

O que é o espaço-tempo?

Nome: André Luiz M. R. De Oliveira
e-mail: andreoliveira5031@usp.br

Roteiro

- Espaço-tempo -> espaço e tempo combinados;
- O que é espaço e o que é tempo?
- Porque unir os dois?
- Quais as consequências?

Espaço \neq Espaço



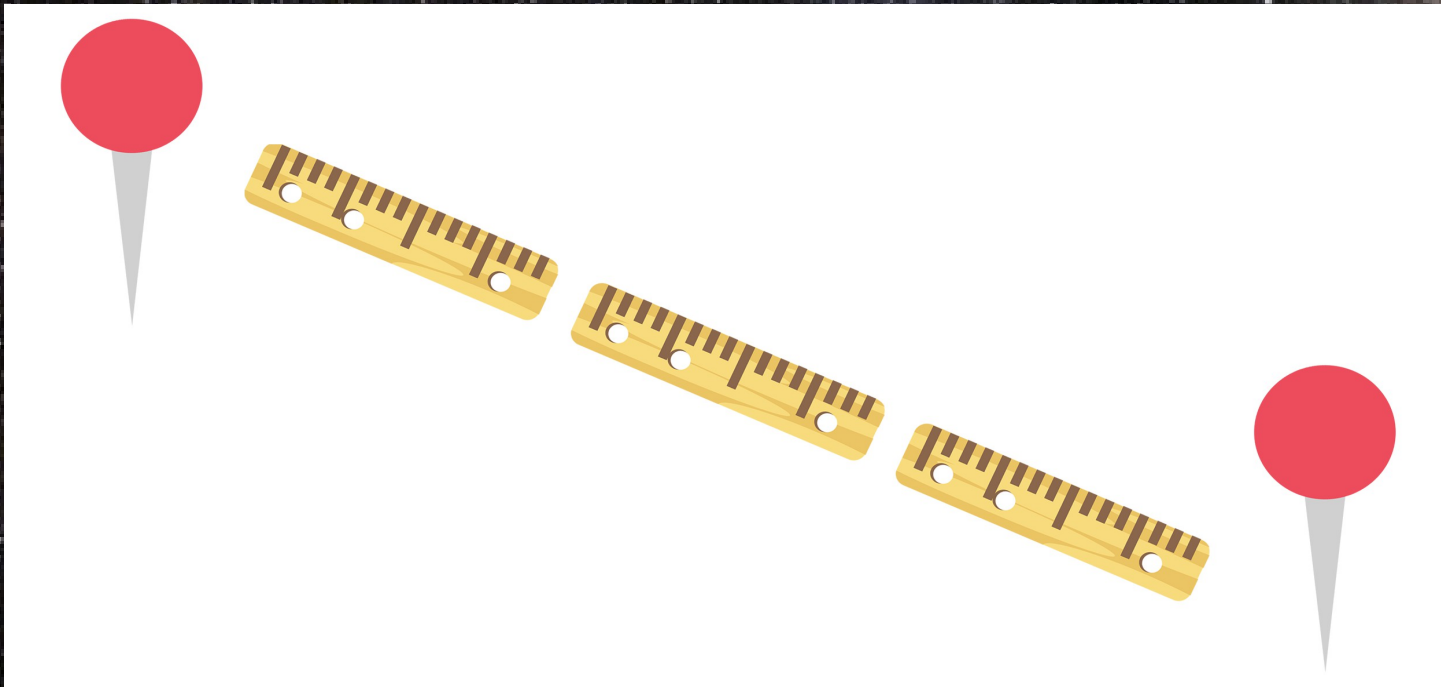
Espaço \neq Espaço

- Espaço \rightarrow espaço sideral, universo;



Espaço \neq Espaço

- Espaço \rightarrow o que medimos com uma régua \rightarrow distância;



Espaço \neq Espaço

- Medido em metros, quilômetros, milímetros, etc.

Espaço \neq Espaço

- Movimento livre para todas as direções e sentidos.

O tempo não para



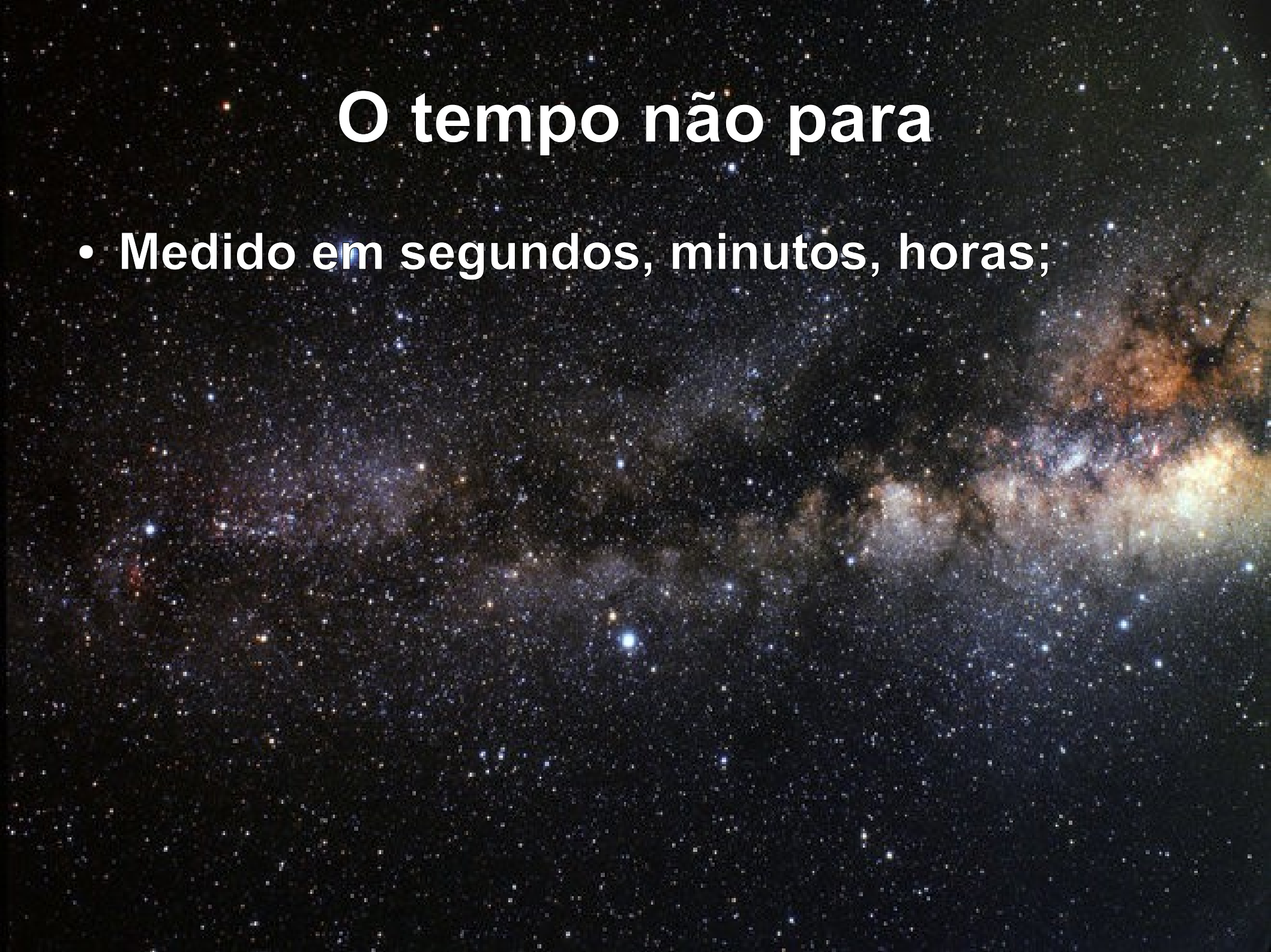
O tempo não para

- Aquilo que medimos com um relógio;



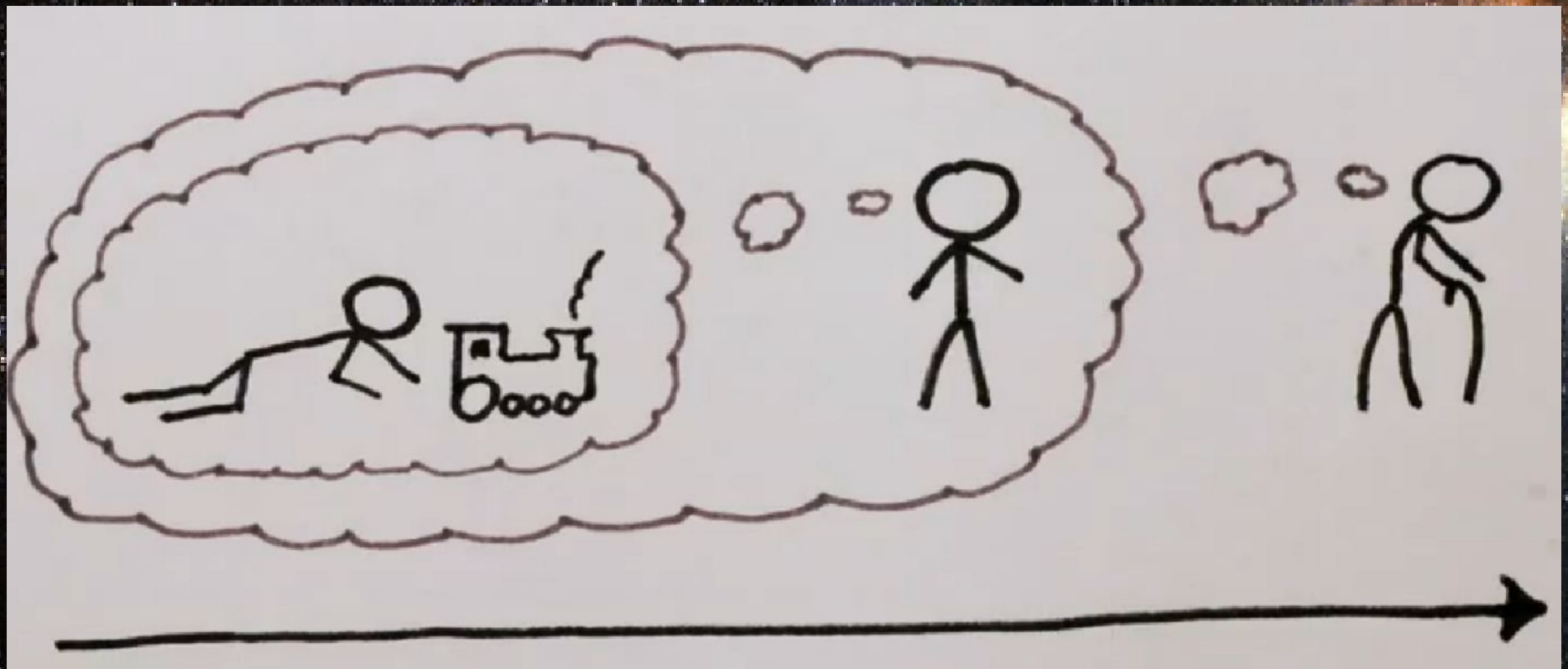
O tempo não para

- Medido em segundos, minutos, horas;



O tempo não para

- Movimento restrito: sempre no mesmo sentido;



O tempo não para

- Igual para todos: duas pessoas sempre concordam sobre a duração de algum evento.

A deep space photograph showing a vast field of stars and a large, bright galaxy on the right side. The galaxy has a yellowish-white core and spiral arms. The background is filled with numerous smaller stars of various colors, including blue, white, and red.

Existe alguma maneira de relacionar espaço e tempo?

Velocidade

- Uma relação entre espaço e tempo;

$$Vm = \frac{Espaço(S)}{Tempo(t)}$$

Velocidade

- Depende do observador;



Velocidade

- Medida em quilômetros por hora, metros por segundo



Velocidade

- Quais são as coisas mais rápidas que conhecemos?

Algumas velocidades

- Bugatti Veyron 16.4 Super Sport: 431 km/h



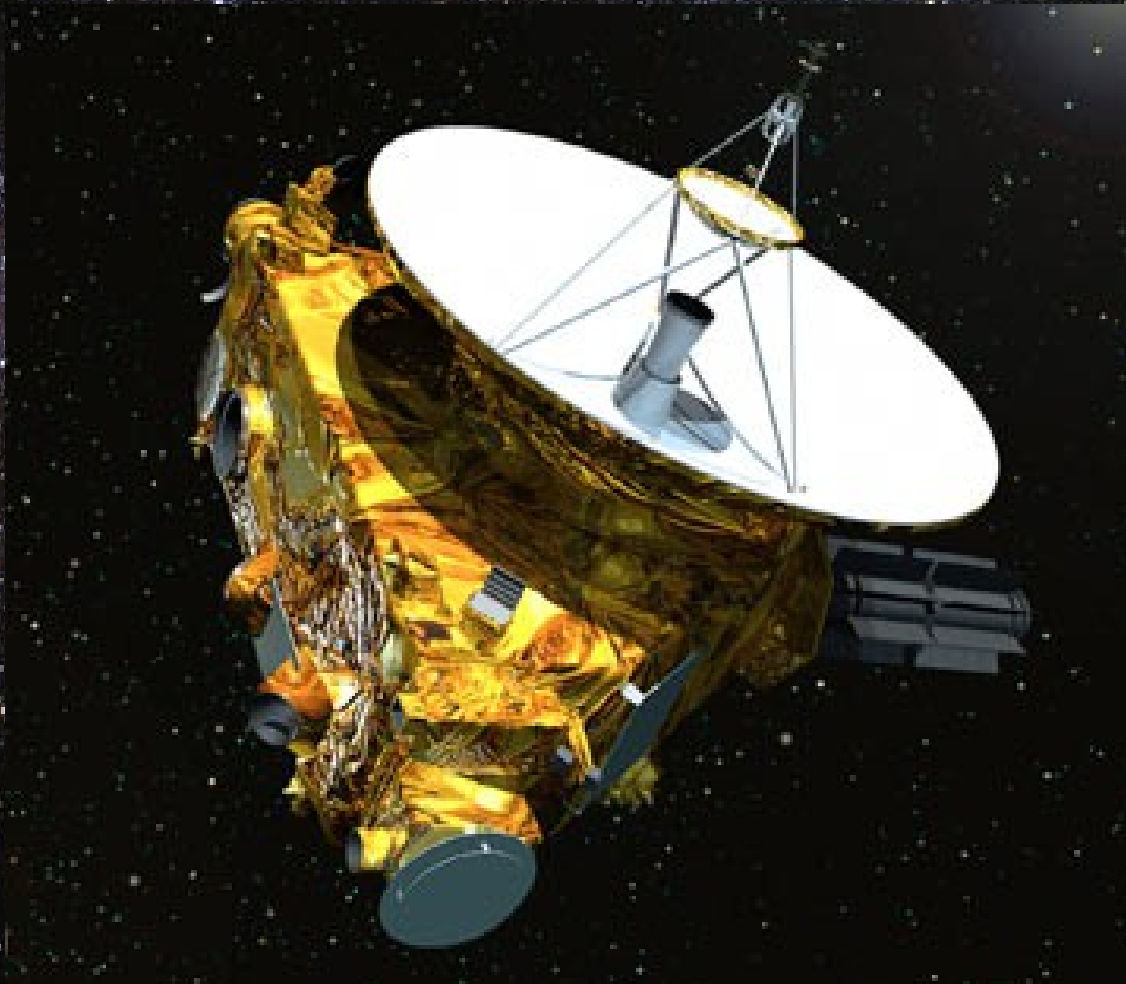
Algumas velocidades

- Velocidade do som no ar: 1234,8 km/h



Algumas velocidades

- Sonda New Horizons: 45.000 km/h



Algumas velocidades

Luz no vácuo: 1.079.252.848 km/h



Faça-se a luz!

- Segundo as leis que regem a luz, todos deveriam observar a mesma velocidade para a luz no vácuo.



Faça-se a luz!

- Experimentos foram feitos para resolver esse problema, mas todos falharam.

Faça-se a luz!

- Como resolver o impasse da luz?



Uma relação entre espaço e tempo

- Podemos mudar o que sabemos sobre espaço e tempo;



Uma relação entre espaço e tempo

- Duas medições de espaço e de tempo feitas por pessoas em diferentes movimentos serão diferentes;

Uma relação entre espaço e tempo

- Porém, existe algo em que todos concordam



#XboxE3 

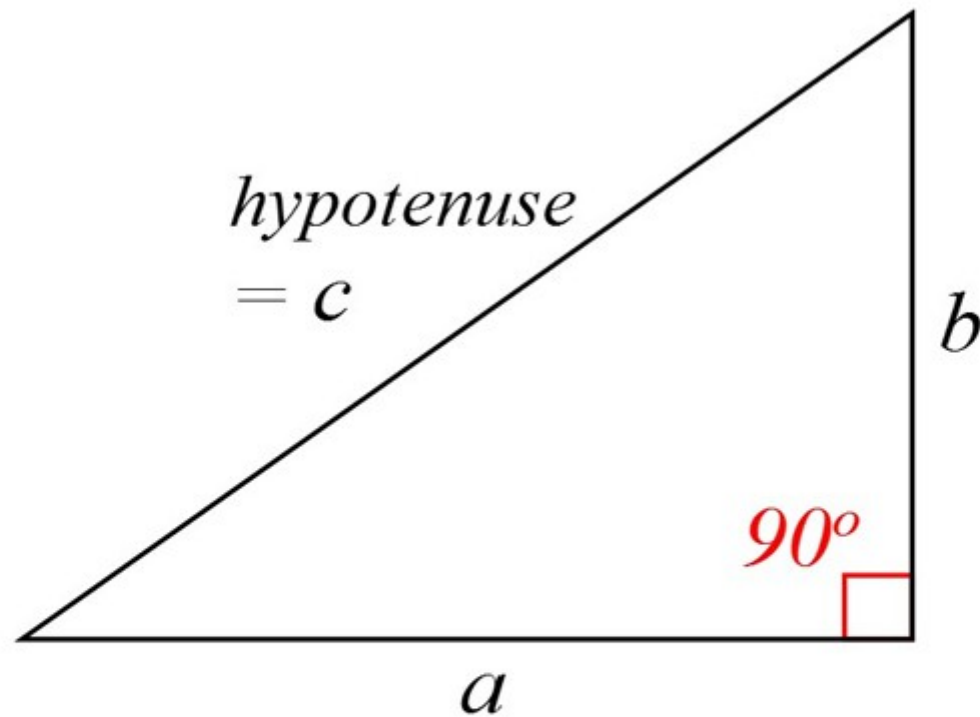
You're breathtaking



Finalmente, espaço-tempo!

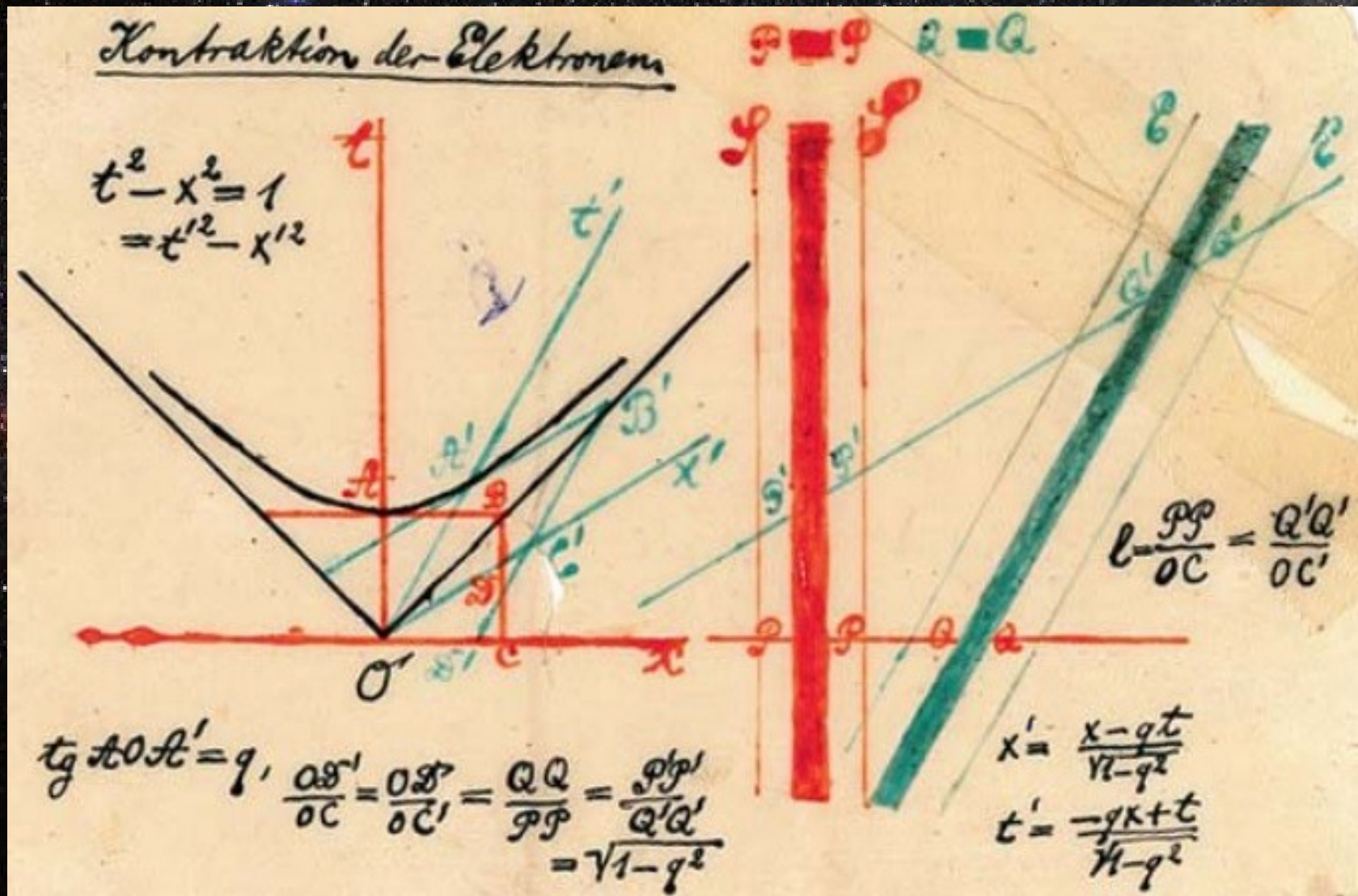
- Todos concordam sobre uma medida feita no espaço-tempo, que é uma junção das medições para espaço e para tempo;

Antes, algo familiar...

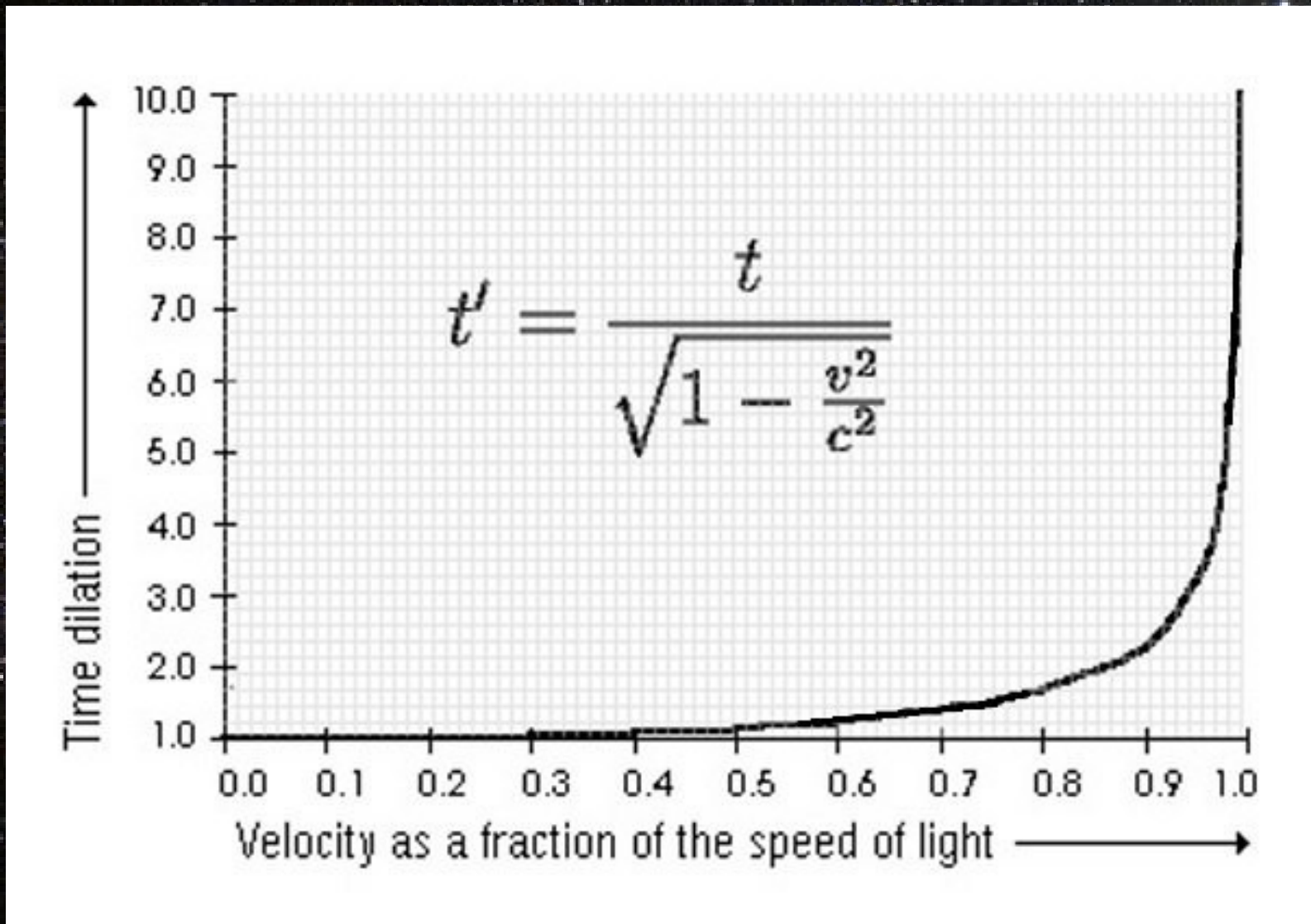


$$c^2 = a^2 + b^2$$

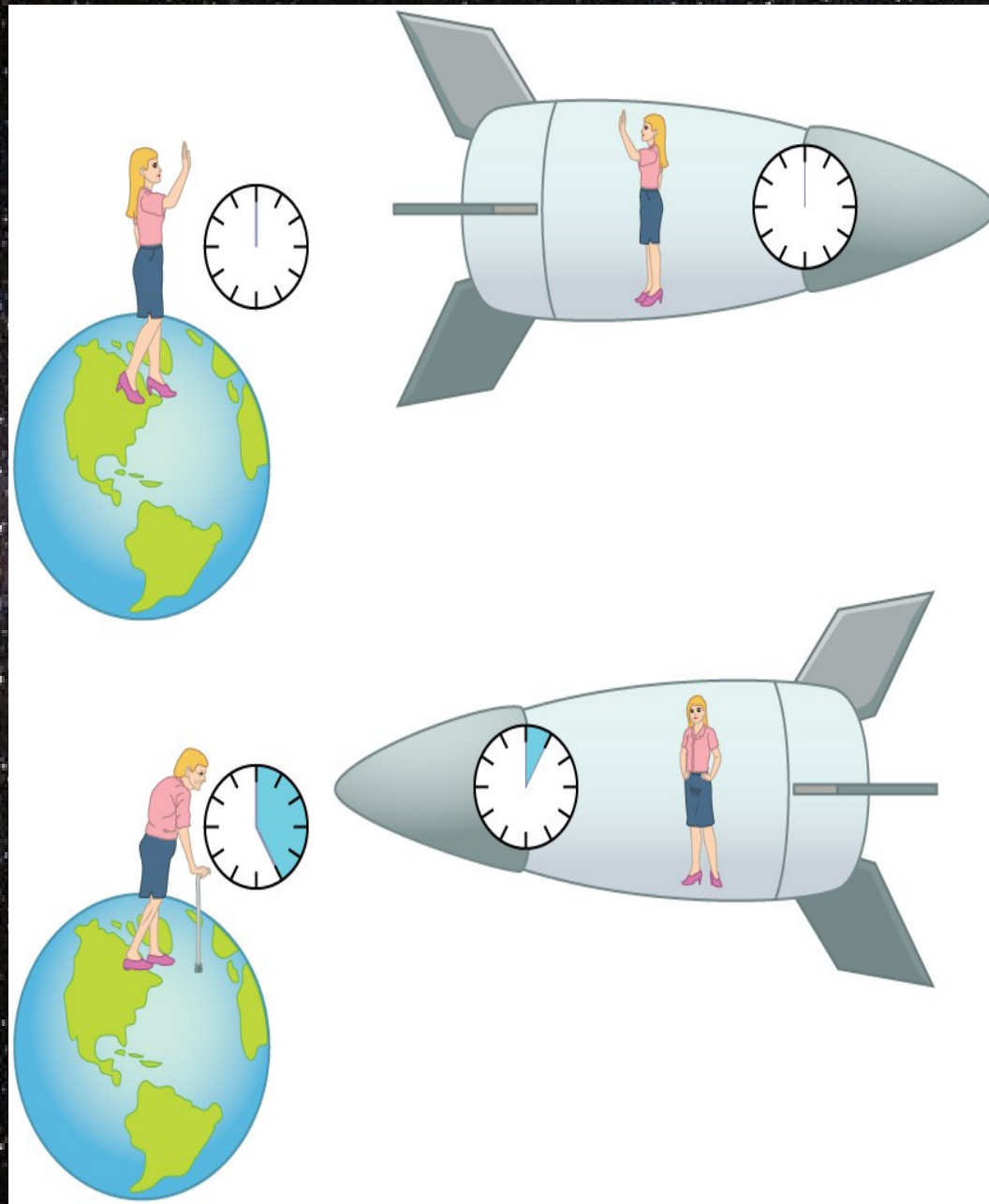
Algo não tão familiar...



Dilatação temporal

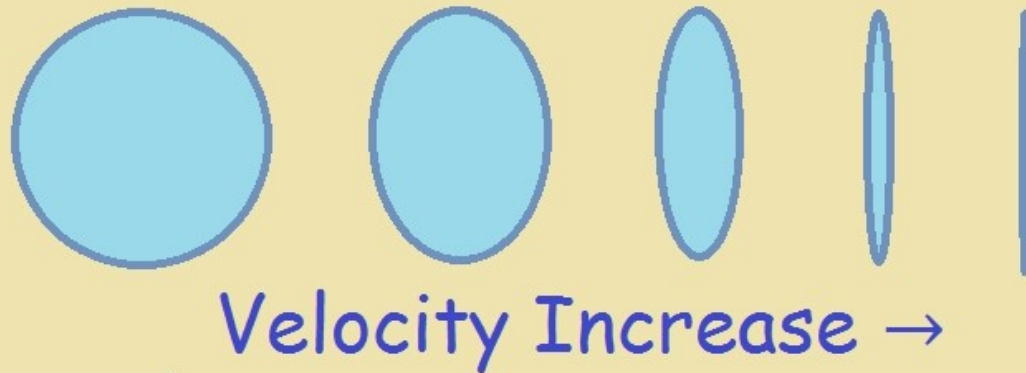


Dilatação temporal



Contração espacial

Length Contraction



$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Para saber mais

- <https://www.youtube.com/watch?v=1rLWVZVWfdY&>

(Intro to special relativity course, tem legendas em português)

Referências

- **The fabric of the cosmos: Brian Greene**
- **Black Holes and Time Warps: Kip Thorne**
- **D'Inverno: Introduction to Relativity**
- **<https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2017/01/28/ask-ethan-what-is-spacetime/#66ab2b8e50bd>**
- **(essas foram as principais, tiveram outras mais espalhadas pelo caminho)**

Obrigado!

