

O VIAJANTE INTERESTELAR, O CRIADOR E A CRIAÇÃO: UM TRATAMENTO CORPUSCULAR PARA A LUZ

*Gilson Francisco de Lima*¹

RESUMO: O presente artigo discute se, quando a correção relativística do tempo é calculada considerando o ângulo de incidência das partículas que compõem um feixe de luz em relação à normal do detector, os resultados analíticos sugerem desdobramentos de fenômenos não explorados na teoria da Relatividade Especial, de Einstein. Observa-se que o tempo e a massa são curiosamente dependentes do ângulo de incidência θ . Quando θ tende ao limite de 0° , os resultados levam a consequências dramáticas, como: a contração e a dilatação do tempo, o elevado gradiente de energia, a expansão do universo e a criação de antimatéria².

PALAVRAS-CHAVE: Luz, expansão, energia.

ABSTRACT: This paper discusses whether the relativistic correction of the time is calculated considering the angle of incidence of the particles that make up a light beam on the normal of the detector, the analytical results suggest unfolding of phenomena not yet exploited in the theory of Special Relativity by Einstein. It is observed that the time and mass are remarkably dependent on the angle of incidence θ . When θ tends to limit the results of the 0° the results lead to tragic consequences such as: the contraction and dilation of the time; the high level of energy; the expansion of the universe; and the creation of antimatter

KEYWORDS: Light, expansion, energy.

1 Doutor em Física Aplicada à Medicina e à Biologia, pela Universidade de São Paulo (USP); professor de Física no IFMT – Campus Cuiabá. E-mail: gilsonfl@terra.com.br.

2 O autor agradece a Osame Kinouchi, Alexandre S. Martinês, Regina H. de A. Santos, Sérgio Roberto de Paula, Joaquim Roberto de Lima e Cláudio João Bernardi, pelo apoio em seus estudos.

OS FENÔMENOS DE DILATAÇÃO E DE CONTRAÇÃO DO TEMPO

Como exemplo didático dos conceitos que serão apresentados a seguir, imagine que seja possível uma partícula carregada, cuja taxa de absorção e/ou criação de massa seja igual à taxa de emissão, se movimentar pelo espaço interestelar em uma velocidade próxima à da luz. Irisson e João Gabriel são observadores espaciais e irmãos gêmeos. Antes de iniciar sua jornada exploratória, Irisson montou um observatório espacial em sua astronave para que pudesse ver a Terra quando assim o desejasse. João Gabriel também realizava observações espaciais, aqui na Terra. Irisson esteve viajando nessa missão espacial por 30 anos, em uma velocidade próxima à da luz. Todas as vezes que observou a Terra, viu sempre uma imagem muito parecida, como se estivesse congelada no tempo. Na viagem de volta, o viajante interestelar percebeu que o tempo passava mais rápido e reduziu significativamente sua velocidade. Mesmo assim, as informações levadas pela luz refletida na Terra foram recebidas em uma velocidade muito maior que a da luz. A imagem do seu irmão gêmeo envelheceu rapidamente e toda a paisagem terrestre se modificou bruscamente. Ao chegar, confirmou que, ao contrário do que havia observado ao longo de sua viagem espacial, João Gabriel também tinha envelhecido e que a ação predatória do próprio ser humano havia modificado toda a superfície terrestre. João Gabriel, que observava seu irmão aqui da Terra, não percebeu nenhuma mudança brusca na aparência de Irisson e nem na paisagem terrestre.

Inconformado com a ilusão que se criou em sua mente durante todo o tempo em que esteve fora, o viajante interestelar montou uma comissão com cientistas de todas as áreas do conhecimento para explicar cientificamente o ocorrido. Um pesquisador levantou algumas hipóteses antes de iniciar os testes experimentais das explicações que pretendia apresentar e, realizando experimentos imaginários, conduziu que:

- a) se todas as informações chegam ao observador através da luz (velocidade c) e ele se movimenta na mesma direção e sentido,

com a mesma velocidade, as informações novas não o alcançam. Nestas condições, o viajante verá uma imagem sempre muito parecida, como se o tempo estivesse parado, e deu a este fenômeno o nome de *dilatação do tempo*.

- b)** na viagem de volta, o viajante vai de encontro a todas as informações que antes não o alcançavam e sua velocidade de aproximação, com a luz refletida ou emitida nos eventos passados, será maior que c . O tempo, para ele, passará muito mais rápido e por isso este fenômeno foi denominado de *contração do tempo*. A explosão de duas bombas nucleares simultaneamente é uma situação onde a contração do tempo pode ocorrer.

PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA O TRATAMENTO CORPUSCULAR DA LUZ

Consideremos a teoria da Relatividade Especial (EISBERG e RESNICK, 1968) e os postulados abaixo:

1º. A luz é uma onda eletromagnética produzida pelo movimento de pequenos pacotes de partículas carregadas, que vamos denominar de fótons-elétrons;

2º. A velocidade resultante de um feixe de fótons-elétrons é menor ou igual à da onda eletromagnética e depende das propriedades elétricas e magnéticas do meio de propagação;

3º. Somente uma partícula carregada, cuja taxa de absorção e/ou de criação de massa seja igual à de emissão, poderá atingir a velocidade da luz. A conservação da energia ocorre somente nos processos de transformação, não de criação. De outra forma, o universo não estaria em expansão. No entanto, para uma partícula se deslocar como um feixe de luz, é necessário que a sua energia se conserve. A equação que descreve a relação entre massa e energia para este sistema depende da diferença entre a energia absorvida ou criada E_c e a energia emitida ou destruída (antimatéria) E_o

$$E + \Delta E = mc^2$$

onde ΔE é a variação de energia da partícula, seja por criação, absorção, emissão ou perda de massa.

Se $\Delta E = E_c - E_e = 0$, a energia do sistema se conserva e vale a relação $E = mc^2$.

Se $\Delta E \neq 0$, é impossível para a partícula atingir a velocidade da luz porque sua massa tende para o infinito.

Existem dois tipos de absorção: a estável e a instável. Na absorção estável, a partícula carregada é aprisionada pela matéria e fica neutra. Na absorção instável, as partículas carregadas incidentes são desaceleradas e incorporadas pela estrutura de outra partícula carregada, mudando seu estado de energia. Estas partículas incidentes são novamente aceleradas como em um acelerador de partículas, pela variação do campo elétrico, orientadas pelo campo magnético resultante no meio. Quando atinge a velocidade da luz no meio (de escape), a partícula aceleradora emite novamente as partículas incidentes e retorna ao estado de energia anterior.

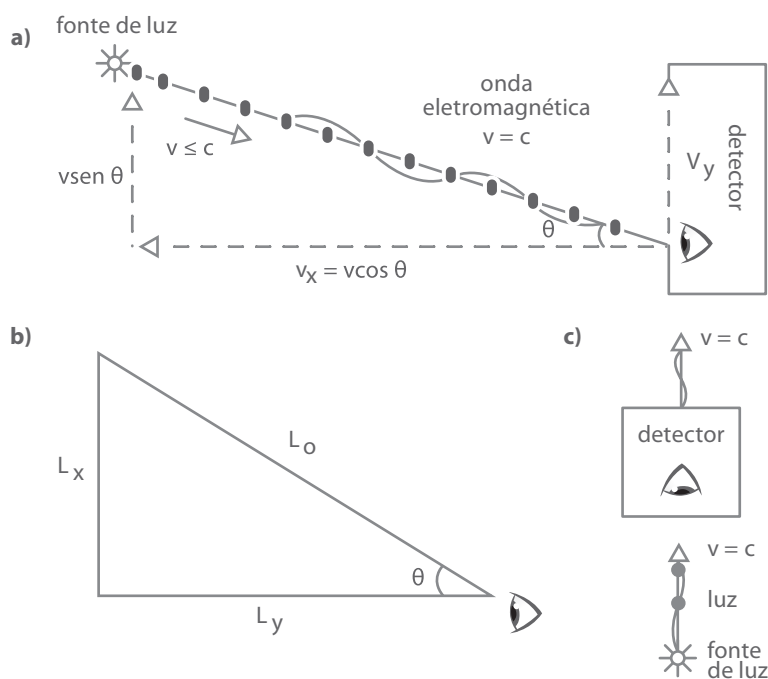
O efeito fotoelétrico é um bom exemplo de como o tratamento corpuscular para o deslocamento da luz pode produzir resultados interessantes e até intrigantes. As consequências destes postulados são surpreendentes tanto em relação à teoria da Relatividade Especial quanto para a Mecânica Quântica. Embora os resultados experimentais comprovem a existência de uma onda eletromagnética associada ao movimento da luz, eles se justificam pelo fato de, até o presente momento, nenhum experimento ter detectado o movimento de uma onda eletromagnética sem uma partícula carregada oscilando ou se deslocando. Além disso, as limitações impostas pela teoria ondulatória são questionáveis, do ponto de vista conceitual e tecnológico.

Como evidência experimental da existência dos fótons-elétrons, considere os Muons que, ao entrarem na atmosfera terrestre, se decompõem em partículas menores. O fato de o elétron, no estado excitado, emitir luz antes de retornar para um estado de menor energia deixa evidente que ele pode se decompor em partículas menores, até porque sabe-se que a luz contém massa. Nesta abordagem corpuscular da luz, o elétron é compreendido como a configuração mais estável destas partículas carregadas que produzem as ondas eletromagnéticas (luz).

DILATAÇÃO DO TEMPO

Ao analisar a aproximação de uma partícula com velocidade v , o observador no detector recebe primeiro a luz refletida por ela. No deslocamento de um feixe de luz, a situação é análoga, porém quem se movimenta são pequenos pacotes de partículas carregadas produzindo uma onda eletromagnética. O detector (ver Figura 1a) projeta a posição dos fótons-elétrons em linha reta, na direção da velocidade resultante. Se imaginarmos uma direção normal a um detector de luz, perceberemos que o ângulo de incidência do feixe de luz pode variar de $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$.

Figura 1. Os Pequenos Pacotes de Fótons-Elétrons São a Fonte das Ondas Eletromagnéticas



- a)** O detector recebe primeiro a onda eletromagnética produzida pelo movimento dos fótons-elétrons refletidos ou criados. A velocidade v dos fótons-elétrons forma um ângulo de $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ em relação à normal do detector.
- b)** Relacionando a projeção das componentes da velocidade dos fótons-elétrons com o caminho percorrido pela onda eletromagnética (luz), vemos que forma um triângulo retângulo.
- c)** O tempo não existe quando um detector se desloca na velocidade da luz, na mesma direção e sentido do sinal luminoso de interesse. A luz com as novas informações não mais o alcança.

A relação entre o intervalo de tempo que um feixe de luz e de fótons-elétrons leva para sair da fonte e ir até o detector pode ser determinada a partir da Figura 1a e b, que representa o percurso quando visto por um observador no detector. Neste sistema de referência, o tempo relativístico pode ser determinado, considerando que:

- a)** a luz percorre até o detector uma distância de:

$$L_o = c\Delta t \quad (1)$$

- b)** até colidirem com o detector, os fótons-elétrons percorrem uma distância igual à da luz, dada por:

$$L_p = \sqrt{L_x^2 + L_y^2}, \quad (2)$$

onde L_x e L_y são as componentes da velocidade dos fótons-elétrons em um sistema bidimensional.

- c)** No instante da colisão com o detector, a distância percorrida pelos fótons-elétrons é igual à distância percorrida pela luz refletida por eles

$$\begin{aligned} L_o &= L_p. \\ (c\Delta t)^2 &= (\Delta t v \cos \theta)^2 + L_y^2 \\ (c^2 - v^2 \cos^2 \theta) \Delta t^2 &= L_y^2 \\ \Delta t^2 &= \frac{L_y^2}{c^2 (1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta)} \\ \Delta t &= \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta}} \quad (3). \end{aligned}$$

O btivemos que o tempo relativístico depende tanto da velocidade v dos fótons-elétrons quanto do ângulo entre a direção de movimento e a normal do detector. Como o observador vê apenas a luz refletida pelos fótons-elétrons, o intervalo de tempo transcorrido entre a emissão do feixe e a incidência no detector é de $\Delta t_o = \frac{L_y}{c}$. O tempo próprio Δt_0 é sempre menor que o tempo Δt medido em qualquer outro sistema de referência.

Quando $\theta = 0^\circ$, a correção relativística para o tempo reduz-se ao valor obtido pelo cientista Albert Einstein na teoria da Relatividade Especial,

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} .$$

A indeterminação do tempo, quando $v = c$ e $\theta = 0^\circ$, significa que o tempo deixa de existir para um viajante se deslocando junto com a partícula carregada (Figura 1 c).

A CONTRAÇÃO DO COMPRIMENTO PARA REFERENCIAIS INERCIAIS

O comprimento de um objeto na velocidade da luz passa a depender do ângulo de observação:

$$L = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta}} c \quad (4)$$

Se $\theta = 0^\circ$ e $v = c$, o observador perde a noção de espaço e o objeto desaparece.

A CONTRAÇÃO DO TEMPO CLÁSSICO

Considere a situação em que o detector e os fótons-elétrons se deslocam na mesma direção e em sentidos opostos, no espaço unidimensional, com a mesma velocidade v . O objetivo é desenvolver uma intuição sobre o que poderá acontecer com a noção de tempo de um viajante espacial se deslocando em uma velocidade próxima à da luz, em rota de colisão com o sinal luminoso da região de seu interesse. O tempo de colisão medido classicamente pode ser obtido a partir das funções horárias do movimento,

$$\begin{aligned} L_D &= 0 + v t \\ L_F &= S_0 - v t \end{aligned}$$

onde L_D e L_F descrevem as posições do detector e dos fótons-elétrons, respectivamente. S_0 é a posição inicial em relação ao sistema de referência adotado.

No instante do choque entre o detector e os fótons-elétrons do feixe de luz, os viajantes estarão na mesma posição,

$$\begin{aligned} v \cdot t &= S_0 - v t \\ t &= \frac{S_0}{2v} \end{aligned} \quad (5)$$

Onde t é o tempo clássico e $2v$ é a velocidade de aproximação. O resultado mostra que nesta configuração, medindo classicamente, o viajante veria o tempo passar duas vezes mais rápido.

OS FÓTONS-ELÉTRONS E A MASSA DE REPOUSO

A massa relativística m dos fótons-elétrons é uma função do ângulo de incidência em relação à normal do detector ou observador (Figura 1 a).

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta}} \quad (6)$$

A indeterminação da massa, quando o ângulo de colisão dos fótons-elétrons com a normal do detector de luz é de $\theta = 0^\circ$ e $v = c$, indica que, neste caso, toda a massa de repouso é convertida em massa relativística. A quantidade de calor liberada é porque a luz se transforma em antimatéria.

Quando o ângulo de colisão for menor, $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$, parte da massa relativística transportada em um feixe de luz é transformada em massa de repouso m_0 .

$$m_0 = m \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta} \quad (7)$$

A EXPANSÃO DO UNIVERSO

Einsten mostrou, pelo princípio da conservação, que a energia de repouso E_o da partícula carregada é c^2 multiplicado por sua massa de repouso m_o :

$$E_o = m_o c^2 .$$

A energia relativística total E de uma partícula carregada, cuja taxa de emissão é igual à de absorção, é c^2 multiplicado por sua massa relativística m e é dada por:

$$E = mc^2 = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta}} c^2 , \quad (8)$$

onde a variação de energia dos fótons-elétrons, ao serem desacelerados na colisão, provoca um aumento na massa de repouso, que depende do ângulo de incidência dos fótons-elétrons em relação à normal do detector:

$$\Delta m = \frac{E - E_o}{c^2} = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 \cos^2 \theta}} - 1 \right) m_o , \quad (9)$$

E é a energia relativística, E_o é a energia de repouso, Δm é o aumento de massa devido à variação de energia dos fótons-elétrons

Uma partícula, ao colidir com um detector formando um ângulo θ , produz uma quantidade de massa Δm , diretamente proporcional à diferença entre a energia de repouso e a energia relativística dos fótons-elétrons. Portanto, a luz tanto transporta massa quanto produz e pode destruir. Como exemplo de antimatéria, considere o sol do meio-dia incidindo na direção normal de um corpo; o calor produzido é muito maior que o produzido pelo sol da tarde e, com maior probabilidade, poderá ocasionar câncer de pele. No entanto, o sol emite os mesmos tipos de raios o tempo todo, o que muda é somente o ângulo de incidência.

A EVOLUÇÃO DA MASSA CRIADA

No deslocamento com velocidade próxima à da luz, o movimento demanda um consumo de energia menor que a produzida. O resultado é a criação de massa e energia quando estas partículas são desaceleradas. Para velocidades relativamente baixas, continuam valendo as leis de conservação de massa e energia, porque os efeitos relativísticos são desprezíveis e o consumo de energia é maior que a energia produzida. Os resultados analíticos apresentados aqui indicam que as colisões frontais contribuem para manter ou elevar a temperatura de equilíbrio do local e as laterais, para o aumento de massa.

Como consequência, a degradação do meio ambiente, a diminuição da cobertura verde da Terra, a posição deste planeta em relação ao sol e a mudança na concentração de gases na camada atmosférica podem aumentar a incidência de luz na direção normal da Terra e elevar significativamente a temperatura do globo terrestre.

Para combater o aquecimento global, além de reflorestar e/ou preservar as florestas existentes, é preciso diminuir a emissão de gases tóxicos, pois eles mudam o índice de refração do meio e provocam um desvio do feixe de fótons-elétrons em direção à normal. É importante desenvolver tecnologias para a construção civil que simulem a ação da água ou da vegetação verde na interação com a luz e vincular a aprovação de projetos à diminuição da incidência de luz na Terra, em uma direção próxima da normal. O manejo ambiental precisa respeitar critérios técnicos que levem em consideração a preservação ou a recuperação do meio ambiente e seus recursos naturais, para que as condições de vida no planeta não venham a se tornar insustentáveis, em um futuro não muito distante. A degradação das condições ambientais que sustentam a atividade orgânica no planeta poderá inviabilizar a produção de alimentos em certas regiões. Os lucros aparentes com a degradação do meio ambiente se transformam em prejuízos irreversíveis quando se considera o aumento assustador da incidência e a prevalência de doenças relacionadas com as alterações climáticas.

Em velocidades muito próximas à da luz, a massa criada viaja por um mundo de paisagens abstratas, onde está sujeita às armadilhas produzidas por forças interatômicas ou interpartículas. As leis da natureza determinam o estabelecimento de ciclos, de tal forma que, quando um chega ao fim, inicia-se outro. Entre os seres vivos, é muito fácil identificar a existência destes ciclos, tanto em nível de pensamentos quanto de diferentes biomas. Como exemplo, considere o ciclo das estações do ano, o ciclo das águas, as trilhas dos animais na floresta, os ciclos de amigos e os pensamentos repetitivos (STANLEY e BULDYREV, 2001).

A flor de uma árvore frutífera passa por diversos ciclos até morrer e nascer o fruto. O fruto gera as sementes, que, depois de passarem por alguns ciclos, irão germinar e produzir novas flores com as características genéticas da flor que morreu. Desta forma, a vida se renova e evolui um pouco, a cada dia. Sem propósitos definidos, integrados por um propósito maior, todos os ciclos podem se transformar em armadilhas que aprisionam a matéria. Só em um ciclo é permitido caminhar livremente por toda a paisagem: aquele que inclui todos os sítios (LIMA, MARTINEZ e KINOUCHI, 2001). O grau de liberdade da massa criada depende da estrutura física e química do meio onde se encontra. Assume a forma do meio e, como uma célula-tronco, pode se transformar em qualquer tipo de material.

A expansão do universo deixa claro que existe um mecanismo de criação de massa e energia. No entanto, medir fisicamente a massa, no instante da criação, não é possível porque a presença de luz externa ao ambiente experimental cria variáveis que não podem ser controladas. No entanto, não se trata apenas de uma questão de fé, mas sim de o cientista ser capaz de utilizar um raciocínio lógico dedutivo para ler nas entrelinhas, da dinâmica de criação e de evolução da natureza. A simulação computacional poderá se revelar um ótimo meio para estudar este processo, porque, em um ambiente virtual, é possível controlar variáveis que no ambiente experimental não podem ser controladas.

REFERÊNCIAS

EISBERG R.; RESNICK R. *Física quântica*. Rio de Janeiro: Campus, 1968.

LIMA, G. F.; MARTINEZ, A. S.; KINOUCHI O. Deterministic walks in random media. *Physical Review Letters* - The American Physical Society, New York-USA, v. 87, n. 1, 2001. (Código de acesso: 010603.)

STANLEY, H. E.; BULDYREV, S. Statistical physics - The salesman and the tourist. *Nature*, London-England, n. 413, p. 373-374, 27 sep. 2001.