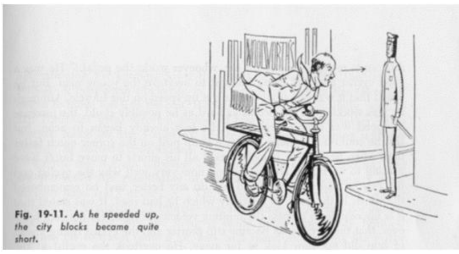
Introdução

Lembra-se da imagem que deixámos no problema 3 de Novembro do ciclista que vê o polícia, parado na berma, mais magro?



Pois o objetivo deste artigo, e do artigo do próximo mês, é tentar mostrar como a Relatividade Restrita explica este fenómeno.

Pressupostos

Definições

Um **acontecimento** define-se, num dado referencial, como **uma sequência (x, y, z, t)** onde x, y, z dão a posição em que ocorre e t o instante.

Referencial inercial é aquele em que **são válidas as leis da Física**.

Os Postulados fundamentais da relatividade restrita são:

i) Um referencial que se move em relação a um referencial inercial com velocidade constante é inercial**:** não é possível distinguir um do outro pela realização de uma experiência física;

ii) A velocidade da luz é a mesma quando medida em referenciais inerciais.

Medindo o tempo

Imagine duas superfícies espelhadas planas e paralelas, fixas numa carruagem inercial, e voltadas uma para a outra a uma distância de *d*.

A certa altura lançamos um raio de luz a partir do ponto P perpendicularmente às faces.

Acabamos de criar um relógio: podemos mesmo imaginar que a unidade de tempo é o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o raio sai de uma das faces e aquele em que ele volta à mesma posição P: *tic-tac-tic*…

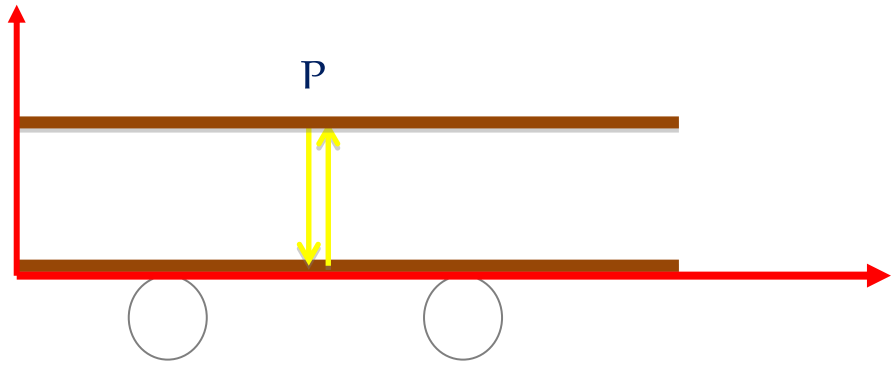
Vamos agora medir o intervalo de tempo que decorre entre os acontecimentos:

A – o raio de luz parte de P e ***B – o raio de luz volta a P***

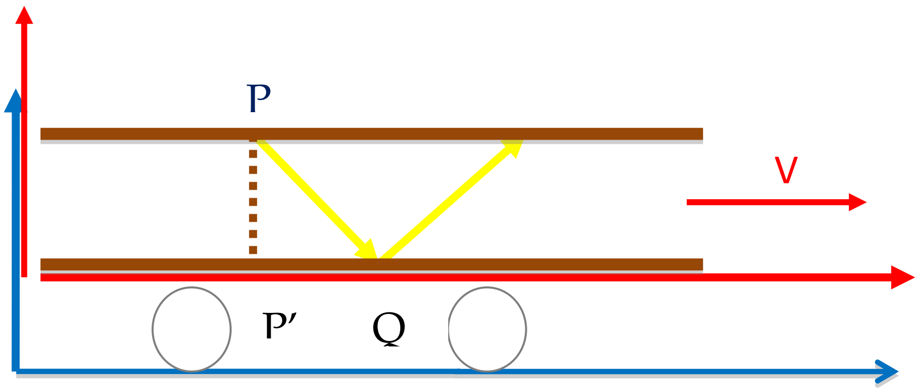
E vamos fazê-lo em dois referenciais, depois de referir que uma "experiência pensada"[1] simples (*ver Apêndice I*) mostra que segmentos perpendiculares à direção do movimento têm o mesmo comprimento quando medido nos dois referenciais.

I : O vermelho ligado a uma carruagem em relação ao qual os espelhos estão fixos

Obviamente, sendo *d* a distância entre os espelhos o tempo é : $t_p = \frac{2d}{c}$.
Escrevemos t_p como abreviatura de "***tempo próprio***": tempo decorrido entre dois acontecimentos **que decorrem na mesma posição** o que acontece neste referencial.



II - O azul em relação ao qual o vermelho se move com velocidade V



A figura mostra o trajeto do raio de luz no referencial azul.

A distância percorrida pelo raio neste referencial é agora 2*d'* superior a 2*d* pois d' é a medida PQ da hipotenusa de um triângulo em que um dos catetos, PP', mede d pois é perpendicular à direção do movimento e, por isso, como referimos, a medida é a mesma nos dois referenciais (*ver Apêndice I*).

Então, o tempo decorrido é $t_n = \frac{2d'}{c} > t_p$.

[1] Experiência pensada, "Gedenken" do alemão, é uma experiência que podemos pensar e a partir dela tirar conclusões, embora não a consigamos realizar. É muito usada em Física.
Einstein usou abundantemente este tipo de experiências no desenvolvimento da Relatividade e não só.

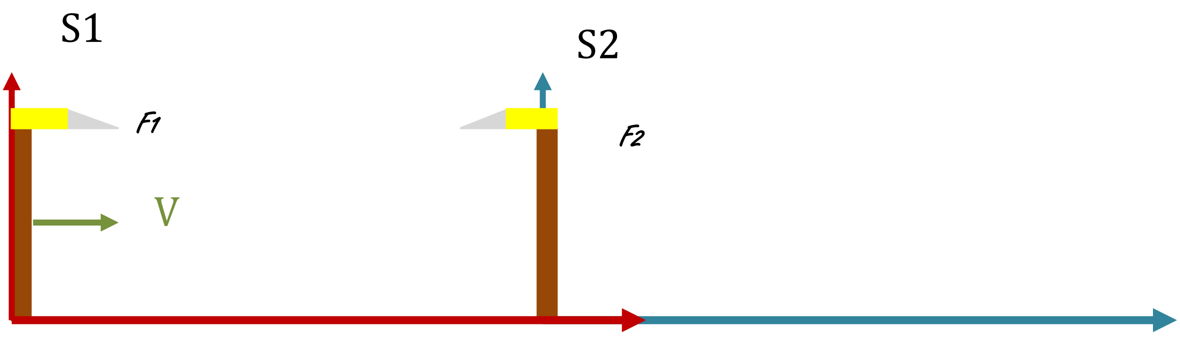
Conclusão:

O intervalo de tempo entre dois acontecimentos é mínimo quando medido num referencial em relação ao qual o tempo é próprio, ou seja, os acontecimentos ocorrem na mesma posição, isto é, só precisamos de um observador para medir o tempo entre ambos.
Pode facilmente imaginar que quando a velocidade aumenta o intervalo de tempo medido no referencial azul aumenta e tende mesmo para infinito quando V se aproxima da velocidade da luz: visto de terra o tempo na carruagem parece parar…
(ver Apêndice II)

No próximo mês vamos aproveitar este fato para mostrar que o comprimento de um segmento medido a partir de um referencial em movimento é inferior ao medido no seu referencial próprio.

Apêndice I

O referencial da esquerda, S1, desloca-se em relação ao da direita, S2, com uma velocidade V com a direção dos eixos dos xx's, eixos que coincidem nos dois referenciais.
Em ambos há réguas que têm o mesmo comprimento quando medido no respetivo referencial: estão dirigidas segundo o eixo dos yy's, têm uma extremidade na origem do respetivo referencial e a outra em pontos de igual ordenada positiva.
No topo de cada uma delas há facas F1 e F2 preparadas para provocar uma marca na outra no momento da passagem.



Se S2 visse a régua em S1 com comprimento aumentado F2 deixaria nela uma marca e F1 não deixaria uma marca na régua de S2.
Mas isso contraria a simetria da situação: contraria o primeiro postulado que referimos no início pois estaríamos em condições de distinguir S1 de S2.

Apêndice II

Os comprimentos dos lados PQ e P’Q tenderiam para o mesmo valor logo:

$$(\sphericalangle PQP' \longrightarrow 0) \wedge (\sphericalangle PQP' \longrightarrow 0 \Rightarrow PQ \longrightarrow \infty)$$