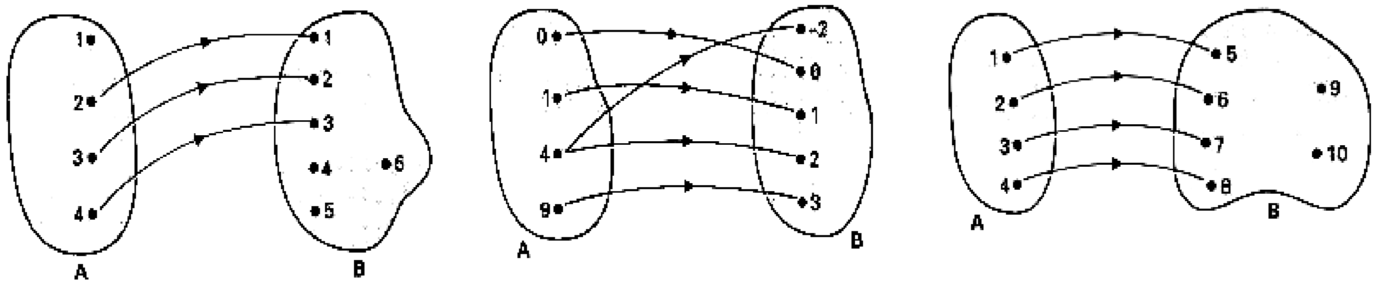
RELAÇÕES E FUNÇÕES

1. Funções

O conceito de função é um dos mais importantes em toda a matemática. O conceito básico de função é o seguinte: toda vez que temos dois conjuntos e algum tipo de associação entre eles, que faça corresponder a todo elemento do primeiro conjunto um único elemento do segundo, ocorre uma função.

O uso de funções pode ser encontrado em diversos assuntos. Por exemplo, na tabela de preços de uma loja, a cada produto corresponde um determinado preço. Outro exemplo seria o preço a ser pago numa conta de luz, que depende da quantidade de energia consumida.

Observe, os diagramas das relações abaixo:



A primeira relação não é uma função, pois existe o elemento **1** no conjunto **A**, que não está associado a nenhum elemento do conjunto **B**. A segunda relação também não é uma função, pois existe o elemento **4** no conjunto **A**, que está associado a mais de um elemento do conjunto **B**. Já a terceira relação é uma função, pois todo elemento do conjunto **A**, está associado a **somente um** elemento do conjunto **B**.

Definição: Dados dois conjuntos não-vazios A e B, e uma relação entre eles, dizemos que essa relação (ou regra) é uma função de A (chamado domínio) em B (chamado contradomínio) se e somente se, para todo $x \in A$ existe um único $y \in B$ de modo que x se relacione com y.

Notação: $f : A \to B$

$x \to y$ ou $y = f(x)$.

2. Domínio e Imagem de uma função

O **domínio** de uma função é **sempre** o próprio conjunto de partida, ou seja, D(f) = A. Se um elemento $\boldsymbol{x} \in \mathbf{A}$ estiver associado a um elemento $\boldsymbol{y} \in \mathbf{B}$, dizemos que ***y*** é a **imagem** de ***x*** (indica-se $y = f(x)$ e lê-se "***y*** é igual a ***f*** de ***x***").

Exemplo: $f: \mathbb{N} \to \mathbb{N}$

$f(x) = x + 3$

Então temos que:

- A imagem de 1 através de ***f*** é 4, ou seja, $f(1) = 1+3 = 4$;
- A imagem de 2 através de ***f*** é 5, ou seja, $f(2) = 2+3 = 5$;

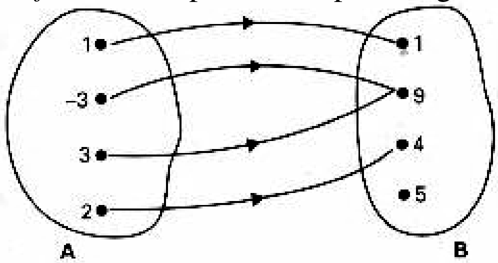
Numa função **f** de **A** em **B**, os elementos de **B** que são imagens dos elementos de **A** através da aplicação de **f** formam o **conjunto imagem** de **f** (Im(f)).

O **domínio** é o subconjunto de $\mathbb{R}$ no qual todas as operações indicadas em $y = f(x)$ são possíveis.

Observações:
- O domínio deve sempre coincidir com o conjunto de partida, ou seja, todo elemento de A é ponto de partida de flecha. Se tivermos um elemento de A do qual não parta flecha, a relação não é função.
- De cada elemento de A deve partir uma única flecha. Se de um elemento de A partir mais de uma flecha, a relação não é função.
- Como ***x*** e ***y*** têm seus valores variando nos conjuntos **A** e **B**, recebem o nome de **variáveis**.
- A variável ***x*** é chamada **variável independente** e a variável ***y***, **variável dependente**, pois para obter o valor de ***y*** dependemos de um valor de ***x***.
- Uma função **f** fica definida quando são dados seu domínio (conjunto **A**), seu contradomínio (conjunto **B**) e a lei de associação $y = f(x)$.

Exemplos:

1) Seja a função f: A $\to$ B representada pelo diagrama a seguir:



   a) O domínio é igual ao conjunto de partida, ou seja, D(f) = A.
   b) O conjunto contradomínio é o conjunto B.
   c) $f(1) = 1$, $f(-3) = 9$, $f(3) = 9$ e $f(2) = 4$.
   d) O conjunto imagem é formado por todas imagens dos elementos do domínio, portanto: Im(f) = {1, 4, 9}.
   e) Como $1^2 = 1$, $(-3)^2 = 9$, $3^2 = 9$ e $2^2 = 4$, temos que a lei de formação da função é $f(x) = x^2$.

2) Para a função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ (ou seja, o domínio e a contradomínio são os números reais) definida por $f(x) = x^2 - x - 6$, temos:
   a) $f(2) = (2)^2 - (2) - 6 = 4 - 2 - 6 = -4$
      $f(3) = (3)^2 - (3) - 6 = 9 - 3 - 6 = 0$
      $f(0) = (0)^2 - (0) - 6 = 0 - 0 - 6 = 6$
   b) Calcular o valor de x cuja imagem vale 0 equivale a resolver a equação $f(x)=0$, ou seja, $x^2 - x - 6 = 0$. Utilizando a fórmula de Bhaskara encontramos as raízes -2 e 3. Portanto os valores de ***x*** que têm imagem 0 são -2 e 3.

3) O conjunto domínio da função $f(x) = \sqrt{3x+6}$ é o conjunto D(f) = [-2, +∞), pois no conjunto dos reais só existe raiz quadrada de números maiores ou iguais a zero, isto significa que, $3x + 6 \geq 0 \Rightarrow 3x \geq -6 \Rightarrow x \geq -2$.

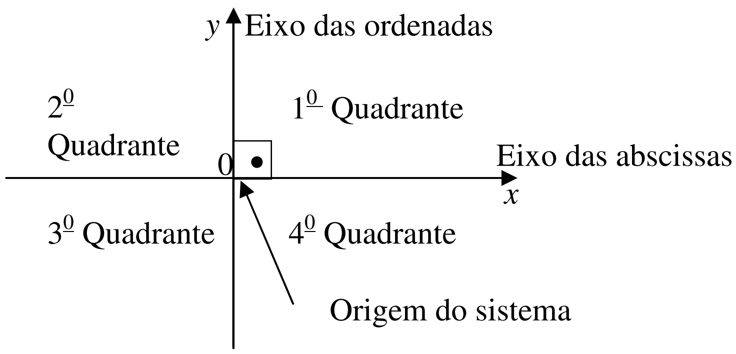
4) O conjunto domínio da função $f(x) = \dfrac{3}{x+3}$ é o conjunto D(f) = $\mathbb{R}$ - {-3}, pois o denominador não poderá ser zero, isto é, $x + 3 \neq 0 \Rightarrow x \neq -3$.

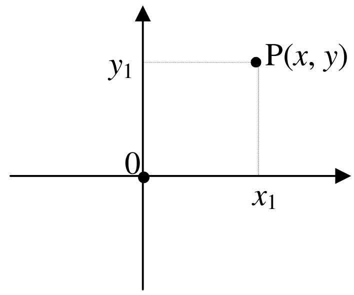
5) O conjunto domínio da função $f(x) = \dfrac{\sqrt{1-x}}{\sqrt{x+2}}$ é o conjunto D(f) = $\{x \in \mathbb{R} \mid 2 \leq x < 1\}$ = (-2, 3], pois $1 - x \geq 0$ e $x + 2 > 0$.

3. Sistema Cartesiano Ortogonal

Um sistema cartesiano ortogonal (ou plano cartesiano) é constituído por duas retas "***x***" (eixo das abscissas) e "***y***" (eixo das ordenadas) que são perpendiculares entre si, e cuja intersecção entre essas retas é denominando origem do sistema.

Os dois eixos dividem o plano cartesiano em quatro regiões denominadas quadrantes. Cada par ordenado (x, y) de números reais fica associado a um único ponto P(x, y) do plano cartesiano.





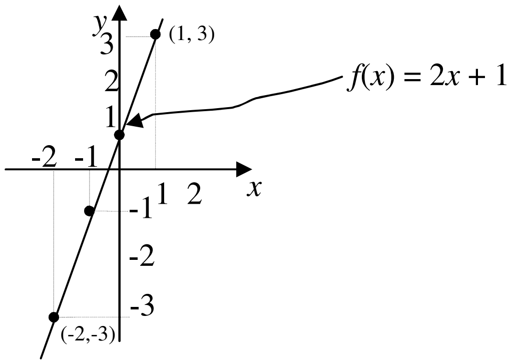
4. Gráfico de uma função

Para construir o gráfico de uma função **f**, basta atribuir valores do domínio à variável **x** e, usando a sentença matemática que define a função, calcular os correspondentes valores da variável **y**. Para facilitar a construção do gráfico, siga as etapas :

- construir uma tabela com valores de x escolhidos convenientemente do D(f) e com estes valores encontraremos as imagens, isto é, os $y = f(x)$;
- a cada par ordenado (x, y) da tabela associar num ponto do plano cartesiano;
- marcar um número suficiente de pontos, até que seja possível esboçar o gráfico da função;
- unir os pontos marcados no plano cartesiano.

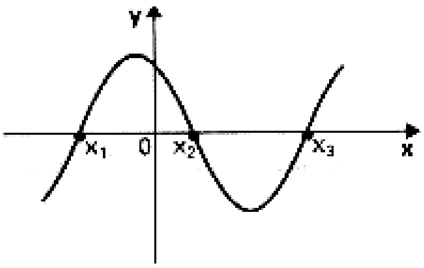
Exemplo: Construir o gráfico da função definida por $f(x) = 2x + 1$.

x	$f(x) = 2x + 1$	(x, y)
-2	-3	(-2, -3)
-1	-1	(-1, -1)
0	1	(0, 1)
1	3	(1, 3)
2	5	(2, 5)
3	7	(3, 7)



5. Raízes de uma função

Dada uma função $y = f(x)$, os valores de $\boldsymbol{x}$ para os quais $f(x) = 0$, são chamados **raízes** da função. No gráfico cartesiano da função, as raízes são as abscissas dos pontos onde o gráfico corta o eixo horizontal. Observe o gráfico abaixo:



No gráfico acima temos: $f(x_1) = 0$, $f(x_2) = 0$ e $f(x_3) = 0$. Portanto x_1, x_2 e x_3 são raízes da função.

6. Propriedades de uma função

Algumas propriedades que caracterizam uma função $f : A \to B$:

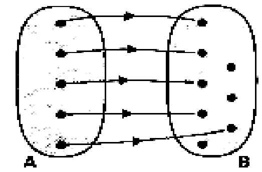
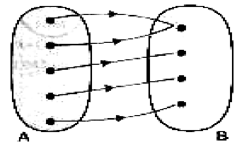
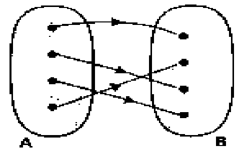
a) Função Injetora: A função é injetora se elementos distintos do domínio tiverem imagens distintas, ou seja, dois elementos não podem ter a mesma imagem. Portanto não pode haver nenhum elemento no conjunto B que receba duas flechas. Por exemplo, a função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ definida por $f(x) = 3x$ é injetora pois se $x_1 \neq x_2$ então $3x_1 \neq 3x_2$, portanto $f(x_1) \neq f(x_2)$.

b) Função sobrejetora: Dizemos que uma função é sobrejetora se, e somente se, o seu conjunto imagem for igual ao contradomínio, isto é, se Im(f) = B = CD(f). Em outras palavras, não pode sobrar elementos no conjunto B sem receber flechas.

c) Função Bijetora: Uma função é bijetora quando ela é injetora e sobrejetora ao mesmo tempo. Por exemplo, a função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ definida por $y = 3x$ é injetora, como vimos no exemplo anterior. Ela também é sobrejetora, pois Im(f) = B= $\mathbb{R}$. Logo, esta função é bijetora.

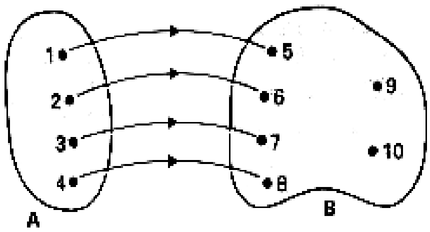
Já a função f: $\mathbb{N} \to \mathbb{N}$ definida por $y = x + 5$ é injetora, pois valores distintos de $\boldsymbol{x}$ têm imagens distintas, mas **não** é sobrejetora, pois Im(f) = {5,6,7,8,...} e o contradomínio CD(f) = $\mathbb{N}$. Logo essa função **não** é bijetora.

Observe os diagramas abaixo:

	• Essa função é injetora, pois elementos de **A** estão associados a um único elemento de B. • Essa função não é sobrejetora, pois existem elementos sobrando em **B** • Essa função não é bijetora, pois não é sobrejetora
	• Essa função é sobrejetora, pois não sobra elemento em **B** • Essa função não é injetora, pois existem dois elementos com mesma imagem • Essa função não é bijetora, pois não é injetora
	• Essa função é injetora, pois elementos de **B** são "flechados" só uma vez. • Essa função é sobrejetora, pois não existem elementos sobrando em **B** • A função é bijetora, pois é injetora e sobrejetora

7. Exercícios

1) Dados A = {-2, -1, 0, 1, 2}, B = {-1, 0, 1, 3, 4} e a correspondência entre **A** e **B** dada por $y = x^2$, com $x \in$ A e $y \in$ B, faça um diagrama e diga se f é uma função de **A** em **B**.
2) Dados A = {0, 1, 2, 3}, B = {-1, 0, 1} e a correspondência entre **A** e **B** dada por $y = x - 2$, com $x \in$ A e $y \in$ B, faça um diagrama e diga se f é uma função de **A** em **B**.
3) Considere a função $f : A \to B$ dada pelo diagrama e determine:

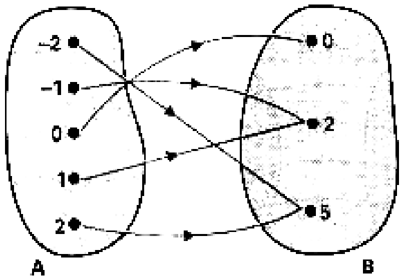


   a) D(f) =
   b) Im(f) =
   c) $f(3)$ =
   d) x quando y = 5
   e) x quando $f(x) = 8$
4) Seja a função f: D → ℝ dada for $f(x) = x^2 - 2x + 3$, de domínio D = {-2,-1,0, 1, 2, 3, 4}. Determine o conjunto imagem de f.
5) Seja f: $\mathbb{R}^* \to \mathbb{R}$ a função dada por $f(x) = \dfrac{x^2+1}{x}$. Qual é o valor de $f(3) + f(\frac{1}{3})$?
6) Seja f: ℕ → ℕ uma função tal que $f(x) = \begin{cases} x+2, & se\ x\ é\ par \\ 2x, & se\ x\ é\ ímpar \end{cases}$, Calcule:

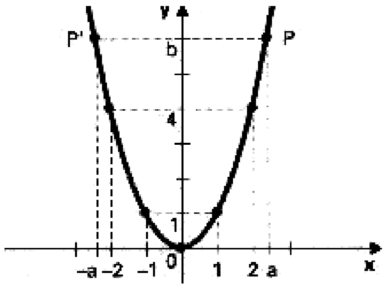
   a) f(5) = b) f(4) = c) f(0) = d) f(13) = e) x tal que $f(x) = 14$
7) As funções f e g são dadas por $f(x) = 3x + 2m$ e $g(x) = -2x + 1$. Calcule o valor de **m** sabendo que $f(0) - g(1) = 3$.
8) Um técnico em eletrônica cobra R$ 50,00 a visita e R$ 30,00 a hora de trabalho. Escreva a função p que determina quanto esse técnico receberá após t horas de trabalho.
9) Construa o gráfico de cada uma das seguintes funções determinando em cada caso o conjunto domínio e imagem:
   a) $f(x) = x - 2$ b) $f(x) = x$ c) $f(x) = -2x + 1$
   d) $f(x) = 3x$ e) $f(x) = x^2$ f) $f(x) = 2^x$
   g) $f(x) = \begin{cases} x, se\ x < 0 \\ 1, se\ 0 \le x < 1 \\ -x, se\ x \ge 1 \end{cases}$ h) $f(x) = \begin{cases} 1, se\ x \le 2 \\ x, se\ x > 2 \end{cases}$ i) $f(x) = \dfrac{1}{x}$
10) Sejam as funções: $f(x) = 4x - 12$, $f(x) = x^2 - 9$, $f(x) = -2x + 1$, $f(x) = x^2 - 4x + 4$, encontre suas raízes.
11) Verifique as seguintes funções são: injetora, sobrejetora e bijetora, justificando sua resposta:
   a) f: ℝ → ℝ, $f(x) = -2x + 6$ b) f: ℝ → ℝ, $f(x) = x^2$ c) f: ℝ → ℝ, $f(x) = 6$
   d) f: ℕ → ℕ, $f(x) = x^2$ e) f: ℤ → ℝ, $f(x) = x - 1$ f) f: ℕ → ℤ, $f(x) = x + 2$

8. Função par e função ímpar

Dada uma função f: A→B, dizemos que f é **par** se, e somente se, $f(x) = f(-x)$ para todo $x \in$ A. Ou seja: os valores simétricos devem possuir a mesma imagem. O diagrama a seguir mostra um exemplo de função par:

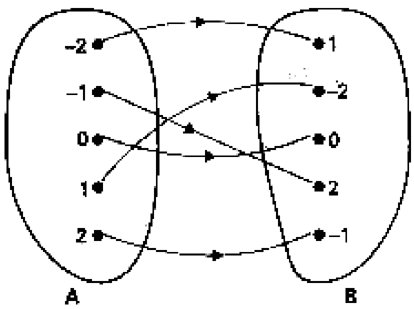


Exemplo: A função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$, definida por $f(x) = x^2$ é uma função par, pois $f(x) = x^2 = (-x)^2 = f(-x)$. Podemos notar a paridade dessa função observando o seu gráfico:

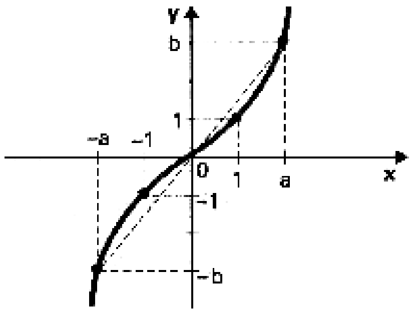


Notamos, no gráfico, que existe uma **simetria em relação ao eixo vertical**. Elementos simétricos têm a mesma imagem. Os elementos 2 e –2, por exemplo, são simétricos e possuem a imagem 4.

Dada uma função f: A→B, dizemos que **f** é **ímpar** se, e somente se, $f(-x) = -f(x)$ para todo $x \in$ A. Ou seja: valores simétricos possuem imagens simétricas. O diagrama a seguir mostra um exemplo de função ímpar:



Exemplo: A função f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$, definida por $f(x) = x^3$ é uma função ímpar, pois $f(-x) = (-x)^3 = -x^3 = -f(x)$. Podemos notar que a função é ímpar observando o seu gráfico:



Notamos, no gráfico, que existe uma **simetria em relação a origem 0**. Elementos simétricos têm imagens simétricas. Os elementos 1 e –1, por exemplo, são simétricos e possuem imagens 1 e –1 (que também são simétricas).

Observação: Uma função que não é par nem ímpar é chamada *função sem paridade*.
Exemplos:

1) Classifique as funções abaixo em pares, ímpares ou sem paridade:

a) $f(x) = 3x$

$f(-x) = 3(-x) = -3x = -f(x) \rightarrow f(-x) = -f(x)$, portanto ***f* é ímpar**.

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

$f(-x) = (-x)^2 + 1 = x^2 + 1 = f(x) \rightarrow f(x) = f(-x)$, portanto ***f* é par**.

c) $f(x) = x^2 - 2x + 3$

$f(-x) = (-x)^2 - 2(-x) + 3 = x^2 + 2x + 3 \neq -f(x)$ e $x^2 + 2x + 3 \neq f(x)$

Como $f(x) \neq f(-x)$, então ***f* não é par**, e como $f(-x) \neq -f(x)$, logo ***f* não é ímpar**.

Logo com ***f*** não ser par nem ímpar, concluímos que ***f*** é função sem paridade.

9. Função crescente e função decrescente

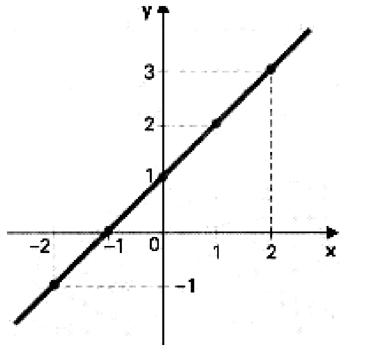
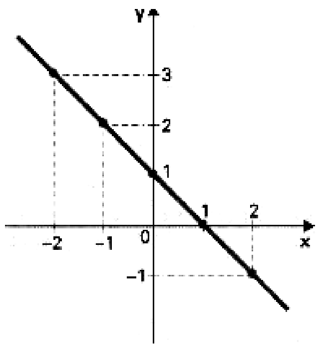
Dada uma função f: A→B, dizemos que ***f*** é **crescente** em algum conjunto D ⊂ A, se, e somente se, para quaisquer x_1 e $x_2 \in$ D, com $x_1 < x_2$, tivermos $f(x_1) < f(x_2)$.

Dada uma função f: A→B, dizemos que ***f*** é **decrescente** em algum conjunto D ⊂ A, se, e somente se, para quaisquer x_1 e $x_2 \in$ D, com $x_1 < x_2$, tivermos $f(x_1) > f(x_2)$.

Exemplos:

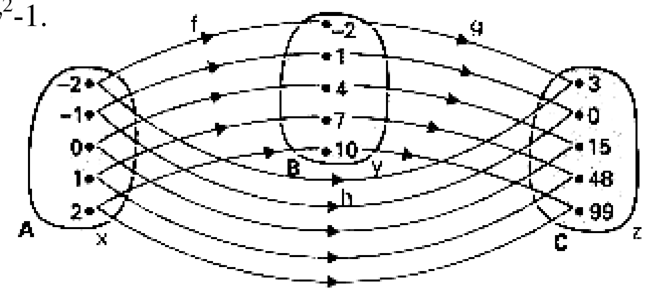
1) A função f: ℝ → ℝ definida por $f(x) = x + 1$ é crescente em ℝ, pois $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) = x_1+1 < x_2+1 = f(x_2) \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$, por exemplo, para $x_1 = 2$ e $x_2 = 3$, temos $f(2) = 2 + 1 = 3 < f(3) = 3 + 1 = 4 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$. Logo, quando os valores do domínio crescem, suas imagens também crescem.

2) A função f: ℝ → ℝ definida por $f(x) = -x + 1$ é decrescente em ℝ, pois $x_1 < x_2 \Rightarrow -x_1 > -x_2 \Rightarrow -x_1+1 > -x_2+1 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$, por exemplo, para $x_1 = 2$ e $x_2 = 3$, temos $f(2) = -2 + 1 = -1 > f(3) = -3 + 1 = -2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$. Logo quando os valores do domínio crescem, suas correspondentes imagens decrescem.

	Esse é um exemplo de função **crescente**. Podemos notar no gráfico que à medida que os valores de ***x*** vão crescendo, suas imagens também vão crescendo.		Esse é um exemplo de função **decrescente**. Podemos notar no gráfico que à medida que os valores de ***x*** vão crescendo, suas imagens vão decrescendo.

10. Função Composta

Para entender o que é uma função composta, vamos analisar um exemplo. Consideremos os conjuntos A = {-2, -1, 0, 1, 2}, B = {-2, 1, 4, 7, 10} e C = {3, 0, 15, 48, 99}, e as funções f:A→B definida por $f(x) = 3x+4$, e g:B→C definida por $g(y) = y^2-1$.



Como nos mostra o diagrama acima, para todo $x \in$ A temos um único $y \in$ B tal que $y = 3x+4$, e para todo $y \in$ B existe um único $z \in$ C tal que $z = y^2-1$, então concluímos que existe uma função ***h*** de **A** em **C**, definida por $h(x) = z$ ou $h(x) = 9x^2+24x+15$, isto é, $h(x) = z \Rightarrow h(x) = y^2-1$, e como $y = 3x+4$, então $h(x) = (3x+4)^2-1 \Rightarrow h(x) = 9x^2+24x+15$.

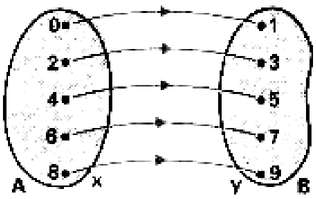
A função $h(x)$ é chamada **função composta** de ***g*** com ***f***. Podemos indicá-la por ***g o f*** (lemos "***g*** composta com ***f***") ou $g[f(x)]$ (lemos "***g*** de ***f*** de ***x***").

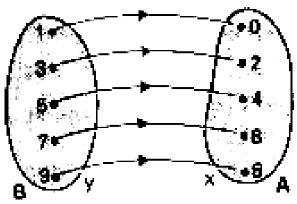
Exemplos:

1) Sejam as funções $f(x) = 2x$ e $g(x) = x + 3$. Encontre $(g \circ f)(x)$ e $(f \circ g)(x)$.
   $(g \circ f)(x) = g[f(x)] = g[2x] = (2x) + 3 = 2x + 3$.
   $(f \circ g)(x) = f[g(x)] = f[x + 3] = 2(x + 3) = 2x + 6$.
2) Sejam as funções $f(x) = x^2 + 1$ e $g(x) = \sqrt{x}$. Encontre $(g \circ f)(x)$ e $(f \circ g)(x)$.
   $(g \circ f)(x) = g[f(x)] = g[x^2 + 1] = \sqrt{x^2 + 1}$.
   $(f \circ g)(x) = f[g(x)] = f[\sqrt{x}\,] = (\sqrt{x})^2 + 1 = x + 1$.
3) Sejam as funções $f(x) = 3x + 1$ e $f[g(x)] = 6x - 8$. Encontre $g(x)$.
   Como $f(x) = 3x + 1$ e $f[g(x)] = 3.g(x) + 1$, porém, $f[g(x)] = 6x - 8$, $\Rightarrow 3.g(x) + 1 = 6x - 8 \Rightarrow g(x) = 2x - 3$.

11. Função Inversa

Consideremos os conjuntos A = {0, 2, 4, 6, 8} e B = {1, 3, 5, 7, 9} e a função f:A→B definida por $y = x + 1$. A função f está representada no primeiro diagrama abaixo:





A função f é uma função **bijetora**, pois a cada elemento x de A está associado um único elemento y de B, de modo que $y = x + 1$.

Como f é bijetora, a cada elemento y de B está associado um único elemento x de A, de modo que $x = y - 1$, temos uma outra função g:B→A, de modo que $x = y - 1$ ou $g(y) = y - 1$. Essa função g está representada no segundo diagrama acima.

Pelo que acabamos de ver, a função f leva x até y enquanto a função g leva y até x. A função g:B→A recebe o nome de **função inversa de** f e é indicada por f^{-1}.

O domínio de f é o conjunto imagem de g, e o conjunto imagem de f é o domínio de g. Quando queremos, a partir da sentença $y = f(x)$, obter a sentença de $f^{-1}(x)$, devemos dar os seguintes passos:

I) Isolamos x na sentença $y = f(x)$

II) Pelo fato de ser usual a letra x como símbolo da variável independente, trocamos x por y e y por x.

Exemplos:

1) Para obter a função inversa de f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ definida por $y = x - 6$, devemos:
   I) Isolar x em $y = x - 6 \Rightarrow x - 6 = y \Rightarrow x = y + 6$
   II) Trocar x por y e y por $x \Rightarrow y = x + 6$.
   Logo, a função inversa de $f(x) = x - 6$ é a função $f^{-1}(x) = x + 6$.
2) Para obter a função inversa de f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ definida por $y = 2x + 4$, devemos:
   I) Isolar x em $y = 2x + 4 \Rightarrow 2x + 4 = y \Rightarrow 2x = y - 4 \Rightarrow x = \dfrac{y-4}{2} \Rightarrow x = \dfrac{y}{2} - 2 \Rightarrow x = \tfrac{1}{2}y - 2$
   II) Trocar x por y e y por $x \Rightarrow y = \dfrac{1}{2}x - 2$.
   Logo, a função inversa de $f(x) = 2x + 4$ é a função $f^{-1}(x) = \tfrac{1}{2}x - 2$.
3) Para obter a função inversa de f: $\mathbb{R}$-{3} $\to$ $\mathbb{R}$-{1} definida por $f(x) = y = \dfrac{x+1}{x-3}$, devemos:
   I) Isolar x em
   $$y = \frac{x+1}{x-3} \Rightarrow y(x-3) = x+1 \Rightarrow yx - 3y = x + 1 \Rightarrow yx - x = 1 + 3y \Rightarrow x(y-1) = 3y+1 \Rightarrow x = \frac{3y+1}{y-1}$$
   II) Trocar x por y e y por $x \Rightarrow y = \dfrac{3x+1}{x-1}$.

Logo, a função inversa de $f(x)=\dfrac{x+1}{x-3}$ é a função $f^{-1}(x)=\dfrac{3x+1}{x-1}$.

Observação: Para que uma função ***f*** admita a inversa f^{-1} é necessário que ela seja bijetora. Se ***f*** não for bijetora, ela não possuirá inversa.

12. Exercícios

1) O preço do serviço executado por um pintor consiste em uma taxa fixa de R$ 25,00 e mais uma quantia que depende da área pintada. A tabela abaixo mostra alguns orçamentos apresentados por esse pintor:

Área pintada (em m²)	Total a pagar (em reais)
5	35,00
10	45,00
15	55,00
20	65,00

Observando a tabela, responda:
   a) Como se exprime, matematicamente, o preço total (p) da pintura de x metros quadrados?
   b) Qual o preço cobrado pela pintura de uma área de 135 m²?
   c) Qual é a área máxima que pode ser pintada dispondo-se de R$ 625,00?
2) Um fabricante vende um produto por R$ 0,80 a unidade. O custo total do produto consiste numa taxa fixa de R$ 40,00 mais o custo de produção de R$ 0,30 por unidade.
   a) Escreva a função custo de produção e a função lucro que o fabricante terá.
   b) Qual o número de unidades que o fabricante deve vender para não ter lucro nem prejuízo?
   c) Se vender 200 unidades desse produto, o fabricante terá lucro ou prejuízo?
3) Determine o domínio das seguintes funções:
   a) $f(x)=\dfrac{2}{x+3}$ b) $f(x)=\dfrac{4x}{x^2-9}$ c) $f(x)=\sqrt[3]{x}$ d) $f(x)=\sqrt[4]{2x-4}$
   e) $f(x)=\sqrt[6]{5-x}$ f) $f(x)=\dfrac{x}{\sqrt{x-6}}$ g) $f(x)=\dfrac{\sqrt{x-2}}{x-6}$ h) $f(x)=\dfrac{\sqrt{x+3}}{\sqrt{3x-6}}$
4) Construir o gráfico das funções abaixo e determinar o conjunto imagem:
   a) f: D $\rightarrow$ IR dada por $f(x) = 2x - 1$, sendo D = {-1,0, 1, 2, 3, 4}.
   b) f: D $\rightarrow$ IR dada por $f(x) = \begin{cases} x+1, \; se\; x<0 \\ -2x, \; se\; x\geq 0 \end{cases}$, sendo D = {-2,-1,0, 1, 2, 3, 4}.
   c) f: [-2 6] $\rightarrow$ IR dada por $f(x) = \dfrac{6-x}{2}$
5) Usando a definição, verifique se as funções são pares, ímpares ou sem paridade (nem pares nem ímpares):
   a) $f(x)=x^3-x$ b) $f(x)=x^3+x^2+x$ c) $f(x)=x^4+2x^2$ d) $f(x)=2^x+2^{-x}$
6) Seja $f(x)=x^2-1$, encontre o intervalo onde f é crescente e onde f é decrescente. Qual é o valor de x onde a função f tem valor mínimo? Qual o valor de x onde a função f tem valor máximo?
7) Através de exemplos, escreva e faça o gráfico de funções que são crescentes, decrescentes e constantes.
8) Para cada uma das funções f e g de IR $\rightarrow$ IR, determine as funções compostas $g\,o\,f$, $f\,o\,g$, $g\,o\,g$ e $f\,o\,f$:
   a) $f(x)=x+5$ e $g(x)=x^2-1$ b) $f(x)=1-x$ e $g(x)=2x+5$
   c) $f(x)=x^2+1$ e $g(x)=x-1$ d) $f(x)=5x-3$ e $g(x)=x^2-4$
9) Verifique se as seguintes funções são bijetoras e, em caso positivo, determine a lei de formação das funções inversas:
   a) $y=2x-4$ b) $y=3x$ c) $y=-3x+6$ d) $f(x)=x^2$
   e) $f(x)=\sqrt{x}$ f) $f(x)=\dfrac{x+3}{x-2}$ g) $f(x)=\dfrac{x+5}{x-5}$ h) $f(x)=x^2-4$