

## Relatividade

Em 1905, conhecido como o *ano miraculoso de Einstein*, o cientista publicou quatro artigos, e um desses artigos serviu de base para a Teoria da Relatividade. E a partir de dois postulados importantes ela foi construída por Einstein:

**1º Postulado:** as leis da Física são as mesmas em todos os sistemas de referencial inercial.

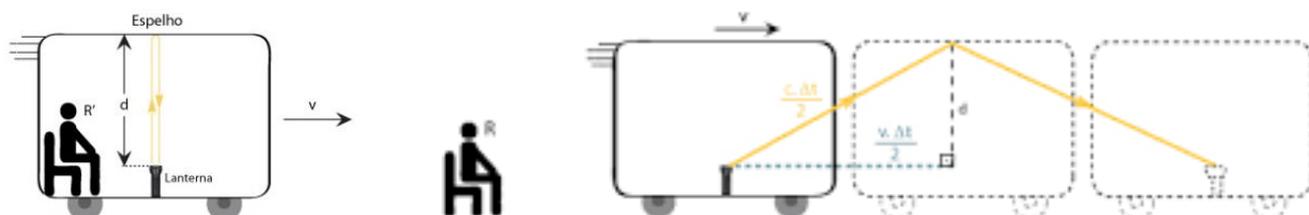
**2º Postulado:** a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial, ou seja,  $c = 300\,000$  km/s.

Com esses dois postulados, a relatividade restrita (ou especial) tem consequências que podem ser consideradas bem estranhas por muitas pessoas, o que é completamente compreensível, pois estas consequências só são observadas para objetos e pessoas movimentando-se a velocidades próximas à da luz.

### Dilatação do Tempo e Contração do Espaço

Os intervalos de tempo e os comprimentos também são afetados pela relatividade, o que significa que dois observadores em situações diferentes podem medir tempo e espaço encontrando valores distintos, caso um deles se mova em uma velocidade próxima à da luz.

Para exemplificar essa ideia, vamos imaginar um experimento, realizado em um trem viajando com altíssima velocidade, e chamaremos de  $S'$  o seu referencial e de  $S$  o referencial de um observador parado na Terra. Se a pessoa dentro do trem acender uma lanterna no chão do mesmo e colocar um espelho no teto dele, ela poderá observar a trajetória do feixe luminoso, subir e depois descer. Mas o observador da Terra ( $S$ ), ao visualizar tal evento, visualiza o feixe luminoso fazer uma trajetória triangular, como mostra a figura a seguir, uma vez que o trem está em movimento também:



<https://www.sofisica.com.br>; Acesso em: 09/2020.

Como não podemos compor a velocidade da luz com a do trem, o observador que analisa o evento do referencial  $S$  medirá um tempo maior de ocorrência do evento, já que a velocidade da luz tem sempre o mesmo valor. Os tempos medidos pelo referencial  $S$  e  $S'$  podem se relacionar pela fórmula de dilatação do tempo:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{Eq. 1}$$

Nessa fórmula,  $\Delta t'$  é o tempo medido pelo observador dentro do trem e é chamado de tempo próprio, enquanto  $\Delta t$  é o tempo medido pelo observador em repouso.

Com a medida do espaço não é diferente, vamos pensar na seguinte situação hipotética, você, habitante do planeta Terra ( $S$ ), observa e mede a distância ( $\Delta L$ ) entre duas estrelas distantes localizadas em algum ponto do universo. Da mesma forma que você, um astronauta embarcado em uma nave ( $S'$ ) que viaja com uma velocidade

constante pelo espaço vai de uma estrela até a outra, e com isso é capaz de medir essa distância entre as duas estrelas. O resultado é que o astronauta medirá um comprimento ( $\Delta L'$ ) menor do que o observador parado na Terra (S):

$$\Delta L = \frac{\Delta L'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{Eq. 2}$$

### Massa e Energia

A massa está relacionada à inércia de um corpo, e sofrerá alterações quando esse corpo se movimentar em velocidades muito altas. Dos estudos sobre Leis de Newton, nós sabemos que, quando aplicamos em um corpo uma força de intensidade  $F$ , podemos aumentar sua velocidade de forma indefinida. Agora, se um corpo atingisse a velocidade da luz no vácuo, a força não mais seria capaz de acelerá-lo, pelo fato de ter sido atingida a velocidade limite. Então, cada vez que aumentamos a velocidade de um corpo, aumentamos também sua inércia. Caso continuemos a aumentar sua velocidade, tendendo à velocidade da luz, a sua inércia tenderá a ficar muito grande, oferecendo assim uma resistência a mudança de movimento.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{Eq. 3}$$

Nessa equação,  $m_0$  é chamada de massa de repouso, ou seja, é a massa dos objetos da maneira que estamos habituados, uma vez que, em nosso cotidiano os objetos não se movem com velocidades próximas a da luz.

A teoria da relatividade admite ainda uma relação entre massa e energia, dada por:

$$E = m \times c^2 \quad \text{Eq. 4}$$

Essa equação nos mostra que, mesmo um corpo parado possui uma energia grande, chamada de energia de repouso.

