Relatividade
Aula 05 - Parte 02

Marcelo G Munhoz
Edifício HEPIC, sala 212, ramal 916940
munhoz@if.usp.br

Alguns Passos

- Procedimento analítico proposto (Capítulo 20 de MJMS):

1. *Identificar e rotular os eventos importantes do problema*

2. *Extrair, a partir das informações fornecidas pelo problema, as 4 coordenadas espaço-temporais de cada evento, em cada um dos referenciais*

3. *Usar as transformações de Lorentz para obter as 4 coordenadas desconhecidas de um dado evento a partir das 4 coordenadas já conhecidas daquele mesmo evento.*

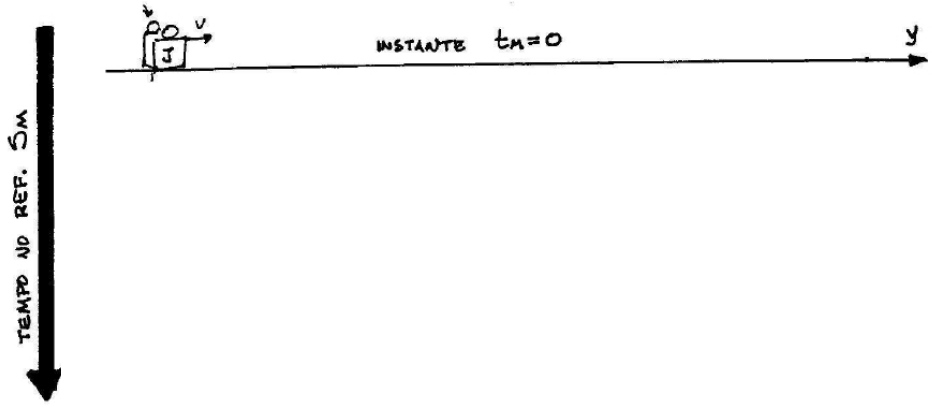
4. *Repetir esse procedimento para todos os eventos importantes do problema.*

Um Exemplo

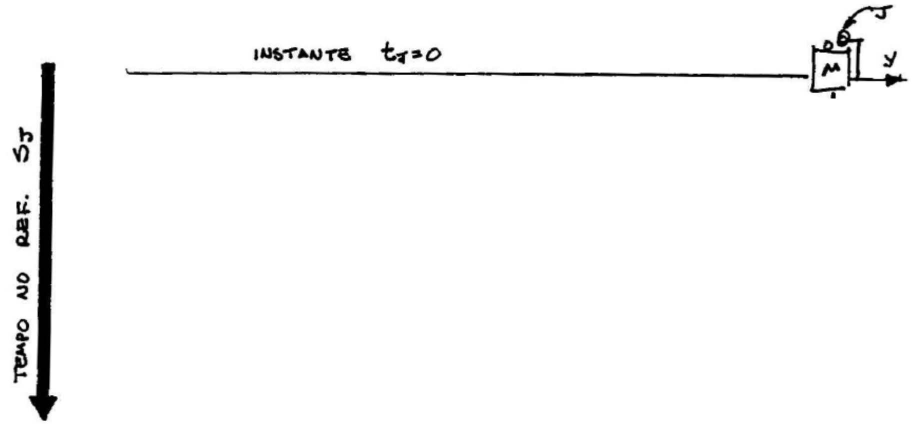
- Exemplo 1 do capítulo 20 de MJMS:
  - "*Existem duas bombas idênticas, com pavios de igual tamanho, que levam um tempo* τ *para explodir quando estão em repouso. Ou seja,* τ *representa o tempo próprio de explosão de cada bomba. Maria, em São Paulo, acende os pavios das duas simultaneamente. No mesmo instante em que as bombas são acesas, João passa de carro, toma a bomba número 2 e a leva, com uma velocidade* V *constante, para a uma cidade à direita de São Paulo. O objetivo deste exemplo é determinar as coordenadas espaço-temporais das explosões das duas bombas, observadas nos referenciais* S_M *e* S_J"

Passos 1 e 2

- Evento de referência
  - Maria acende as duas bombas na origem do sistema de coordenadas e João pega a bomba 2 na origem do sistema de coordenadas
  - S_M: $(x_M^R, y_M^R, z_M^R, t_M^R) = (0,0,0,0)$
  - S_J: $(x_J^R, y_J^R, z_J^R, t_J^R) = (0,0,0,0)$



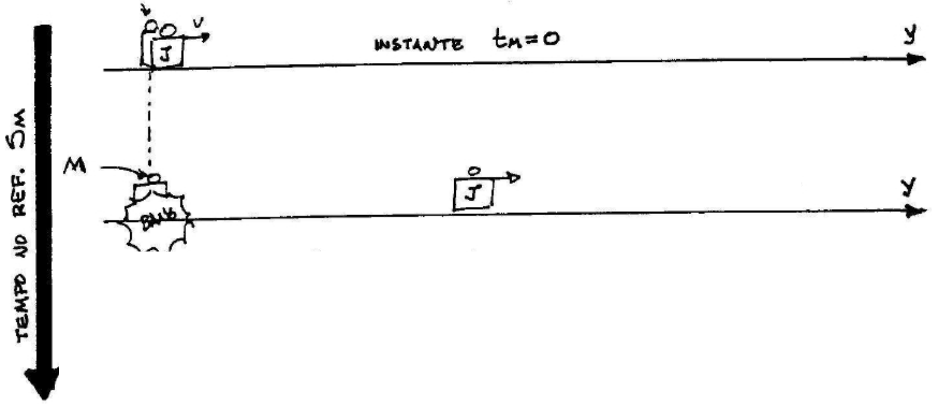
MJMS, Figura 21.2



MJMS, Figura 21.3

Passos 1 e 2

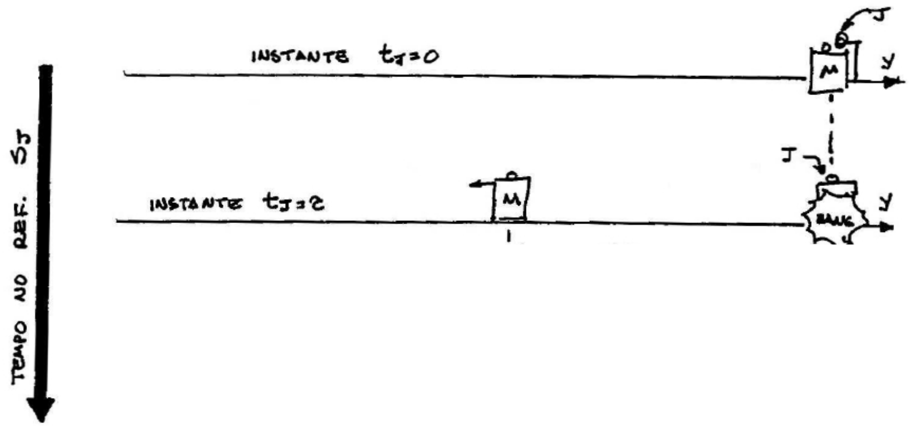
- Evento ***a***
  - Explosão da bomba 1, estacionária em relação à Maria:
  - S_M: $(x_M^a, y_M^a, z_M^a, t_M^a) = (0,0,0,\tau)$
  - S_J: $(x_J^a, y_J^a, z_J^a, t_J^a)$



MJMS, Figura 21.2

Passos 1 e 2

- Evento ***b***
    - Explosão da bomba 2, estacionária em relação ao João:
    - S



MJMS, Figura 21.3

Passos 3 e 4

- Aplicar as Transformações de Lorentz para se obter as coordenadas desconhecidas:

$$x_J = x_M$$

$$y_J = \gamma \left(y_M - V \cdot t_M \right)$$

$$z_J = z_M$$

$t_J = \gamma \left(t_M - \dfrac{V}{c^2} \cdot y_M \right)$, onde $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$

Passos 3 e 4

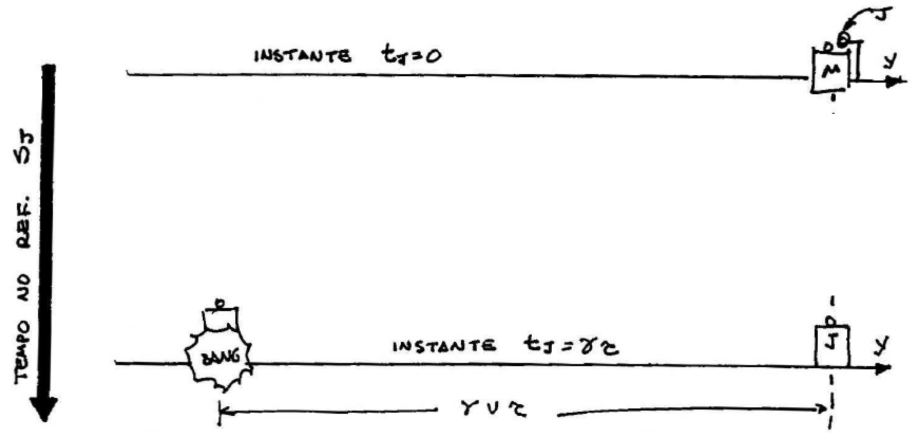
- Evento ***a***
  - Explosão da bomba 1, estacionária em relação à Maria:
  - S_M: $(x_M^a, y_M^a, z_M^a, t_M^a) = (0{,}0{,}0{,}\tau)$

$$x_J^a = x_M^a = 0$$

$$y_J^a = \gamma\left(y_M^a - V \cdot t_M^a\right) = -\gamma \cdot V \cdot \tau$$

$$z_J^a = z_M^a = 0$$

$$t_J^a = \gamma\left(t_M^a - \frac{V}{c^2} \cdot y_M^a\right) = \gamma \cdot \tau$$



  - S_J: $(x_J^a, y_J^a, z_J^a, t_J^a) = (0, -\gamma \cdot V \cdot \tau, 0, \gamma \cdot \tau)$

MJMS, Figura 21.3

Passos 3 e 4

- Aplicar as Transformações de Lorentz para se obter as coordenadas desconhecidas:

$$x_M = x_J$$

$$y_M = \gamma \left(y_J + V \cdot t_J \right)$$

$$z_M = z_J$$

$$t_M = \gamma \left(t_J + \frac{V}{c^2} \cdot y_J \right)$$, onde $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$

Passos 3 e 4

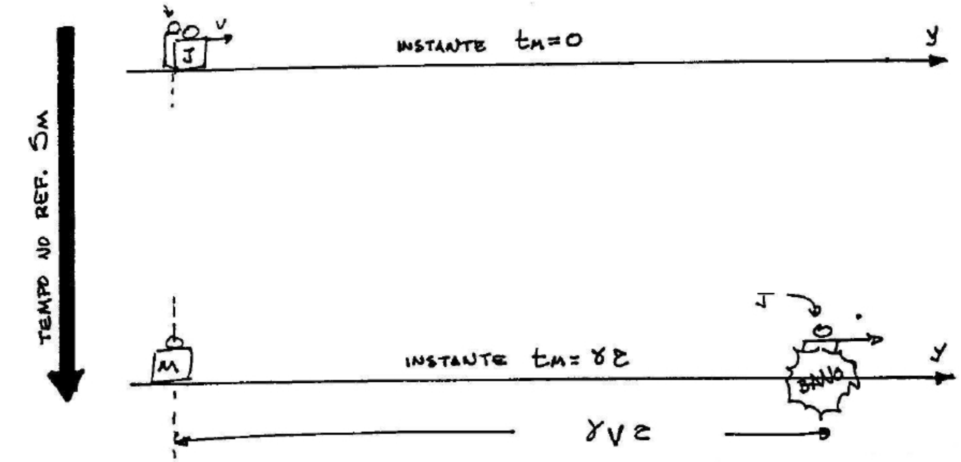
- Evento ***b***
  - Explosão da bomba 2, estacionária em relação ao João:
  - S_J: $(x_J^b, y_J^b, z_J^b, t_J^b) = (0{,}0{,}0{,}\tau)$

$$x_M^b = x_J^b = 0$$

$$y_M^b = \gamma\left(y_J^b + V \cdot t_J^b\right) = \gamma \cdot V \cdot \tau$$

$$z_M^b = z_J^b = 0$$

$$t_M^b = \gamma\left(t_J^b + \frac{V}{c^2} \cdot y_J^b\right) = \gamma \cdot \tau$$

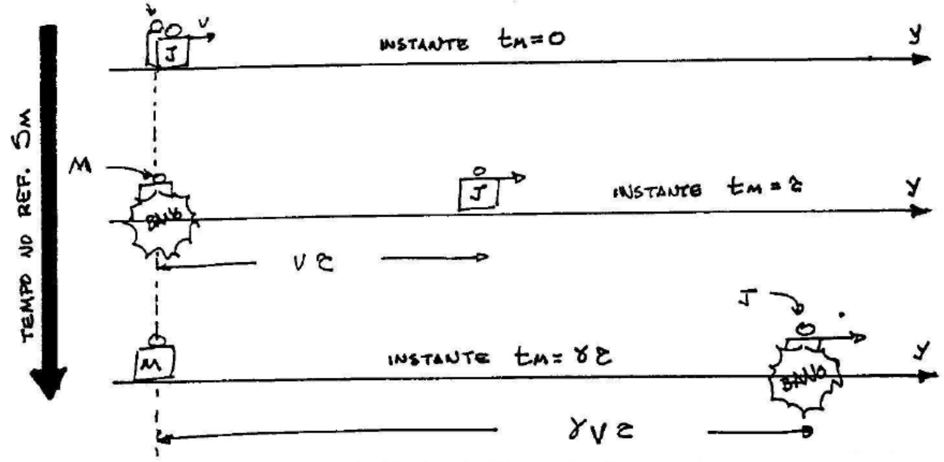


  - S_M: $(x_M^b, y_M^b, z_M^b, t_M^b) = (0, \gamma \cdot V \cdot \tau, 0, \gamma \cdot \tau)$

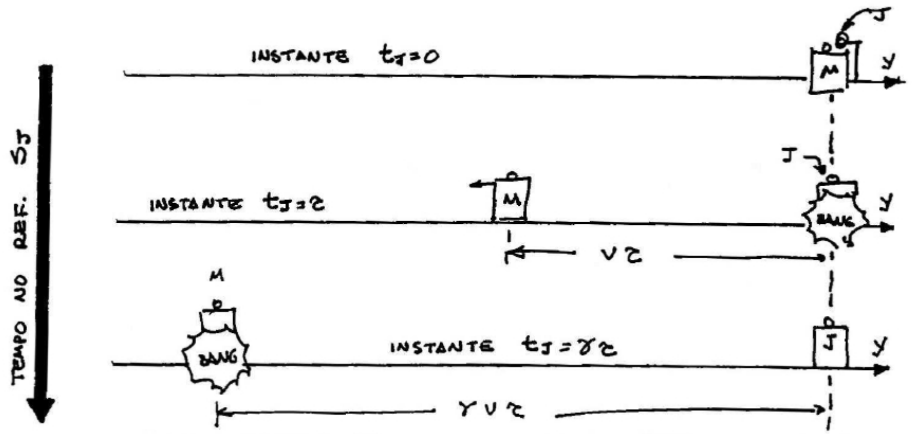
MJMS, Figura 21.2

Resultado

- Referencial da Maria
  - SM: $(x_M^R, y_M^R, z_M^R, t_M^R) = (0{,}0{,}0{,}0)$
  - SM: $(x_M^a, y_M^a, z_M^a, t_M^a) = (0{,}0{,}0{,}\tau)$
  - SM: $(x_M^b, y_M^b, z_M^b, t_M^b) = (0{,}\gamma \cdot V \cdot \tau{,}0{,}\gamma \cdot \tau)$
- Referencial do João
  - SJ: $(x_J^R, y_J^R, z_J^R, t_J^R) = (0{,}0{,}0{,}0)$
  - SJ: $(x_J^b, y_J^b, z_J^b, t_J^b) = (0{,}0{,}0{,}\tau)$
  - SJ: $(x_J^a, y_J^a, z_J^a, t_J^a) = (0, -\gamma \cdot V \cdot \tau{,}0{,}\gamma \cdot \tau)$



MJMS, Figura 21.2



MJMS, Figura 21.3