



DISCIPLINA: FÍSICA MODERNA	PROFESSOR(A): DIÂNGELO C. GONÇALVES	BIMESTRE 4º	VERIFICAÇÃO ATIVIDADE
DATA: ____ / 10 / 2017			
ALUNO (A): _____ Nº: _____		SÉRIE/ANO: 3º	TURMA(S): A, B, C, D, E, F, G e H

RELATIVIDADE

Na segunda metade do século XIX duas importantes teorias físicas se sobressaíam: a Mecânica Newtoniana e o Eletromagnetismo de Maxwell. De fato, os conhecimentos e os avanços que estas teorias proporcionaram foram enormes! Provocaram profundas mudanças, inclusive filosóficas, em toda a humanidade.

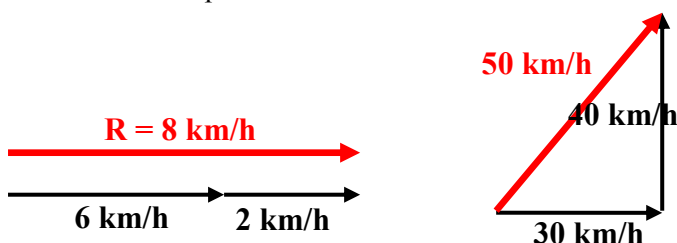
Particularmente, a **luz**, tão importante pela visão humana, está em movimento, o que é descrito pela Mecânica, e trata-se de uma onda eletromagnética, descrita no Eletromagnetismo. Sua **velocidade** é motivo de especulações filosóficas desde a antiguidade, da Grécia a outras culturas.

Pelo que se tem registro, sua primeira medida ocorreu em 1676 por Romer (1644-1710). Fazendo observações sobre a lua Io, de Júpiter, ele previu um eclipse que ocorreu com um atraso de 17 minutos. De forma muito perspicaz, ele concluiu que o atraso em relação à sua previsão se devia à diferença de distância entre os astros – Terra e Io – na época em que fez os cálculos e no dia do eclipse e **devido à velocidade da luz ser grande, mas finita**. Não infinita como chegou-se a acreditar!

Huygens (1629-1695) e Newton também pesquisaram a luz, suas propriedades e, claro, velocidade. Mas foi o inglês Bradley (1693-1762) quem deu mais um passo decisivo no seu cálculo. Ele e um amigo desejavam medir a *paralaxe*, ou deslocamento de uma estrela no céu. Segundo o historiador Isaac Asimov, Bradley, passeando de navio e notando o balançar da bandeira do mastro, compreendeu a composição entre a velocidade da luz e a velocidade da Terra. Pasmem, pois se hoje conhecemos seu valor enorme, ele levou em conta a distância entre a objetiva e a ocular de um telescópio e o tempo que a luz gasta neste diminuto trajeto! E calculou a velocidade da luz em 295.000 km/s no ano de 1728! Erro de 2% apenas! É atribuído a ele, também, a introdução do conceito de ano-luz.

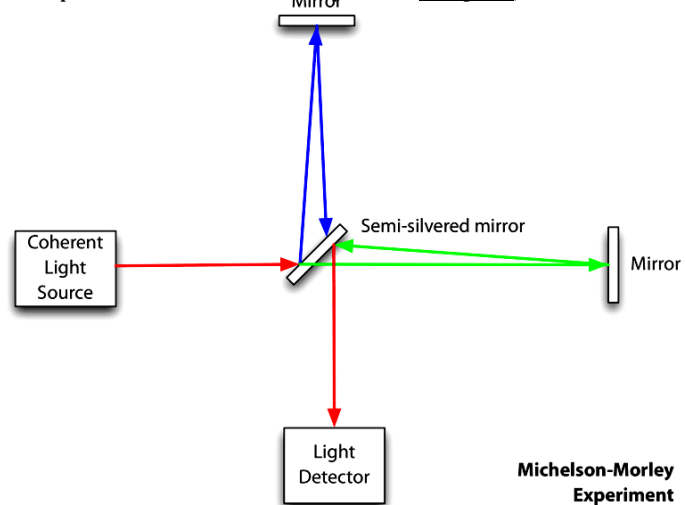
Posteriormente, Fizeau (1819-1896) em 1849, Foucault (1819-1868) – o do pêndulo – e sucessivas melhorias nas medições até os atuais $c = 3.10^8$ m/s.

E, com esta velocidade “enorme”, vários cientistas decidiram medir **composições de velocidade**. Grosso modo, era de se esperar que a velocidade da luz *se somasse* ou *se subtraísse* como qualquer operação vetorial. Por exemplo:



Uma velocidade grande o suficiente para conseguir ser medida ao *se somar* com a luz seria a da Terra. No famoso experimento de Michelson e Morley eles tentaram medir a diferença entre a velocidade da luz na direção do movimento da Terra e perpendicular a ele, sem nada encontrar.

Experiência de Michelson-Morley. Fonte: [Wikipedia](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Michelson-Morley), 15/09/2008.



Nesta época havia a Teoria do Éter, uma espécie de *fluido invisível*, sem densidade e *onipresente*, em relação ao qual também se tentava medir a velocidade da luz. E um adepto desta teoria foi Lorentz (1853-1928), que deixou as suas chamadas Transformações de 1904 e interpretações como *mudança do tempo*, bases da Relatividade Restrita de Einstein publicada pela primeira vez em 1905.

Considerando a **invariância** da velocidade da luz em todos os experimentos até então, fugindo da Teoria estranha do Éter e tendo o brilhantismo de ousar pensar o que ninguém pensara, Einstein propôs os dois **Postulados** que podem ser escritos da seguinte forma:

- **As leis da Física são equivalentes em qualquer referencial inercial.**
- **A velocidade da luz c tem o mesmo valor em qualquer referencial inercial.**

Ao postular que a velocidade da luz era constante e partindo das transformações de Lorentz, Einstein chegou à conclusão que fugiam completamente do chamado *senso comum*. Daí a dificuldade dos que o precederam em aceitar as previsões – hoje mais que confirmadas – que a Relatividade fazia.

Para começar, ela derruba a idéia de *espaço* e *tempo* imutáveis e constantes. O comprimento passa a ser uma grandeza que depende do observador, bem como o

tempo não passa mais do mesmo jeito, igualzinho, em qualquer circunstância! Massa e Energia se tornam grandezas intercambiáveis! E a Física nunca mais foi a mesma!

Fator de Lorentz:

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

O termo “ v^2 ” se refere à velocidade do corpo. Note que, se $v \ll c$, os chamados *efeitos relativísticos* serão insignificantes, que é o que ocorre a maior parte das vezes.

Dilatação do tempo:

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_o$$

Onde:

Δt é o intervalo de tempo para alguém *parado* vendo outra pessoa se mover e Δt_o o tempo medido por quem estava *se movendo*.

Contração do Espaço:

$$L = \frac{L_o}{\gamma}$$

Onde:

L é o comprimento de um objeto medido por alguém *em movimento* em relação a ele e L_o o comprimento do mesmo objeto medido em repouso.

Massa Relativística:

$$m = \gamma \cdot m_o$$

Onde:

m é a massa de uma partícula que se move à velocidade v e m_o sua chamada *massa de repouso*.

Energia de Repouso e Equivalência Massa-Energia:

$$E = m_o c^2$$
, fórmula mais famosa da Física!

EXERCÍCIOS

01 – Vamos fazer a suposição de que uma nave espacial possa viajar com 80% da velocidade da luz. Sendo os tempos de aceleração e de desaceleração desprezíveis, qual será o tempo medido na Terra se os astronautas a bordo medirem o tempo de 6 horas?

02 – Se aquecermos uma porção de macarrão, ao fazermos com que ela absorva uma quantidade de calor de 180 kJ, em quanto a sua massa irá aumentar? Utilize: $c = 3 \times 10^8$ m/s.

03 – Uma espaçonave de ficção científica viaja com velocidade igual a 60% da velocidade da luz. Desprezando os tempos de aceleração e de desaceleração da espaçonave durante uma viagem, de ida e volta, em um total de 8 anos, medidos por uma astronauta a bordo da nave, calcule o tempo decorrido para a gêmea da astronauta que permaneceu na Terra.

04 – Uma partícula desloca-se a $2,994 \times 10^8$ m/s. Uma distância de 9.000 m em relação à Terra, quando percorrido pela partícula, vale para esta partícula, aproximadamente?

05 – Uma partícula, de massa de repouso igual a 10,00 mg, move-se com a velocidade $v = 0,30c$, em que c é a velocidade da luz no vácuo. Determine sua massa nessa velocidade.

06 – José e Pedro são irmãos gêmeos. Há 25 anos, José partiu para uma missão espacial a bordo de uma nave, viajando a uma velocidade de 200000 km/s ($2,0 \times 10^8$ m/s). Quando retornou à Terra, encontrou Pedro com 85 anos de idade. Qual a idade real de José ao retornar à Terra? Dado: $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

07 – Num acelerador de partícula, elétrons lançados com velocidade $v = 2,9 \times 10^8$ m/s percorrem um tubo de 3,2 km de comprimento. Qual é o comprimento desse tubo para os elétrons?