Aula 1 - Ondas

- Ondas e energia
- Tipo de ondas quanto à natureza
- Tipos de onda quanto à forma da propagação
- Equação da onda
- Transformações de funções
- Onda harmônica unidimensional

ONDULATÓRIA

Partículas

Concentração puntual de matéria que se movimenta no espaço e carrega energia. A razão de estudarmos corpos que possuem energia est\'a no fato de que energia é uma quantidade que se transforma e esta transformação pode ter um imenso impacto prático. Além disso uma outra importante característica da energia é sua conservação. Sendo conservativa é mais fácil de ser contabilizada e calculada.
Da mecânica sabemos que um corpo (feito de partículas) pode ter energia cinética e potencial.

Ondas

Meio elásticos contínuos armazenam energia na forma de deformação. Esta energia pode se propagar ao longo do meio. Esta deformação propagante em um meio elástico contínuo chamamos de onda. A onda é portanto uma entidade que carrega energia em um meio **<u>sem transporte de matéria</u>**. Um pouco ao estilo do que foi visto no caso do calor. Mas o calor é uma onda?
De certa forma sim, mas o que estaremos interessados são ondas macroscópicas onde quantidades físicas oscilam em porções macroscópicas do espaço. E neste sentido calor não pode ser visto como uma onda.

TIPOS DE ONDAS QUANTO À NATUREZA

Ondas mecânicas (Leis de Newton)

- Oscilações de porções de matéria.

Ondas eletromagnéticas (Leis de Maxwell)

- Oscilação dos campos elétrico e magnético.

Ondas de matéria (Física Quântica)

- Função de onda quântica

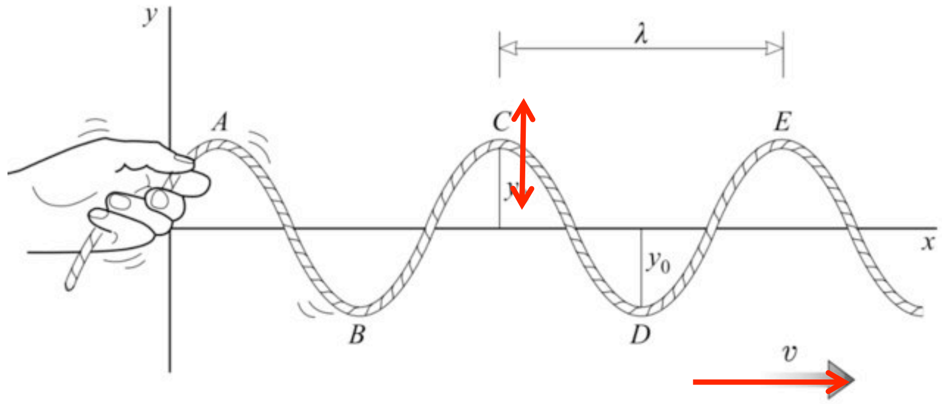
Ondas gravitacionais (Relatividade Geral)

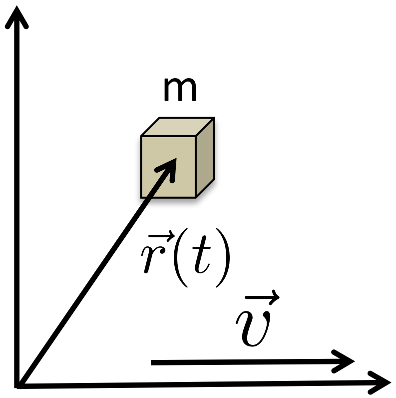
- Oscilação do espaço

TIPOS DE ONDAS QUANTO À FORMA DE PROPAGAÇÃO

Transversais

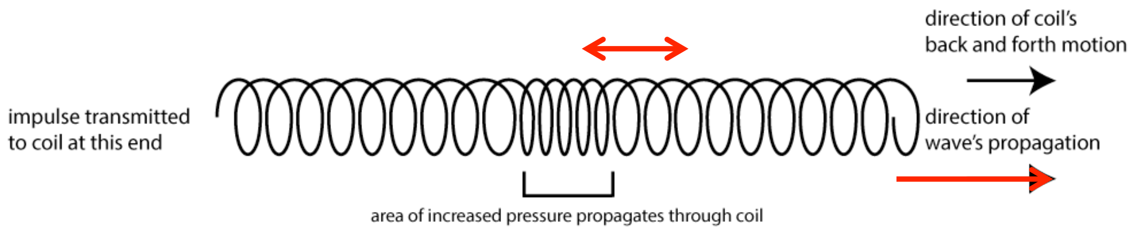
$$\vec{v} \cdot \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = 0$$





Longitudinais

$$\vec{v} \cdot \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = |\vec{v}||\frac{d\vec{r}(t)}{dt}|$$



EQUAÇÃO DA ONDA UNIDIMENSIONAL

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = v^2 \ \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}$$

Sua solução é

$$y(x,t) = A \ f(x+vt) + B \ g(x-vt)$$

onde f(x) e g(x) são funções quaisquer e A e B constantes .

Prova

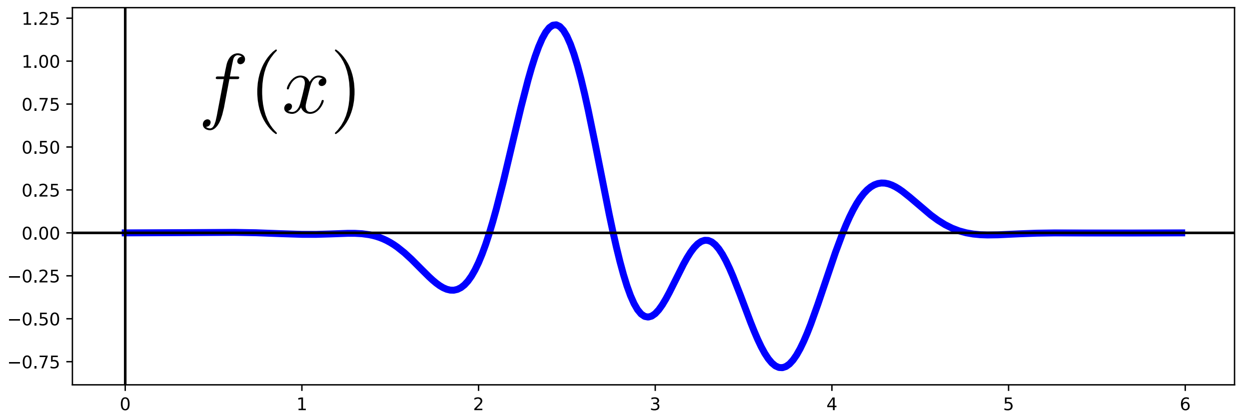
$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = A \ v^2 f''(x+vt) + B \ v^2 \ g''(x-vt)$$
$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = A \ f''(x+vt) + B \ g''(x-vt)$$

Logo a equação da onda é satisfeita

TRANSLAÇÕES E REESCALAMENTOS DE UMA FUNÇÃO

Transformações aplicadas a uma função qualquer (inclusive não períodica)

Considere a função



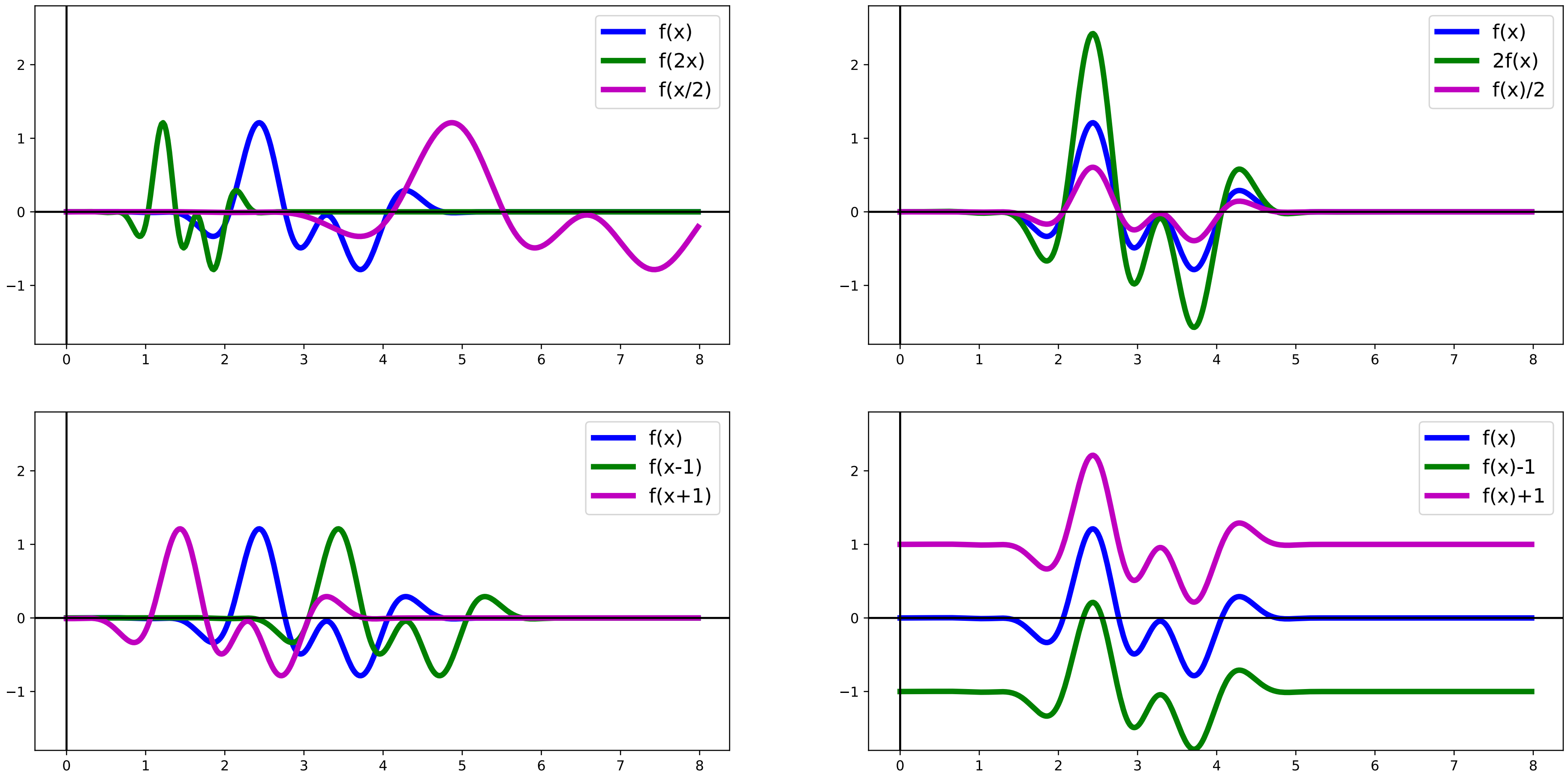
Seja a transformação

$$g(x) = b\ f(a(x - x_0)) + y_0$$

escalas

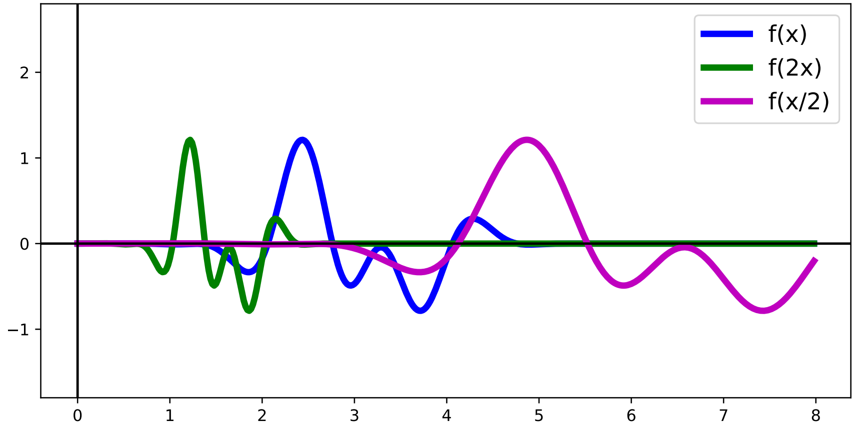
translações

TRANSLAÇÕES E REESCALAMENTOS DE UMA FUNÇÃO

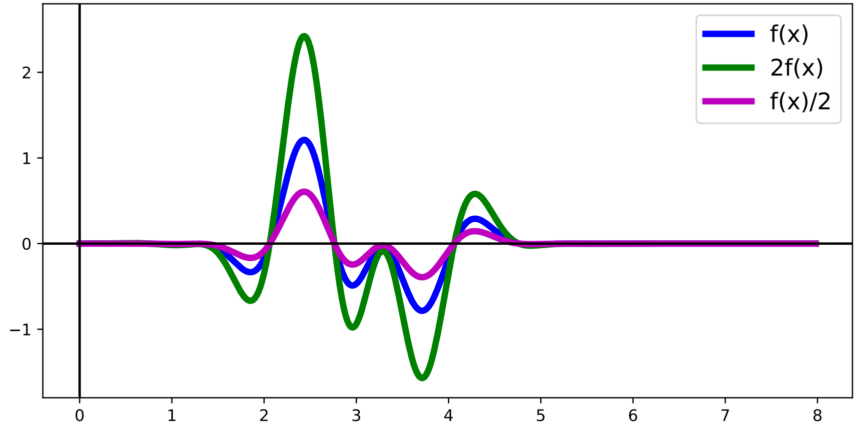


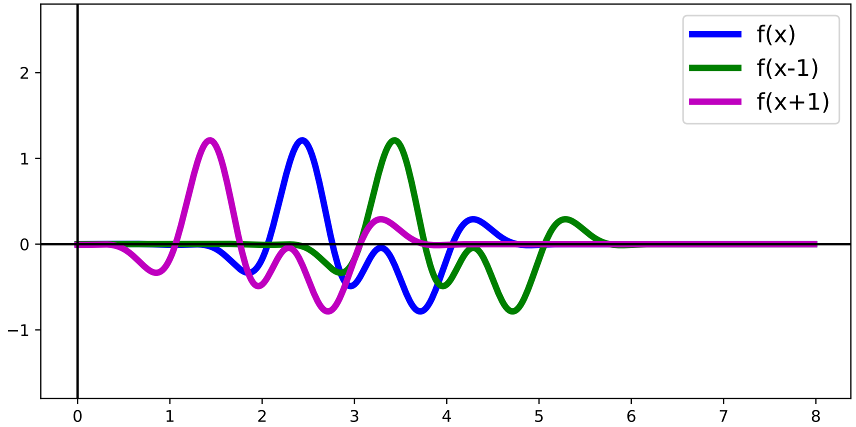
TRANSLAÇÕES E REESCALAMENTOS DE UMA FUNÇÃO

a>1 estreita
a<1 alarga

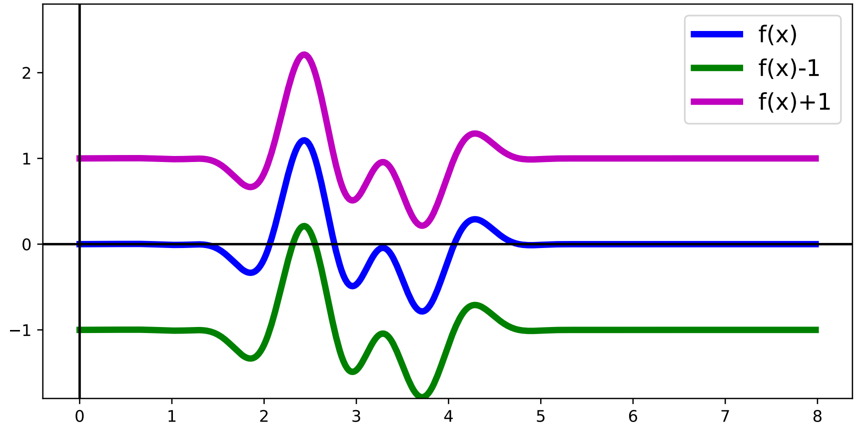


b>1 alonga
b<1 achata





$x_0 > 0$ à direita
$x_0 < 0$ à esquerda

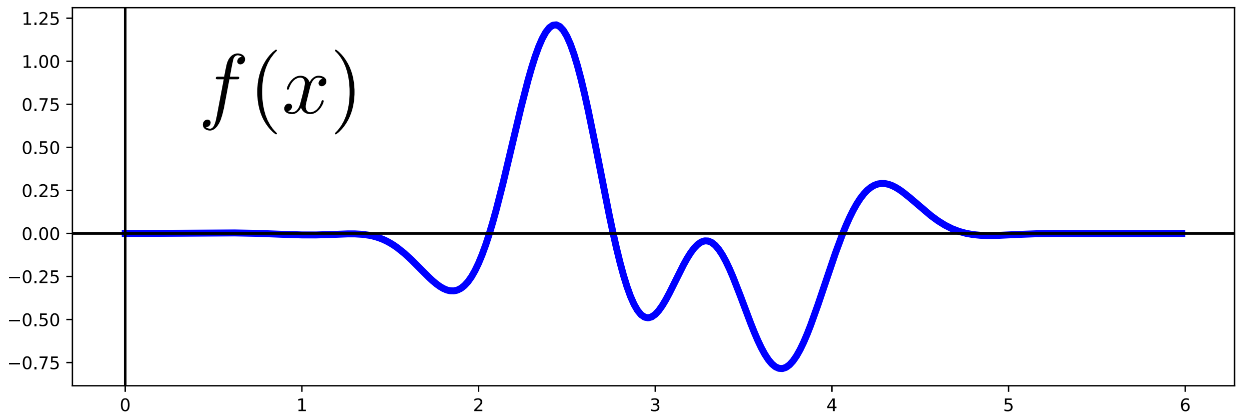


$y_0 > 0$ para cima
$y_0 < 0$ para baixo

TRANSLAÇÕES E REESCALAMENTOS DE UMA FUNÇÃO

Transformações aplicadas a uma função qualquer (inclusive não periódica)

Considere a função



Seja a transformação

$$g(x) = b\ f(a(x - x_0)) + y_0$$

x_0 - representa uma translação à direita deste valor

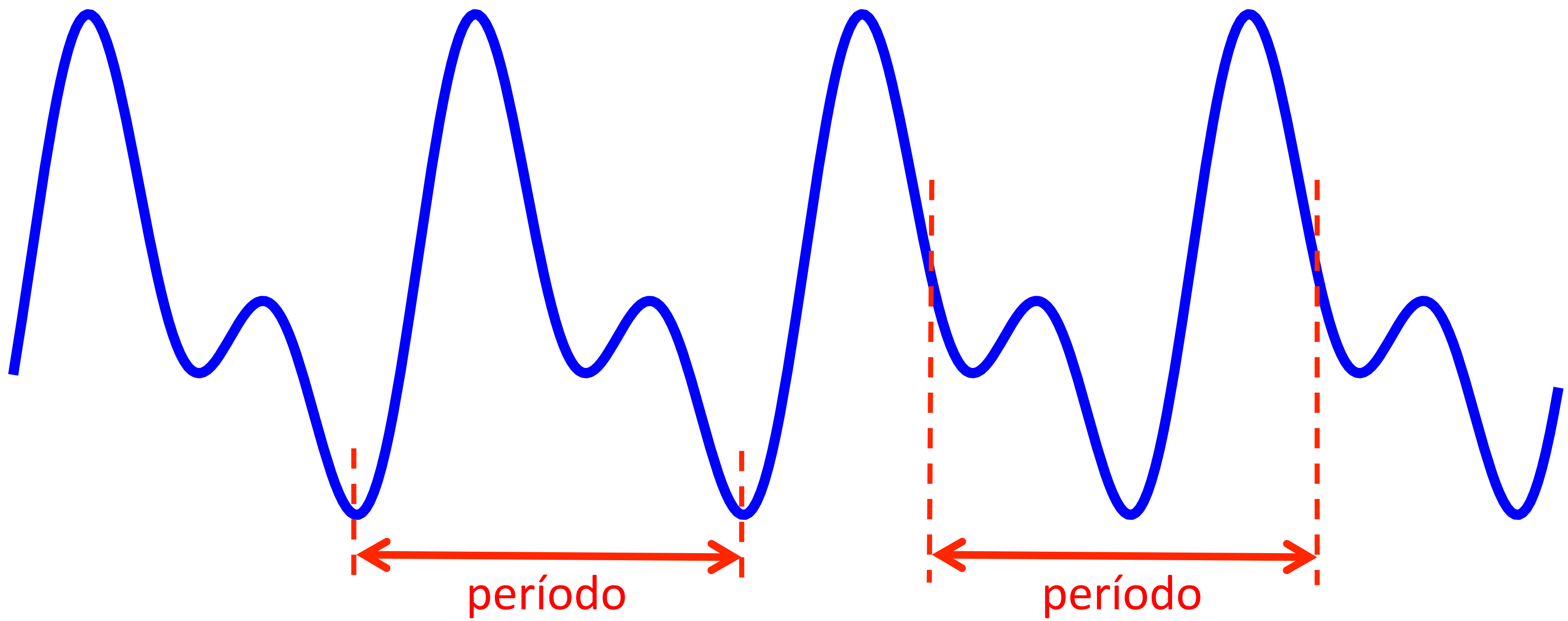
a - representa uma mudança de escala em x (estreitamento ou alargamento)

b - representa uma mudança de escala em y (achatamento ou alongamento)

y_0 -- representa uma translação para cima em y

FASES

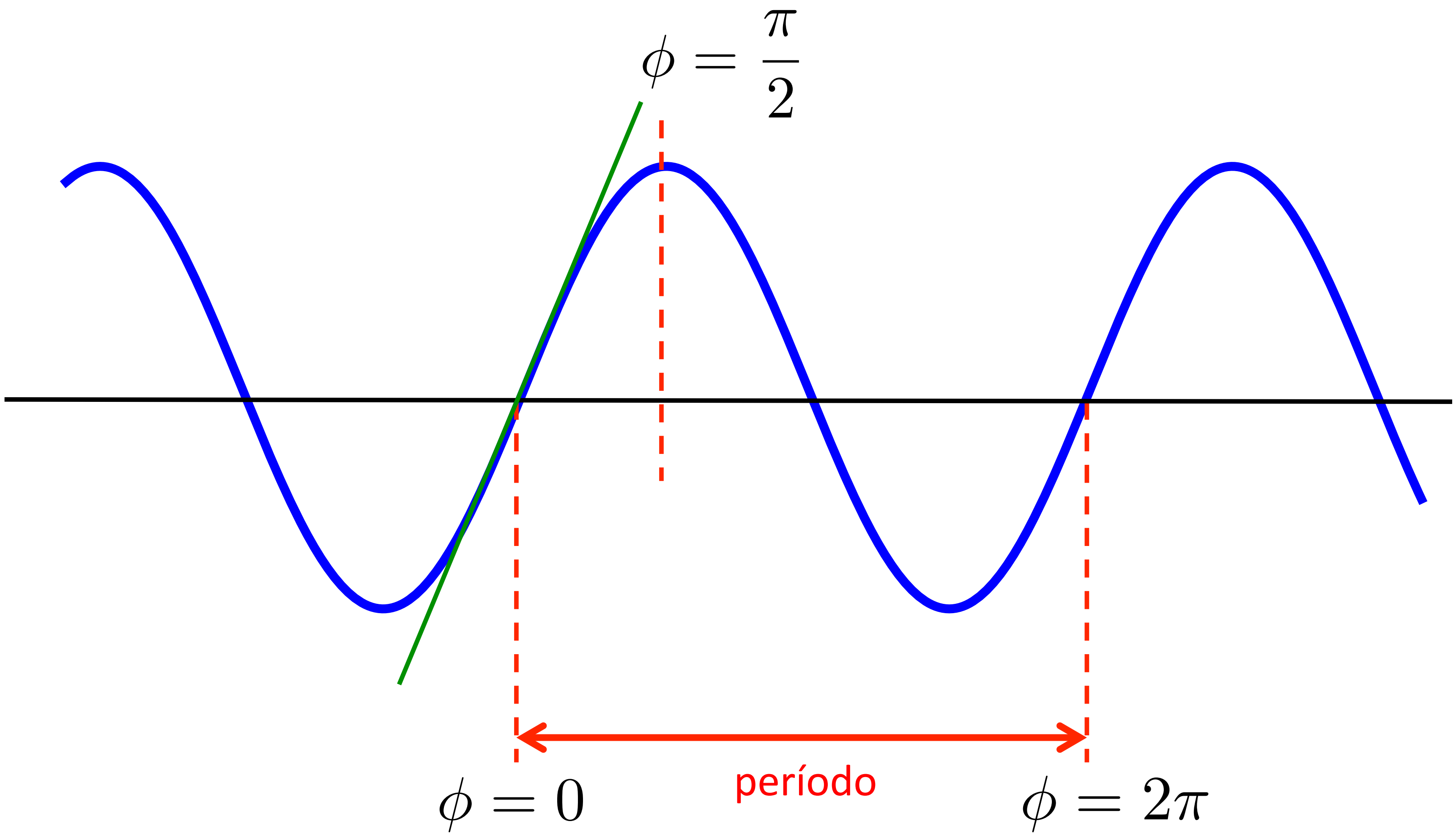
Funções periódicas podem ser caracterizadas por uma quantidade chamada fase



A **fase absoluta** é uma medida que indica em que momento do período a função está. Ela varia continuamente entre zero e o valor do período.
Para definir a fase absoluta é preciso indicar onde "começa" o período. Mas numa função períodica infinita isto é arbitrário –– não há começo nem fim. E se é arbitrário nós temos que escolher. Por exemplo para senos a fase absoluta é zero no momento que o seno passa o seu valor zero com derivada positiva.

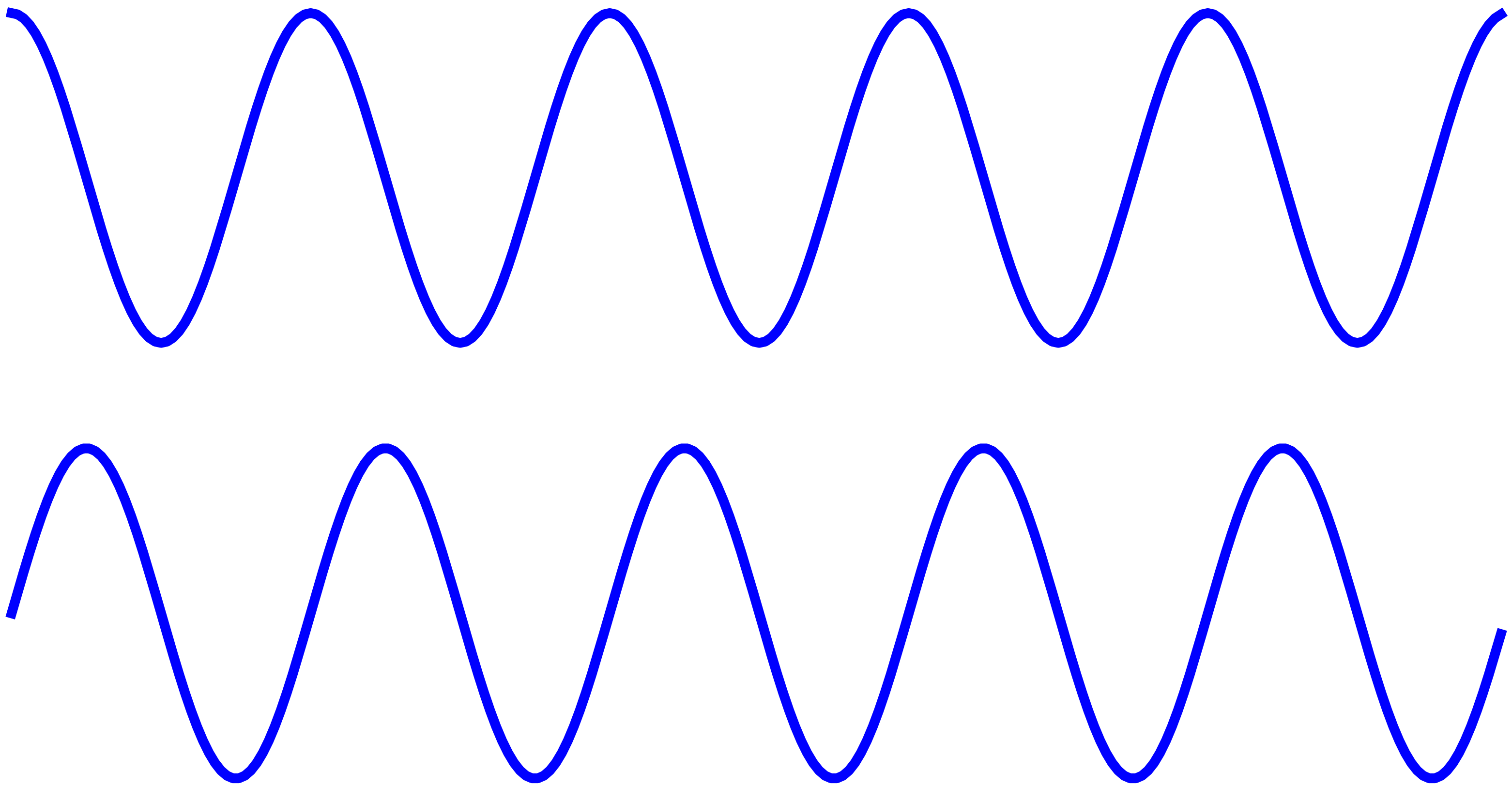
FASE

As fases absolutas do seno



FASES

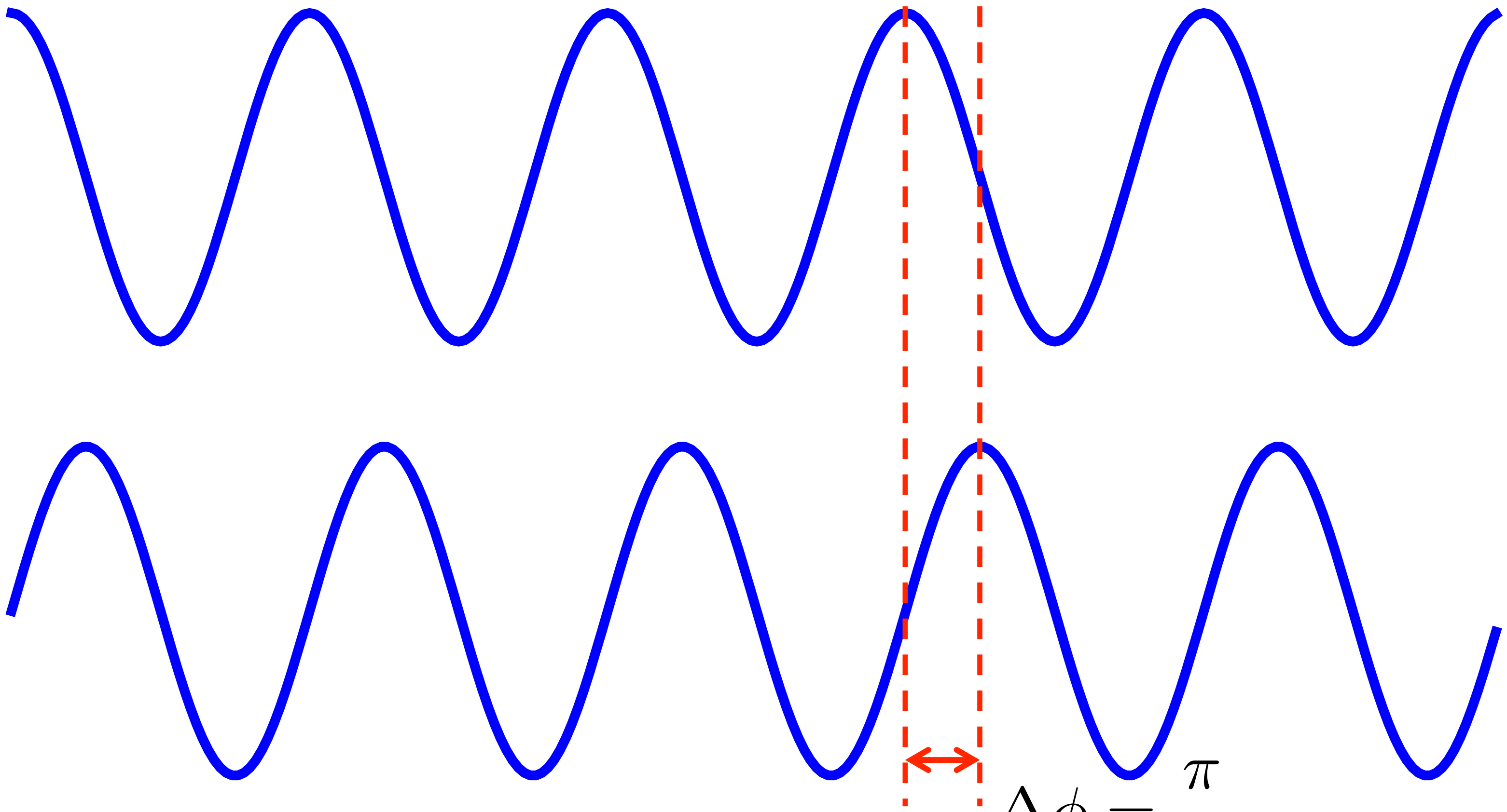
Senos e cossenos são a mesma função a não ser por uma diferença de fase $\Delta\phi$



A **fase relativa** ou a **diferença de fases** é a translação minima necessária para que uma função superponha a outra.

FASES

Senos e cossenos são a mesma função a não ser por uma diferença de fase $\Delta\phi$

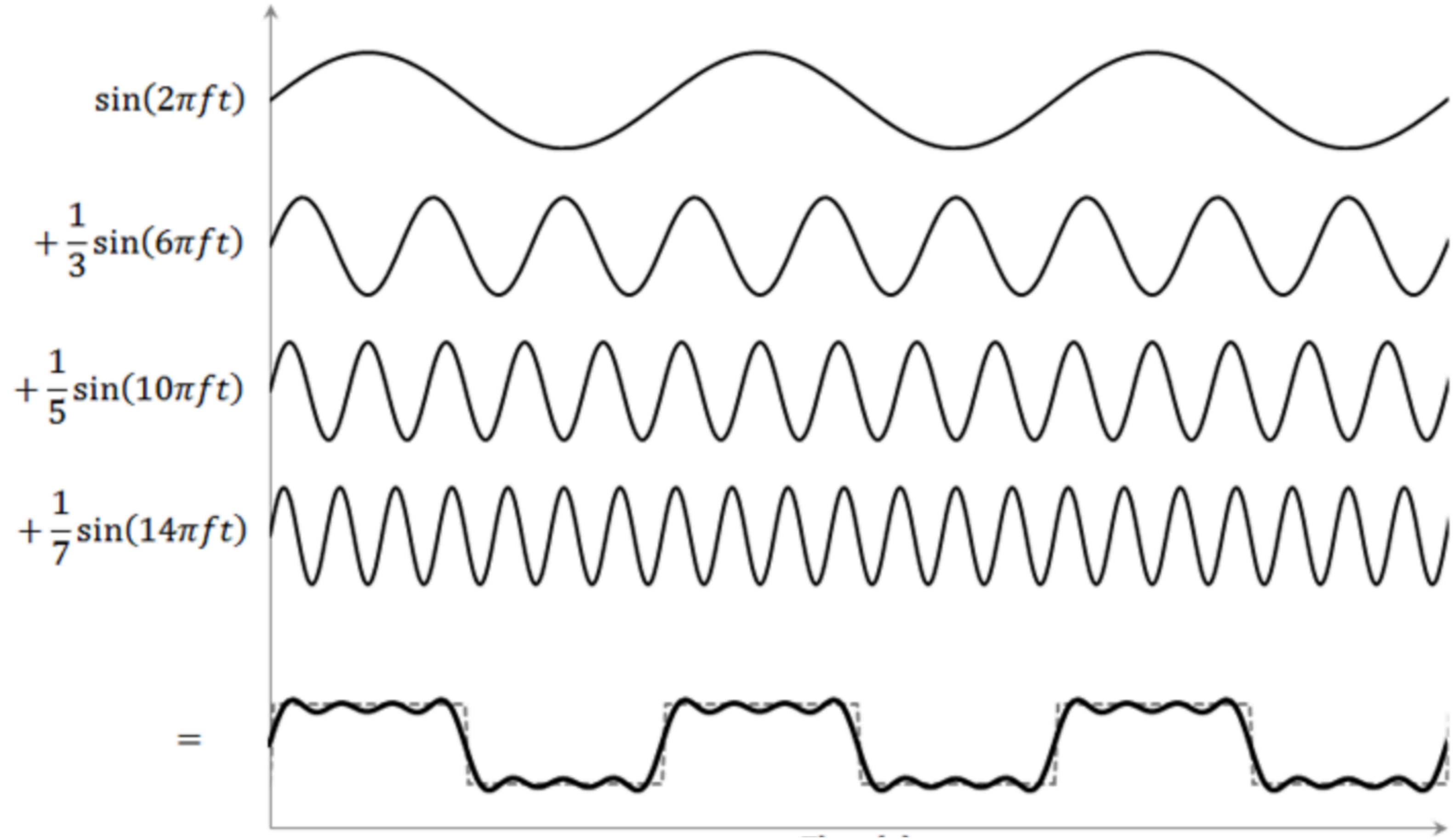


$$\Delta\phi = \frac{\pi}{2}$$

A **fase relativa** ou a **diferença de fases** é a translação minima necessária para que uma função superponha a outra.

ANÁLISE DE FOURIER

Superposição **linear** de senos de diferentes frequências, fases e amplitudes podem gerar quaisquer funções.



VOLTANDO À EQUAÇÃO DA ONDA UNIDIMENSIONAL

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = v^2 \, \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}$$

$$y(x,t) = A\, f(x+vt) + B\, g(x-vt)$$

função transladando
para a esquerda

função transladando
para a direita

EQUAÇÃO DA ONDA HARMÔNICA UNIDIMENSIONAL

$$y(x,t) = A\sin(kx - \omega t + \phi)$$

amplitude

(unidades: comprimento)

número angular de onda

(unidades: rad/comprimento)

frequência angular

(unidades: rad/tempo^{-1})

Rad/seg , Ciclos/segundo
Ou Hertz.

constante de fase

(unidades: radiano)

Radiano não é uma
unidade física. Uma quantidade
em radianos é uma quantidade
adimensional.

EQUAÇÃO DA ONDA HARMÔNICA UNIDIMENSIONAL

$$y(x,t) = A\sin(kx - \omega t + \phi)$$

amplitude

(unidades: comprimento)

número angular de onda

(unidades: rad/comprimento)

propagação
para direita

frequência angular

(unidades: rad/tempo^{-1})

Rad/seg , Ciclos/segundo
Ou Hertz.

constante de fase

(unidades: radiano)

Radiano não é uma
unidade física. Uma quantidade
em radianos é uma quantidade
adimensional.

EQUAÇÃO DA ONDA HARMÔNICA UNIDIMENSIONAL

$$y(x,t) = A\sin(kx - \omega t + \phi) = A\sin\left[k\left(x - \frac{\omega}{k}t\right) + \phi\right]$$