

**TESES  
DA FÍSICA CLASSICA  
E  
MODERNA**

**Leandro Bertoldo**



*Dedico este trabalho à minha amada esposa,  
Daisy Menezes, e à minha querida filha,  
Beatriz Maciel, as quais tornaram  
a minha vida plena de sentido.*

*Também dedico este trabalho aos meus queridos pais,  
José Bertoldo Sobrinho e Anita Leandro Bezerra,  
pela oportunidade de vida que me dedicaram  
com amor.*



*O erro não pode subsistir por si mesmo,  
e se extinguiria de pronto, não se apegasse como parasita à  
árvore da verdade.*

***Ellen Gould White***  
Escritora, conferencista, conselheira  
e educadora norte-americana.  
(1827-1915)



## **AO LEITOR**

Esta obra tem por objetivo apresentar ao público leitor algumas das teses científicas desenvolvidas pelo autor em sua juventude e também introduzir novas idéias no campo das ciências exatas.

A maioria das teses que foram reunidas neste volume representa uma pequena parcela das pesquisas científicas produzidas pelo autor entre os anos de 1978 a 1984. Sendo que os textos originais, praticamente, são os mesmos.

Neste volume o leitor encontrará teses abordando os mais diversos temas da Física Clássica e Moderna, tais como Relatividade, Mecânica Quântica, Modelo Nuclear, Modelo Atômico, Eletrodinâmica, Geomagnetismo, Termodinâmica, Mecânica Clássica, Dinamismo, Cosmologia e Luminosidade.

As teses apresentadas nesta obra foram confeccionadas em texto simples, todavia preciso. Sendo que o autor teve o extremo cuidado de empregar uma linguagem técnica, clara e concisa, sempre procurando evitar que as idéias e os raciocínios expostos ficassem obscuros.

Na época em que escreveu suas teses, o autor tinha o propósito de analisar cuidadosamente cada assunto, interpretar cada resultado e ampliar cada um de seus artigos. Todavia, vários anos já se passaram desde a produção dessas teses, e agora o autor se vê extremamente ocupado com outras tantas atividades e não encontra tempo ou ânimo para dar a devida aten-

ção a essas coisas. E, como perdeu totalmente o interesse em dar cabo à sua intenção original, resolveu publicar suas idéias, na esperança de que uma pesquisa adicional seja realizada por outros mais perspicazes.

Por essa razão o autor será eternamente grato aos leitores que se disponham a apontar vícios e equívocos ocorridos no texto, ou então trazer por qualquer meio a sua contribuição crítica ou sugestões, as quais serão consideradas com o devido cuidado numa eventual reedição.

Do tedioso trabalho de digitação desincumbiu-se, com esmerado esforço e dedicação, Beatriz Maciel, a ela, o profundo agradecimento do autor.

Leandro Bertoldo



## SUMÁRIO

Prefácio

Mecânica Quântica Relativística Ondulatória

Dinâmica do Impacto

Elastinâmica

Síntese da Teoria do Dinamismo

Dinamismo e Força de Inércia

Conseqüências da Força de Inércia

Dinamismo e Força de Impacto

Geomagnetismo

Matéria e Radiação

Quantização da Massa

Distribuição de Energia

Intervalo Atômico

Modelo Atômico

Modelo Nuclear

Níveis Energéticos dos Núcleos

Energia de Ligação do Nêutron

Partons ou Méson

Fragmentação Elétrica

Equações para a Resistência Elétrica

Indução Eletromagnética

Resistência do Ar

Atrito Mecânico

Expansão do Universo

Velocidade das Galáxias

Teoria do Tempo Relativo

Depreciação Energética de um Sistema

Termodinâmica e Frequência

Transparência e Opacidade

Luminosidade  
Opticametria  
Índice e Nível de Frequência  
Bibliografia

## **TESE I**

# **MECÂNICA QUÂNTICA RELATIVÍSTICA ONDULATÓRIA**

### ***01. INTRODUÇÃO***

Em 1927, o grande físico inglês, Paul Dirac (1902-1984) desenvolveu uma teoria geral que se tornou conhecida por “Mecânica Quântica Relativística de Dirac”. Tal mecânica é uma combinação da “Teoria da Relatividade” de Albert Einstein (1879-1955) e da “Mecânica Quântica”, desenvolvida por volta de 1925 a 1926 por Werner Heisenberg (1901-1976), Erwin Schrödinger (1897-1961), Niels Bohr (1885-1962), Louis de Broglie (1892-1987) e outros.

A “Mecânica Quântica Relativística de Dirac” lida com corpúsculos que apresentam pequena massa e alta velocidade. Já a “Mecânica Quântica Relativística Ondulatória” desenvolvida e apresentada pelo autor no presente artigo relaciona os conceitos relativísticos com os conceitos ondulatórios dos corpúsculos. Assim, ela lida com a relatividade das ondas de matéria em relação à relatividade das partículas de matéria.

### ***02. POSTULADOS DE EINSTEIN***

A extraordinária “Teoria da Relatividade Especial” foi publicada em 1905 por Albert Einstein. Tal

teoria discute vários fenômenos físicos que envolvem sistemas de referência em movimento retilíneo e uniforme, em relação a qualquer outro referencial.

O primeiro postulado de Einstein é enunciado nos seguintes termos:

**I** - *As leis da Física são idênticas em sistemas de referência, em movimento retilíneo e uniforme, uns em relação aos outros.*

Portanto torna-se claro que não é possível determinar se um sistema está em repouso ou se desloca em movimento retilíneo e uniforme em relação a um sistema inercial de referência arbitrário.

O segundo postulado de Einstein é enunciado nos seguintes termos:

**II** - *A velocidade da luz é uma constante universal.*

Isto significa que a velocidade da luz sempre apresenta o mesmo valor para todo e qualquer observador situado em referencial inercial, não importando qual possa ser o movimento da fonte.

### **03. CONTRAÇÃO DO COMPRIMENTO**

O comprimento ( $\mathbf{L}$ ) de uma barra, medido no referencial ( $\mathbf{x}$ ), é menor que o comprimento ( $\mathbf{L}_0$ ) da mesma barra, medido no referencial ( $\mathbf{x}_0$ ), animado com uma velocidade ( $\mathbf{v}$ ) em relação ao referencial ( $\mathbf{x}$ ).

A equação de Einstein que exprime a contração do comprimento de um corpo em movimento é caracterizada por:

$$L = (\sqrt{1 - v^2/c^2}) \cdot L_0$$

#### **04. DILATAÇÃO DO TEMPO**

Os intervalos de tempos são afetados pela relatividade de Einstein. Se  $(\Delta t_0)$  consiste no intervalo de tempo medido em relação a um sistema de referência em repouso em relação a um referencial inercial e  $(\Delta t)$  é o intervalo de tempo, medido em um referencial que se desloca com velocidade  $(v)$  em relação ao referencial em repouso, segundo Einstein existe a seguinte relação:

$$\Delta t = \Delta t_0 / (\sqrt{1 - v^2/c^2})$$

#### **05. MASSA RELATIVISTICA**

Seja  $(m_0)$  a massa de repouso de um corpo. Massa medida em relação a um sistema de referência em repouso em relação a um referencial inercial, e seja  $(m)$  a massa do mesmo corpo, medida num referencial que se desloca com uma velocidade  $(v)$  em relação ao referencial em repouso. Logo, de acordo com Einstein, existe a seguinte relação:

$$\mathbf{m} = \mathbf{m}_0 / (\sqrt{1 - v^2/c^2})$$

## **06. ENERGIA RELATIVISTICA**

Uma das grandes conseqüências da Teoria da Relatividade Especial de Einstein é a descoberta de que massa é uma forma de energia.

Sendo que a conversão de matéria em energia é expressa pela seguinte equação de Einstein:

$$\mathbf{W} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{c}^2$$

Essa equação estabelece que a energia total (**W**) de um corpo caracterizado por uma massa (**m**) é igual o produto de sua massa pelo quadrado da velocidade da luz. Observe que (**W**) é a energia total do corpo para um observador que mediu a massa (**m**).

Entretanto se o corpo está em repouso relativamente ao observador, a massa do corpo é a chamada massa de repouso (**m<sub>0</sub>**). Nestas condições sua energia é expressa por:

$$\mathbf{W}_0 = \mathbf{m}_0 \cdot \mathbf{c}^2$$

Onde a letra (**W<sub>0</sub>**) representa a denomina “energia de repouso” do corpo.

Se ( $W$ ) caracteriza a energia total do corpo e ( $W_0$ ) caracteriza sua energia de repouso, decorre que a energia cinética ( $W_c$ ) será expressa por:

$$W_c = W - W_0$$

Ou seja:

$$W_c = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

Logo, considerando que:  $m = m_0 / (\sqrt{1 - v^2/c^2})$ , vem que:

$$W_c = m_0 \cdot c^2 \cdot \{ [1 / (\sqrt{1 - v^2/c^2})] - 1 \}$$

## **07. POSTULADO DE DE BROGLIE**

Em 1924, o jovem físico francês, Louis De Broglie postulou a inusitada hipótese da existência de ondas de matéria.

A hipótese de De Broglie era fundamentada no seguinte raciocínio:

1º) Que o Universo é inteiramente constituído por radiação e matéria;

2º) Que a natureza é altamente simétrica em muitos aspectos;

3º) Embora o fóton tenha características corpusculares ele está associado a uma onda que governa seu movimento;

4º) Então é razoável supor que uma partícula elementar como, por exemplo, o elétron, tem associa-

do a ela uma onda de matéria que governa seu movimento.

Para expressar a sua hipótese em termos matemáticos, De Broglie expressou o comprimento de onda ( $\lambda$ ) de uma partícula em função de sua quantidade de movimento ( $Q$ ).

A Física Clássica define a quantidade de movimento de um corpúsculo como sendo igual à sua massa em produto com a sua velocidade.

Simbolicamente, o referido enunciado é expresso por:

$$Q = m \cdot v$$

Sabe-se, pela Teoria da Relatividade, que a relação massa-energia é expressa por:

$$W = m \cdot c^2$$

Logo, a massa associada a uma partícula elementar na velocidade da luz é expressa por:

$$m = W/c^2$$

Então, pode-se escrever que:

$$Q = m \cdot v$$

Eliminando os termos em evidência, resulta que:



$$Q = m \cdot c$$

$$Q = W/c^2 \cdot c$$

Eliminando os termos evidência, resulta que:

$$Q = W/c$$

Porém, a Mecânica Quântica mostra que a energia é expressa por:

$$W = h \cdot f$$

Substituindo convenientemente as duas últimas expressões, obtém-se que:

$$Q = h \cdot f/c$$

Porém, como a velocidade de propagação de uma onda é expressa por:

$$c = \lambda \cdot f$$

Logo, substituindo convenientemente as duas últimas expressões resulta que:

$$Q = h \cdot f/\lambda \cdot f$$

Eliminando os termos em evidência, obtém-se que:

$$Q = h/\lambda$$

Assim, pode-se concluir que a quantidade de movimento de um corpúsculo é igual ao quociente da conhecida constante de Planck, inversa pelo comprimento de onda.

A referida expressão relaciona uma grandeza física de característica ondulatória ( $\lambda$ ) com uma grandeza física de característica de partícula ( $Q$ ) dentro de um processo quântico.

Evidentemente, a relação de De Broglie é compatível com a equação clássica que expressa a quantidade de movimento de um corpo como sendo igual à sua massa em produto com a sua velocidade.

Simbolicamente, o referido enunciado é expresso por:

$$Q = m \cdot v$$

Igualando convenientemente as duas últimas expressões, vem que:

$$m \cdot v = h/\lambda$$

## ***08. AS PARTÍCULAS ELEMENTARES E A VELOCIDADE***

A teoria da relatividade de Einstein prevê que a massa de uma partícula elementar é igual ao quocien-

te da energia e inversa pelo quadrado da velocidade da luz.

Simbolicamente, o referido enunciado é expresso pela seguinte relação:

$$\mathbf{m} = \mathbf{W}/c^2$$

Porém, a energia de um corpúsculo em movimento é expressa por:

$$\mathbf{W} = \mathbf{h} \cdot \mathbf{f}$$

Substituindo convenientemente as duas últimas expressões, vem que:

$$\mathbf{m} = \mathbf{h} \cdot \mathbf{f}/c^2$$

Logo, pode-se afirmar que a massa de um corpúsculo que se desloca com velocidade próxima à da luz é igual ao valor da famosa constante de Planck em produto com a frequência e inversa pelo quadrado da velocidade da luz.

Porém, o quociente entre a constante de Planck e o quadrado da velocidade da luz resulta em uma constante genérica.

Esse resultado permite escrever simbolicamente que:

$$\mathbf{k} = \mathbf{h}/c^2$$

Desse modo, substituindo convenientemente as duas últimas expressões, vem que:

$$\mathbf{m} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{f}$$

Ou seja:

$$\mathbf{k} = \mathbf{m}/\mathbf{f}$$

Ora! De acordo com Einstein a massa é uma grandeza relativística que varia com a velocidade em conformidade com a seguinte equação:

$$\mathbf{m} = \mathbf{m}_0/(\sqrt{1 - \mathbf{v}^2/\mathbf{c}^2})$$

Então, considerando a equação:

$$\mathbf{k} = \mathbf{m}/\mathbf{f}$$

Pode-se afirmar que:

*Quando uma partícula alcança uma velocidade próxima à da luz sua frequência obrigatoriamente tende a aumentar para poder manter a constante (k) invariável, visto que a massa aumenta conforme prevê a equação de Einstein.*

Logo, pode-se afirmar categoricamente que corpúsculos que se deslocam com velocidades relativísticas, apresentam grandezas ondulatórias variáveis; ou seja, apresentam o fenômeno denominado por “relativismo ondulatório”.