Porto Alegre 07 de novembro de 2002

<u>Relatividade e Cosmologia, aula No 4</u>

Comentar a pergunta de Fábio sobre a posição do O no diagrama e-t, quando O´chega a Lua. Por exemplo de quaisquer viagem a Lua, lançado na data to.

Comentar a pergunta de Pedro sobre a distância do corte de hiperboles sucessivas num eixo v quaisquer. São os espaçamentos os mesmos?

Nos pontos de corte valem simultaneamente a equação da linha mundo $\mathbf{t = b.x}$ (onde b = 1/v) E a da hipérbole $\mathbf{x^2 - t^2 = a^2}$. Se substituirmos na equação quadrática a expressão de t, obtemos para x**:** $\mathbf{x^2 - b^2.x^2 = a^2}$ **ou :** $\mathbf{x = a/(1-b^2)^{-1/2}}$.
Duas hiperboles estarão separadas na origem pela diferença dos coeficientes a1 e a2, que chamamos de Da. a coordenada x estará separada por D**x =** $\mathbf{Da/(1-b^2)^{-1/2}}$. Ou seja se a separação entre a hipérbole 1 e 2 é igual a aquela entre a 2 e a 3 $\mathbf{Da_{(2-1)} = Da_{(3-2)}}$, também acontece que a separação $\mathbf{Dx_{(2-1)} = DX_{(3-2)}}$. Oque acontece com a separação entre as coordenadas t desses dois intervalos?. Se formos na equação da linha mundo constatamos que **Dt = b Dx.** Ou seja também a distância entre pontos na coordenada t transformasse linearmente com Da, com o qual fica demonstrado que iguais intervalos no eixo t transformam-se em intervalos iguais ao longo do eixo t´. QED.

1.10- Transformação das velocidades

Veremos a continuação a transformação das velocidades isto é: temos um móvel que desloca-se em O´ com velocidade v´ = dx´/dt´, e no sistema repouso O desloca-se com velocidade v=dx/dt. O sistema O´ desloca-se com relação ao sistema O com velocidade V. Como se transformam estas velocidades?. Nas transformações de Galileu teriamos simplesmente que v=v´+V. Mas para ver o que acontece nas transformações de L-F, armamos as derivadas com a definição das transformações das coordenadas espaciais e temporais:

$$\mathbf{dx/dt = (\gamma.dx' + V.\ \gamma.\ dt')/\ (\ V.\ \gamma\ .dx' + \gamma\ .\ dt') \qquad (4\text{-}1),}$$

onde V é a velocidade com que O´ desloca-se em relação a O. Se dividirmos acima e embaixo por **dt´** a expressão da direita teremos:

$$\mathbf{dx/dt = \gamma.(v' + V)\ /\ \gamma(\ V\ .v' + 1)}\ \text{, ou simplificando } \gamma\text{:}$$
$$\mathbf{v = (v'+ V)\ /\ (1+ V.v') \qquad (4\text{-}2)}$$

Vê-se que as velocidades somam em forma diferente que nas transformações de Galileu. Porem, se V e v´ forem muito pequenos (<<1) ***reaparecem as transformações de Galileu***, já que o denominador fica V.v´ << 1. Outro ponto muito importante é que esta soma nunca excede 1, o valor da velocidade da luz. Vemos que estamos perante um tipo de algebra no qual a soma de **1 $\oplus$ 1 = 1** !!! (colocamos o sinal + dentro de um círculo para dizer que não estamos somando de acordo às regras da álgebra comum, más de acordo à equação que acabamos de deduzir). Ou seja, se somamos 2 vezes a velocidade da luz, obtemos a velocidade da luz **(1 + 1) / (1 +1.1) = 1**. Também verificamos que a transformação preserva o postulado fundamental da RE (como não poderia ser de outra forma, já que tudo sai dali!), isto é, que a velocidade da luz, quando medida em quaisquer referencial é sempre a mesma**.** **(1 + V) / (1 + 1.V) = 1**.

1-11- Alguns efeitos Clássicos

A medição da velocidade da luz por Ömler pela observação dos satélites de Júpiter

A aberração clássica da luz

O efeito Fizzeau (Fizzeau, 1851 Comptes Rendu V33, pgs 349-355)
Usar a aproximação $(1 + z)^n = 1 + nz$, para $|z| << 1$.

1.12- Contração espacial

Veremos este efeito de três pontos de vista diferentes: No espaço físico; no diagrama espaço-tempo e nas transformações de Lorentz.

Más deixamos isto como tema da aula No 5.