** causa uma mudança na abertura e concavidade da parábola, observe os gráficos abaixo e compare-os:



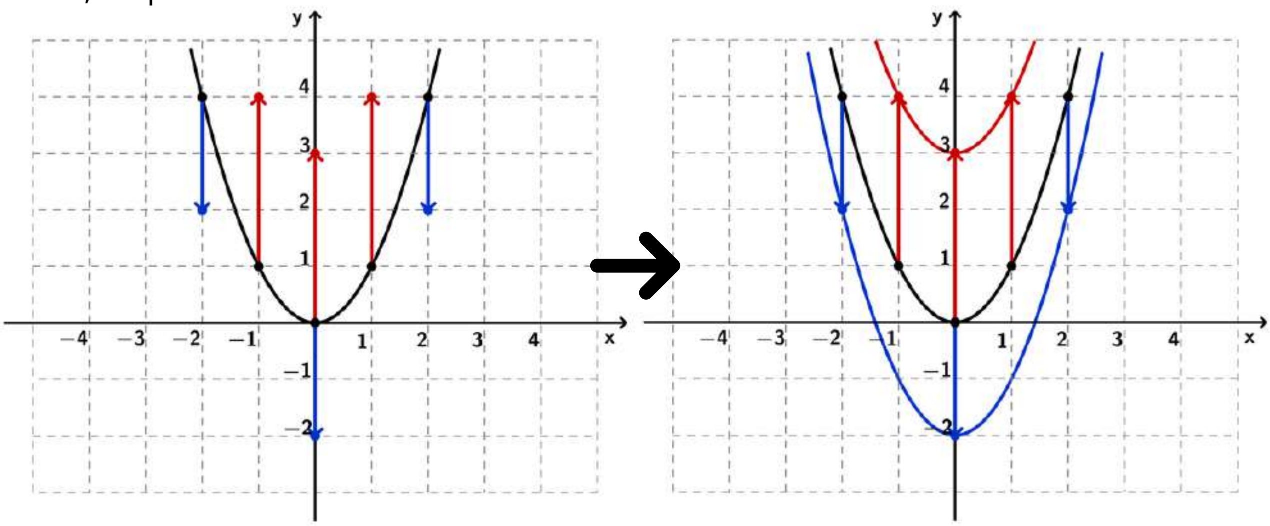
Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

Sistematizando:

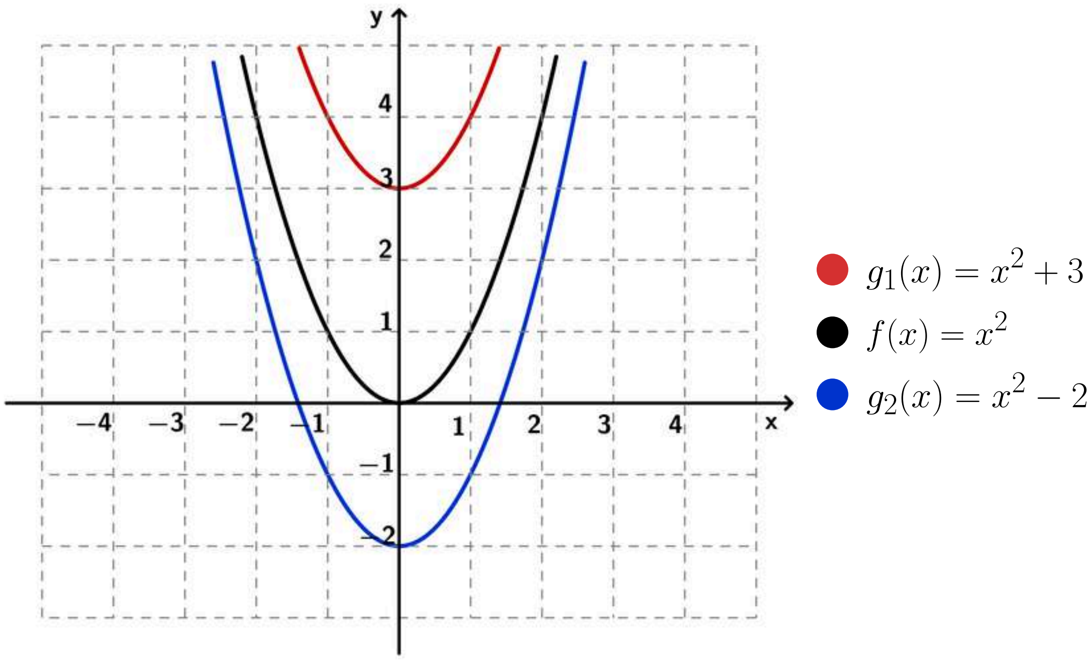
- Se |a|>1, então o gráfico apresenta crescimento/decrescimento mais acentuado do que f(x)=x^2;
- Se 0<|a|<1, então o gráfico apresenta crescimento/decrescimento menos acentuado do que f(x)=x^2;
- Se a>0, então a concavidade do gráfico é voltada para cima;
- Se a<0, então a concavidade do gráfico é voltada para baixo.

Passaremos para a translação vertical. Vamos determinar o gráfico de $g(x) = x^2 + c$. Vamos construir o gráfico de $g_1(x) = x^2 + 3$ e $g_2(x) = x^2 - 2$.

Note que os valores de c são c = 3 e c = -2, para g_1 e g_2, respectivamente, portanto, devemos deslocar o gráfico de f(x) em 3 unidades para cima e em 2 unidades para baixo, respectivamente. Observe abaixo:



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

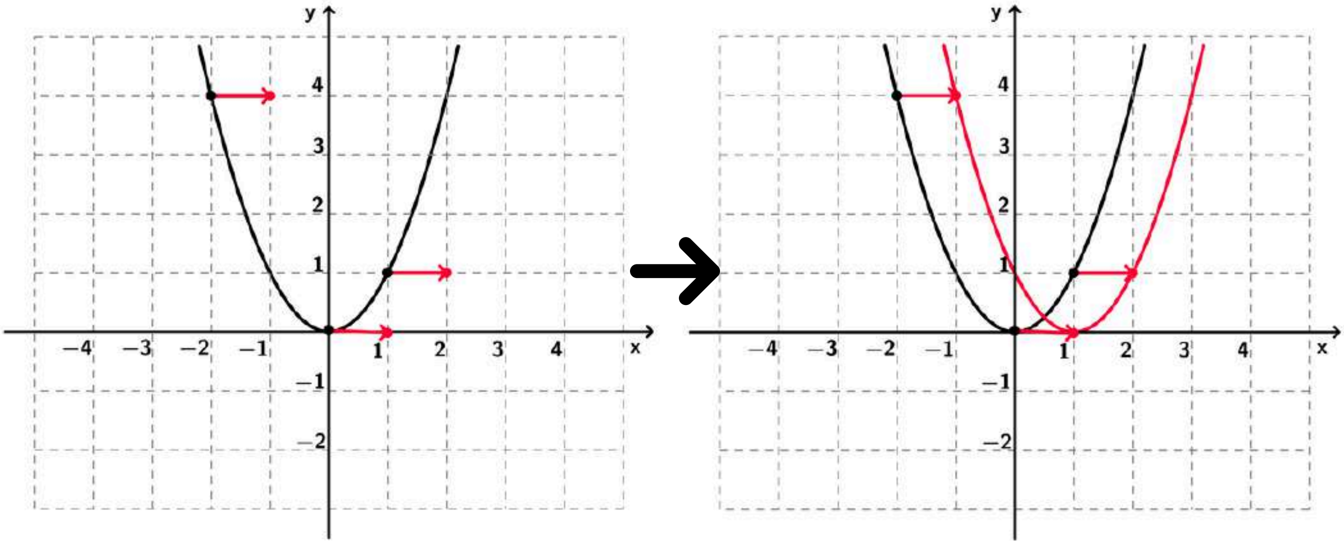
Assim, para construir o gráfico de g(x)=x²+c, devemos deslocar o gráfico de f(x)=x² em |c| unidades para cima, caso c > 0; ou para baixo, caso c < 0.

Por fim, veremos a translação horizontal, para este caso, a função a ser construída é

$$g(x) = (x - h)^2$$

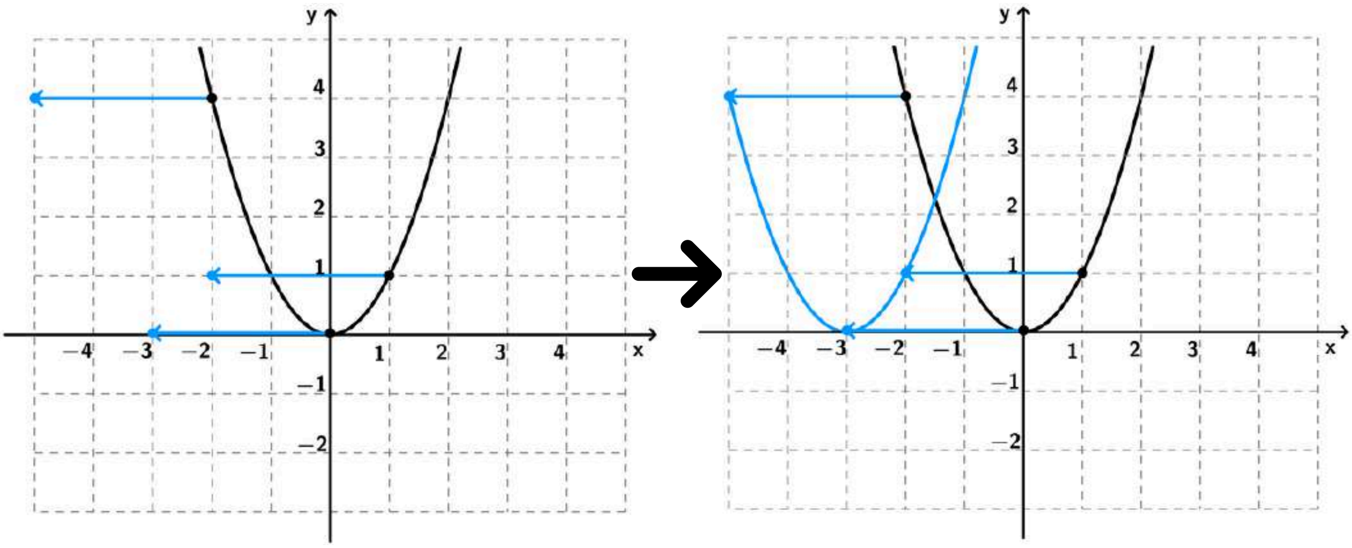
Neste caso, estamos deslocando o gráfico horizontalmente até que o vértice da função f(x)=x² esteja no ponto (0, h). Portanto, Caso h>0, o deslocamento horizontal se dá da esquerda para a direita; caso h<0, o deslocamento é da direita para a esquerda. Observe os exemplos a seguir:

● $f(x) = x^2$ $\quad h = 1 \quad$ ● $g(x) = (x-1)^2$



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

● $f(x) = x^2$ $\quad h = -3 \quad$ ● $g(x) = (x+3)^2$



Fonte: Elaborado por Maurício de Oliveira Celeri

Exercícios Resolvidos

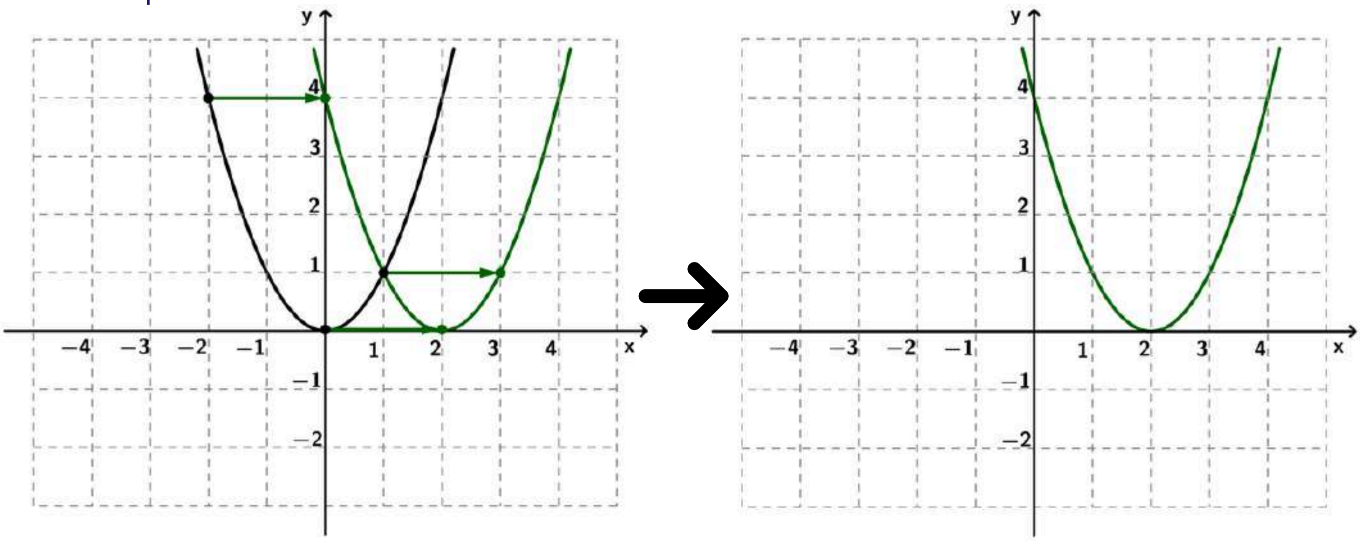
Exercício 1. Obtenha o gráfico de $g(x) = (x-2)^2 - 1$ a partir do gráfico de $f(x) = x^2$.

Solução: Vamos traçar o gráfico em duas etapas, dividindo a função g(x) da seguinte forma:

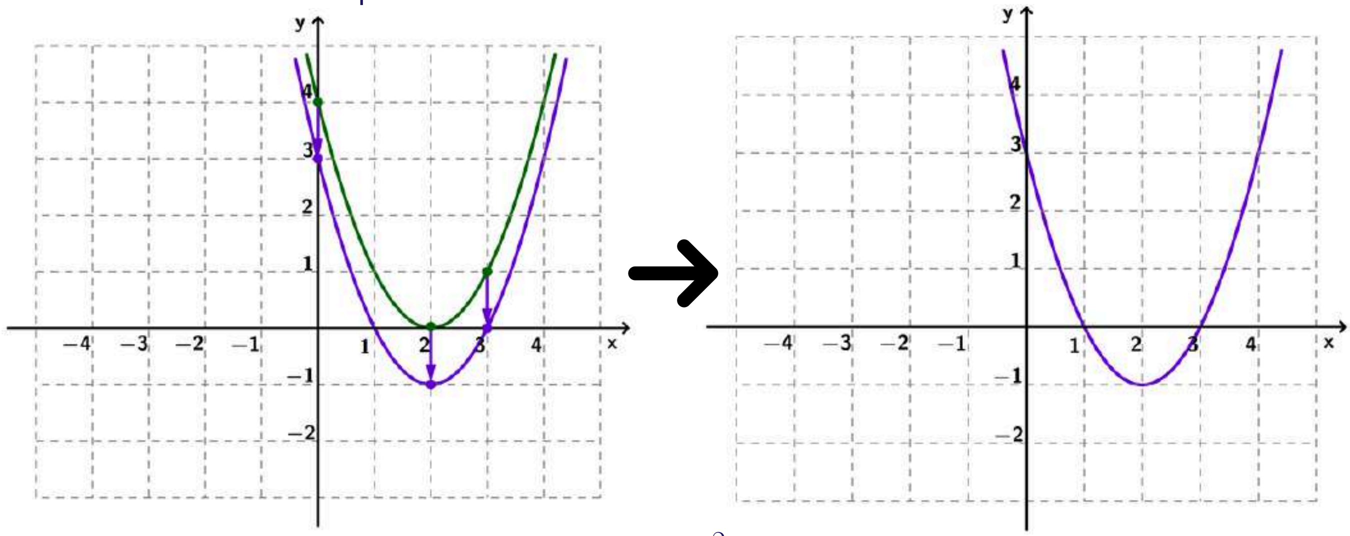
$$g(x) = \underbrace{(x-2)^2}_{1}\underbrace{-1}_{2}$$

A primeira parte trata-se de um deslocamento horizontal de 2 unidades para a direita; já a segunda parte, um deslocamento de 1 unidade para baixo.

1 a partir de f(x), construímos o gráfico de $g_1(x) = (x-2)^2$, deslocando o primeiro em 2 unidades para a direita.



2 a partir de $g_1(x) = (x-2)^2$ construímos o gráfico de $g(x) = (x-2)^2 - 1$, deslocando o primeiro em 1 unidades para baixo.



Esse último gráfico é o gráfico de $g(x) = (x-2)^2 - 1$.

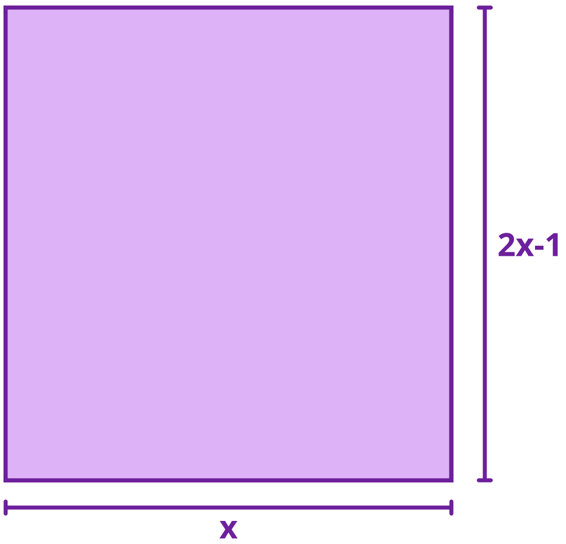
Exercício 2. Considere que uma tela de proteção deve ser instalada na sacada do quarto de André. Sabe-se que a região onde deve ser instalada a tela possui formato retangular cuja área mede 6 m². É preciso, ainda, conhecer as medidas de comprimento dos lados da sacada, mas o que se sabe é que a medida de comprimento da altura corresponde a uma unidade a menos que o dobro da medida de comprimento.

a) Determine a lei da função que indica a medida da área da sacada.

b) Com base na função determinada na letra anterior, calcule as medidas da sacada do quarto de André.

Solução:

a) Vamos esboçar um desenho da sacada do quarto de André:



Como vimos nas quinzenas anteriores, basta multiplicarmos a medida do comprimento da largura pela altura para obtermos a área:

$$A(x) = x(2x-1) = 2x^2 - x.$$

b) Para calcular as medidas da sacada do quarto de André, devemos determinar o valor de x, para que a área da sacada seja igual a 6 m²:

$$6 = 2x^2 - x \Rightarrow 2x^2 - x - 6 = 0$$

$$\Delta = (-1)^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-6) = 1 + 48 = 49$$

$$x = \frac{-(-1) \pm \sqrt{49}}{2 \cdot 2} = \frac{1 \pm 7}{4} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \dfrac{1+7}{4} = 2 \\ x_2 = \dfrac{1-7}{4} = -1,5 \end{cases}$$

Como x representa uma medida de comprimento, o resultado x=-1,5 deve ser desconsiderado. Assim, as medidas da sacada do quarto de André são:

- largura: 2 m;
- altura: 3 m (2·2-1).

Exercício 3 [ENEM 2022]. Ao analisar os dados de uma epidemia em uma cidade, peritos obtiveram um modelo que avalia a quantidade de pessoas infectadas a cada mês, ao longo de um ano. O modelo é dado por

$$p(t) = -t^2 + 10t + 24,$$

sendo t um número natural, variando de 1 a 12, que representa os meses do ano, e p(t) a quantidade de pessoas infectadas no mês t do ano. Para tentar diminuir o número de infectados no próximo ano, a Secretaria Municipal de Saúde decidiu intensificar a propaganda oficial sobre os cuidados com a epidemia. Foram apresentadas cinco propostas (I, II, III, IV e V), com diferentes períodos de intensificação das propagandas:

- I: $1 \leq t \leq 2$
- II: $3 \leq t \leq 4$
- III: $5 \leq t \leq 6$
- IV: $7 \leq t \leq 9$
- V: $10 \leq t \leq 12$

A sugestão dos peritos é que seja escolhida a proposta cujo período de intensificação da propaganda englobe o mês em que, segundo o modelo, há a maior quantidade de infectados. A sugestão foi aceita.

A proposta escolhida foi a

a) I. b) II. c) III. d) IV. e) V.

Solução: Devemos escolher o período que contenha o mês que apresenta a maior quantidade de infectados, portanto, devemos o escolher o mês que representa o x_v:

$$x_v = -\frac{b}{2a} = -\frac{10}{2 \cdot (-1)} = 5.$$

Portanto, o período deve conter o mês 5, assim, o período escolhido deve ser o período III.

Alternativa correta: C

Material Extra

LIVRO DIDÁTICO

Prezado(a) professor(a), os conceitos apresentados neste material estruturado podem ser trabalhados usando os seguintes livros didáticos:

1. **Volume 1 (Conjuntos e funções) - Coleção Prisma Matemática (Editora FTD):**
   - p. 110-133.
2. **Volume 2 (Função afim e função quadrática) – Coleção Matemática em Contextos (Editora Ática):**
   - p. 74-119.

PORTAL DA MATEMÁTICA

O módulo ‘Função Quadrática’ do portal da matemática apresenta vídeos e materiais para o aprofundamento sobre as funções.

OUTRAS POSSIBILIDADES

O Volume 2 (Geometria) da Coleção Matemática em Contextos (Editora Ática), apresenta, nas páginas 88 e 89, outras formas de se determinar as raízes da função polinomial de 2º grau.

SUGESTÃO DE PRÁTICAS

Os livros didáticos apresentam algumas propostas que podem ser interessantes:

- Volume 1 (Conjuntos e funções) da Coleção Prisma Matemática (Editora FTD): p. 136-137 apresenta uma prática sobre valor máximo/mínimo da função polinomial de 2º grau usando o GeoGebra.
- Volume 2 (Função afim e função quadrática) da Coleção Matemática em Contextos (Editora Ática): p. 101-103 apresenta uma prática sobre construção do gráfico da função polinomial de 2º grau usando o GeoGebra.

Atividades

ATIVIDADE 1

Uma equipe de engenheiros civis está projetando um novo modelo de arco de sustentação para uma ponte rodoviária.

Design: Pexels / Fonte: Canva

A forma do arco de sustentação pode ser modelada pela função quadrática **$h(x) = -0{,}2x^2 + 4x$**, onde h(x) representa a altura do arco, em metros, e x a distância horizontal, em metros, a partir de um dos pilares de sustentação (**$0 \le x \le 20$**). Determine a altura máxima que o arco de sustentação atinge.

ATIVIDADE 2

Uma microempresa produz e vende bolos caseiros. O lucro da empresa depende do preço de venda dos bolos. Após uma análise de mercado, os proprietários modelaram o lucro (L) em função do preço de venda (p) dos bolos através da seguinte função quadrática **$L(p) = -2p^2 + 80p - 600$**. Para quais valores de preços a empresa tem lucro positivo?

ATIVIDADE 3

Um jardineiro tem 20 metros de cerca para delimitar um jardim retangular. Ele quer maximizar a área do jardim. Modele a situação por uma função quadrática que represente a área do jardim (A) em função de um dos lados (x) do retângulo.

ATIVIDADE 4

Um canhão dispara um projétil em direção a um alvo localizado a uma distância horizontal de 8 metros. A trajetória do projétil é descrita por **$h(x) = -x^2 + 8x$**, onde h representa a altura do projétil em metros e x representa a distância horizontal, também em metros. Dessa forma:

A) Encontre as raízes da função e explique o que elas representam no contexto do problema.

B) Determine os intervalos em que a altura do projétil está aumentando e diminuindo.

C) Com base nas informações obtidas, esboce o gráfico da trajetória do projétil.

ATIVIDADE 5

Num mesmo plano cartesiano, faça o que se pede:

I - Desenhe o gráfico da função **$f(x) = x^2$** e marque os seguintes pontos:

- Raízes
- Vértice

II - Desenhe o gráfico da função **$g(x) = x^2 - 4$** e marque os seguintes pontos:

- Raízes
- Vértice

III - Desenhe o gráfico da função **$h(x) = -x^2$** e marque os seguintes pontos:

- Raízes
- Vértice

Agora, responda:

A) Comparando o gráfico de g(x) com o gráfico de f(x), que tipo de transformação você observa que aconteceu?

B) Comparando o gráfico de h(x) com o gráfico de f(x), que tipo de transformação você observa que aconteceu?

ATIVIDADE 6

Um grupo de engenheiros está analisando o comportamento de um material sob diferentes temperaturas. Eles coletaram dados sobre a deformação do material em função da temperatura e organizaram-nos na seguinte tabela:

Temperatura (°C)	Deformação (mm)
0	5
1	8
2	17
3	32
4	53

Qual das seguintes expressões algébricas representa a função quadrática que descreve a deformação (mm) do material em função da temperatura (°C)?

A) $d(t) = 2t^2 + 5$
B) $d(t) = t^2 + 6t + 5$
C) $d(t) = 3t^2 – 2t + 5$
D) $d(t) = 4t^2 + 5$
E) $d(t) = 3t^2 + 5$

ATIVIDADE 7

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) monitora o desmatamento na Amazônia utilizando dados de satélite. Os dados coletados mostram que a área desmatada (A) pode ser modelada pela função **$A(t) = 400t^2 + 1\,800t + 7\,900$**, onde:

- **A(t)** representa a área desmatada, em quilômetros quadrados.
- **t** representa o tempo em anos, com t = 0 correspondendo a 2018.

Dessa forma, é válido afirmar que em

A) 2019 o desmatamento foi de 9 700 km²
B) 2020 o desmatamento foi de 10 500 km²
C) 2021 o desmatamento foi de 16 900 km²
D) 2022 o desmatamento foi de 18 000 km²
E) 2023 o desmatamento foi de 20 000 km²

ATIVIDADE 8

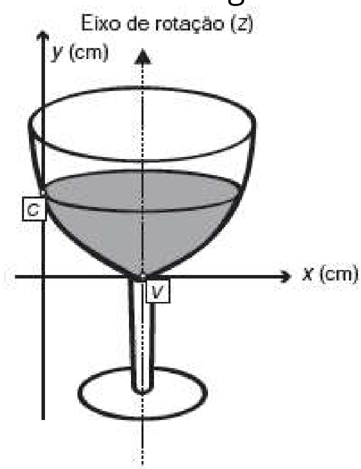
Um grupo de matemáticos está investigando as trajetórias feitas por bolas de futebol após vários chutes de um mesmo jogador. Em um dos chutes observados, a trajetória da bola no ar seguiu um movimento parabólico, que pode ser modelado pela função **$h(x) = -0,5x^2 + 16x$**, onde h(x) representa a altura da bola, em metros, e x representa a distância horizontal percorrida pela bola, em metros.

Dessa forma, é correto afirmar que a distância horizontal total que a bola percorreu desde o momento do chute até tocar o chão novamente foi de:

A) 16 metros
B) 24 metros
C) 32 metros
D) 40 metros
E) 48 metros

ATIVIDADE 9

(Enem 2013) A parte interior de uma taça foi gerada pela rotação de uma parábola em torno de um eixo z, conforme mostra a figura.



A função real que expressa a parábola, no plano cartesiano da figura, é dada pela lei

$$f(x) = \frac{3}{2}x^2 - 6x + c$$

onde C é a medida da altura do líquido contido na taça, em centímetros. Sabe-se que o ponto V, na figura, representa o vértice da parábola, localizado sobre o eixo x. Nessas condições, a altura do líquido contido na taça, em centímetros, é

A) 1
B) 2
C) 4
D) 5
E) 6

ATIVIDADE 10

Considere a função quadrática $\mathbf{q(x) = -x^2 - 4x - 5}$. Qual das seguintes afirmações sobre o gráfico dessa função é verdadeira?

A) O gráfico da função intercepta o eixo x nos pontos (–1, 0) e (–5, 0).
B) A função possui dois zeros reais distintos.
C) A função possui dois zeros reais iguais.
D) A função não apresenta zeros reais.
E) O vértice da parábola está no ponto (2, –1).

Referências

MATERIAL ESTRUTURADO

BONJORNO, J. R.; GIOVANNI JUNIOR, J. R.; SOUSA, P. R. C. **Prisma matemática**: conjuntos e funções. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.

DANTE, L. R.; VIANA, F. **Matemática em Contextos**: função afim e função quadrática. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2020.

https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/519716-most-consecutive-basketball-free-throws-by-a-humanoid-robot-assisted

ATIVIDADES

BONJORNO, José R.; GIOVANNI JUNIOR, José R.; SOUSA, Paulo R. C. **Prisma matemática:** conjuntos e funções. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.

DANTE, Luís R.; VIANA, Fernando. **Matemática em Contextos:** função afim e função quadrática. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2020.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Ministério da Educação. **Enem 2013 - Exame Nacional do Ensino Médio 2013:** 2º dia. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2013/dia2_caderno5_amarelo.pdf. Acesso em: 24 mar. 2025.

- Sites para a construção dos gráficos:
    - https://www.geogebra.org/
    - https://www.desmos.com/calculator?lang=pt-BR