

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

## A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS CONCEITOS DE ENERGIA E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

**Patrick Luan Pacheco Ramos<sup>1</sup> Roberto Leon Ponczek<sup>2</sup>**

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, [luanuefs@hotmail.com](mailto:luanuefs@hotmail.com)
2. Roberto Leon Ponczek, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, [ponczek@ufba.br](mailto:ponczek@ufba.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, Quantidade de movimento, Vis viva, calor.

### INTRODUÇÃO

O ensino de física visto hoje no curso de física se resume a elaboração de formulas sem contextualizá-las com a história dos autores em questão, mostrando assim um desenvolvimento a parte não construtiva. Este trabalho visa uma abordagem especial na reconstrução da história, e de seus princípios, dos conceitos de energia e quantidade de movimento para um melhor entendimento desses conceitos fundamentais da Física. Além do mais abordaremos as construções das equações, vista hoje, de uma forma pré-newtoniana mostrando que estas duas grandezas se conservam em colisões e ambas ganhando *status* de grande importância na história da física, especialmente da mecânica.

As primeiras concepções acerca da origem do universo foram os mitos cosmogônicos como o Gênesis bíblico e o Enuma Elis babilônico que já descreviam o início do universo como obra de um ou vários deuses que ordenavam o caos inicial através de uma separação das coisas que logo em seguida passavam a existir ganhando um nome. A partir do séc. V a.C. na Grécia a mitologia foi sendo substituída por uma visão filosófica na qual o universo era construído a partir de um elemento primordial, o arché que poderia ser a água, segundo Thales, o ar segundo Anaxímenes ou o *apeyron* (indefinido em grego) segundo Anaximandro. Empédocles propunha a teoria dos 4 elementos primordiais, terra, ar, fogo e água que se transformavam, sob a ação de duas forças, Amor e Ódio, gerando tudo o que existe. Os atomistas sustentavam que a diversidade e a mutabilidade das coisas existentes no Universo poderia ser explicada através combinação de elementos imutáveis e indivisíveis, os chamados átomos e que tudo surge de uma (re)combinação atômica. É importante notar assim, que todas essas antigas concepções já continham em si o embrião da idéia de conservação de algo primordial que é indestrutível.

A partir do séc. XVII, com Kepler, Galileu e Newton, a matemática passou a ser considerada como a “linguagem do mundo” e os princípios de conservação da natureza deveriam também ser expressos nesta linguagem. Desta forma, a grandeza  $mv^2$ , de Leibniz, nomeada de *vis viva* e a quantidade de movimento de Descartes  $mv$ , passaram então a disputar entre si o status de “verdadeira medida do movimento de um corpo”. A questão foi, em sua época, motivo para grande discussão entre os cartesianos e os leibnizianos. Hoje sabemos que a *vis viva* é precursora de uma grandeza que se denomina de energia cinética, enquanto que a quantidade de movimento defendida por Descartes foi depois denominada de *momentum linear*, construindo ambas importantes grandezas da Física.

Tanto a energia como a quantidade de movimento ambas possuem vasta importância nos tempos passados como na contemporaneidade, onde a primeira possui aplicação em movimentos dos corpos, ou seja, o trabalho dos corpos, sendo o segundo possuindo aplicação em colisões entre corpos, assim com esta colisão pode – se determinar o impacto (Força) que os corpos colidem. Na antiguidade estas duas grandezas foram “rivais” tentando cada uma

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

conseguir o status de grandeza fundamental, assim tornando um grande passo para a evolução da física, ou seja, de algo que se conservasse, logo depois constituindo uma das mais importantes leis da física, o da conservação da energia e de momento.

### **Descartes**

No século XVI, surge um novo pensamento com René Descartes (1596 – 1650) onde deixaria a escolástica como coisa do passado. Descartes, filósofo e matemático, nasceu em La Haye sendo educado por jesuítas, além do mais tinha uma visão muito racionalista, ou seja, a razão absoluta desprovida de qualquer experiência sensorial.

Descartes acreditava em um Deísmo na qual Deus criaria a matéria e o seu movimento sem nenhuma interferência posterior. Além do mais no pensamento cartesiano existia o dualismo em relação ao pensamento e a matéria, ou seja para Descartes eram coisas separadas, distintas.

Descartes ao observar colisões entre corpos teve a idéia de medir com que impacto/força (Quantidade de movimento como chamaria mais tarde) os corpos colidiam. Como os corpos viam com certa velocidade e tinham um certa massa então ele expressou que a quantidade de movimento será a magnitude (massa) multiplicada pela a velocidade.

### **Leibniz**

No século XVII outro grande pensador surgira para confrontar o pensamento de Descartes, contrariando a expressão da quantidade de movimento cartesiano deduzindo sua própria lei que mediria a força que o corpo continha. Leibniz (1646 – 1716) matemático e filósofo nasceu em Leipzig teve uma grande contribuição para a matemática deduzindo, independentemente de Newton o que insinuaram – lhe plágios, o calculo integral – diferencial.

Tanto Descartes como Leibniz acreditavam em uma força imanente, ou seja, algo que lhe é interior, mas Leibniz criou um estilo de pensamento próprio onde que além de introduzir idéias metafísicas deveria ser introduzido também a vontade o esforço e a alma. Sendo assim Leibniz criou a teoria da mônadas, onde se tinha uma espécie de “átomo” que unia tanto a matéria com o pensamento o que para Descartes eram coisas distintas. Para Leibniz não existia dualidade entre a matéria e o espírito.

A partir deste pensamento Leibniz procurou, assim como Descartes, a verdadeira medida do movimento, como chamaria mais tarde de Vis Viva, assim chamada, pois ainda tinha influências Aristotélicas. Para chegar tal objetivo Leibniz primeiramente relata sobre o principio da balança estática onde ele exemplifica que se tivermos um corpo de massa quatro vezes do que outro e este último a uma altura de quatro vezes maior que o primeiro ambos ao chegar ao solo teriam a mesma vis viva. Isso seria possível, pois ao colocarmos estes corpos na balança estática de modo que fiquem equilibrados e girando – os tanto em sentido horário ou anti-horário em relação ao seu eixo de equilíbrio ficariam também em equilíbrio.

Leibniz já conhecia neste momento o experimento de Galileo – Torricelli, que afirmava que a velocidade final dos corpos em queda livre era proporcional ao quadrado da velocidade.

Então, segundo Leibniz, a vis viva seria a massa multiplicada pelo quadrado da velocidade e não pela velocidade apenas segundo Descartes.

Em 1629, surge para dar força às idéias de Leibniz, Christiaan Huygens (1629 – 1695). Matemático e filósofo holandês que era conhecido por muitos como o sucessor de

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Galileo. Em observações entre colisões de corpos duros a soma das *vis vivas* permanece antes e depois da colisão. Contudo a *vis viva* de Leibniz deixa apenas de ser uma mera grandeza que mede a força de um corpo, pois a mesma se conserva em um movimento, ganhando assim um status de grandeza fundamental.

A força tanto para Descartes como para Leibniz era imanente, ou seja, algo que está dentro do corpo, isso se prolongou a Newton até pouco antes de publicar os *Principia*, onde após muitos anos lutando também contra as suas raízes aristotélicas, constituiu suas três leis básicas do movimento, propondo que a força era algo extrínseco, ou seja, algo que vinha de fora, da vizinhança do corpo.

O termo “energia cinética”, introduzida no século XIX por Lord Kelvin, veio substituir a *vis viva* de Leibniz que ainda se encontrava impregnada com o aristotelismo. A energia deriva do grego “*Energeia*” que significa “em movimento, funcionamento”.

As descobertas de Leibniz e Huygens foram idéias embrionárias para uma das mais importantes leis da física e do universo: da conservação da energia. Com isso foi ampliada em meados século XIX a partir do Conde Rumford que ao perfurar bocas de canhão percebeu que o calor produzido pela fricção das brocas fervia toda a água usada para o resfriamento, assim ele incluiu o calor como uma forma de energia. Antes o calor era conhecido pelos pensadores daquela época como uma sustância que passava dos copos quentes aos frios, chamada de calórico. Só então foi considerada uma forma de energia desorganizada que provia das fricções das brocas do canhão. A partir destas descobertas o calor foi introduzido nas equações que regem o principio de conservação da energia, assim unificando-os e tornando-se a conservação da energia umas das mais importantes equações da termodinâmica (1ª. lei).

Alem disso, através das leis básicas de Newton encontrou-se uma expressão para o trabalho e para o impulso, na qual o primeiro seria a ação da força no espaço (e isso seria igual á energia cinética) enquanto o segundo a ação da força no tempo (sendo igual a variação da quantidade de movimento). No século XX, o espaço e o tempo foram unificados recebendo um tratamento indiferenciado pela relatividade restrita por Einstein, transformando assim o espaço e o tempo em grandezas inseparáveis. Com isso a energia seria a quarta componente enquanto as outras três seriam a quantidade de movimento, de um quadri-vetor com propriedades análogas ao espaço-tempo, possuindo coordenadas (px,py,pz,E).

Segundo Einstein “uma pequena quantidade de massa pode transforma-ser em uma imensa quantidade de energia e vice-versa.

## MATERIAIS E METODOLOGIA

A metodologia para esse trabalho consta da presença e apresentação do Iniciante em encontros-seminários periódicos, que foram criados no DEPFIS pelo grupo de pesquisa *Contribuição da Filosofia e História para o Ensino de Física*. ( já ocorreram cerca de dez seminários). Faremos também leituras introdutórias, discussões e elaboração de resenhas de textos constantes nas referências, sob orientação do Prof. e participação do orientado em algumas aulas ministradas pelo orientador em turmas mais novas. Apresentaremos o desenvolver da pesquisa periodicamente aos alunos mais novos tornando- se um importante vetor de divulgação dos temas pertinentes. Como se trata de um projeto teórico não será utilizado nenhum material adicional, além de data-show, transparências, quadro-negro, xerox de textos e banners construídos pelo iniciante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

A *vis viva* de Leibniz e a quantidade de movimento de Descartes tidas antes como “rivais” são hoje tratadas com igual importância e consideradas como representações da matéria e do movimento. Além do mais os princípios de conservação estabelecidos por Descartes, Leibniz e Huygens são tidos como de validade universal. Tanto a energia quanto a quantidade de movimento podem ser medidas no cotidiano das pessoas como nas contas de luz em Kwh (quilowatt . hora), e a segunda em aplicações em colisões de impacto, como exemplificaremos ao longo da pesquisa.

Existem vários tipos de energia como a química, contidas nos alimentos e absorvidas ou liberadas pelo nosso organismo, a cinética relativa ao movimento do corpo, a potencial, relacionada com o trabalho armazenado por uma força, a nuclear que é liberada do interior do núcleo atômico, solar, sonora, eletro-magnética, energia de fissão nuclear, eólica, energia dos mares, dentre outras. A unificação conceitual delas todas é importante sob ponto de vista pedagógico.

Por outro lado, a quantidade de movimento se aplica nas colisões, onde se pode medir através dela a força de impacto, por exemplo, quando um objeto colide com um obstáculo. A força pode ser medida dividindo a quantidade de movimento pelo tempo de colisão, com muitas aplicações de ordem prática.

## CONCLUSÃO

A *Vis Viva*  $mv^2$  de Leibniz, precursora da energia e a quantidade de movimento  $mv$  de Descartes, consideradas até então “rivais” são hoje tratadas com mesma importância e consideradas ambas como representações do movimento e da transformação da matéria

Os princípios de conservação estabelecidos por Descartes, Leibniz e Huygens, são hoje tidos como interdependentes e igualmente verdadeiros, além de marcarem dois fatos de fundamental importância na história dos princípios fundamentais da mecânica. É bastante relevante sob ponto de vista pedagógico, o estudo da evolução desses dois conceitos, pois possibilitará aos alunos de Física uma melhor compreensão da Mecânica newtoniana (principalmente o conceito newtoniano de força, trabalho e quantidade de movimento), bem como da primeira lei da Termodinâmica na qual calor e trabalho são entendidos como uma mesma grandeza física. Em suma, a reconstrução histórica desses conceitos são de grande importância pedagógica para estabelecer os fundamentos da mecânica e termodinâmica.

## REFERÊNCIAS INICIAIS

- PONCZEK R.L., 2000. *A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: mv ou mv<sup>2</sup>?*, Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 3, p. 336 – 347;
- ROCHA, José Fernando Moura, 2002. *Origens e evolução das idéias da física*. Salvador: EDUFBA, ISBN 8523202544, 371 p;
- LEIBNIZ W. G., 1983. *Discurso de Metafísica*, Abril Cultural, S. P.;
- SNEDDEN, Robert. 1996. *Energia*. São Paulo: Moderna, 48 p ISBN 8516015912;
- DESCARTES, René. 1998. *Discurso sobre o método*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, S. P.;
- SCHENBERG, M., 1985, *Pensando a Física*. 2ª ed. São Paulo. Brasiliense, 152 p.  
[http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/energia\\_solar.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_solar.htm)