

## C<sub>2</sub> - UMA NOVA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

GORDON, Helio Julio

Em São Paulo, as nossas escolas apresentam uma grande dificuldade em relação as suas condições de ensino. Este fato destaca-se em relação a física: Falta de laboratório, classes com grande número de alunos, grande número de cursos noturnos, onde os alunos estando cansados de um trabalho de cerca de 8 horas diárias, são impedidos de desenvolver o seu raciocínio e fazer a necessária revisão da matéria dada, em sala de aula.

Por outro lado, em sua maioria, os alunos estão voltados para as preocupações de passar rapidamente na escola e chegar à faculdade na esperança de um melhor nível salarial.

Diante de tantos problemas os professores, que além de se manterem na situação de insegurança de trabalho e a carga de 50 a 70 horas-aulas semanais ocupados nas salas de aula, acomodam-se diante dos objetivos imediatos dos estudantes e não procuram novos caminhos para o ensino. Persistem em métodos pedagógicos obsoletos, fora da realidade e distantes dos alunos.

A partir de dados acima, procurei uma nova solução, a qual consiste em adaptar a situação do ensino da Física à História da Ciência, programando as aulas de tal forma que vários temas de Física fossem abordados em seu conceito, com relação à evolução histórica da ciência e, em alguns casos, isso foi possível, devido às diferenças de interpretações sobre os fatos da natureza dos cientistas de hoje com os do passado.

O meu curso teve por objetivo congrega r necessidades imediatas com o aspecto científico da Física. Nesse método, as aulas expositivas tornam-se mais simples sem a necessidade de um grande mate-

rial técnico. O mesmo, consiste fundamentalmente em criar condições de debates e introduzir a mentalidade científica em sala de aula.

Em minhas experiências, com respeito a esse método, sempre verifiquei o grau de interesse dos alunos e uma maior elaboração das mesmas será mostrado no trabalho apresentado, posteriormente, com resultado dos dados obtidos em sala de aula.

## **PRINCÍPIOS DIRETORES DO TRABALHO: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO**

### 1- A *situação do ensino atual.*

Um reflexo da física no ensino é o estudo da física no colégio. Devido às classes estarem geralmente com excesso de alunos e à dificuldade de se encontrar laboratórios nas escolas, a maioria dos alunos apresenta baixo rendimento, por falhas do ginásio, maturidade, etc, e também pelo fato de terem que trabalhar o dia todo. Por sua vez, os professores têm dificuldades em preparar aulas, pois, **geralmente, necessitam** dar cerca de 70 aulas semanais. Existe, também, a falta de preparo dos professores em geral, **para** ensinar física.

### 2- A *finalidade do trabalho.*

Hoje, o nosso ensino é essencialmente profissionalizante, o que significa que os alunos, em sua maioria, devem parar os estudos no ensino médio.

Portanto, diante desse fato, o principal é criar condições para os alunos desenvolverem o espírito científico para poderem ser bons profissionais, pois um técnico não deve somente ter condições de realizar as operações habituais, mas também saber criar. E para isso, surge a necessidade de fortalecer os conceitos primordiais e o desenvolvimento científico de uma **forma** clara, que lhe dê confiança para resolver algumas dúvidas práticas.

Por outro lado, alguns deles tentam uma vaga na universidade. Como conciliar os objetivos imediatos e os gerais de uma educação científica necessária ao país?

Quando existe a preocupação de preparar os alunos para um vestibular, o ensino desenvolve-se nitidamente em função de dar uma série de conhecimentos estáticos para que os alunos resolvam as questões sem uma preocupação com o desenvolvimento social, afetivo e cognitivo, que deve nortear um trabalho didático.

A visão dinâmica da ciência, seus conceitos, suas estruturas nitidamente sociais, são deixadas de lado; então, nesse tipo de educação teremos nos afastado dos anseios de parte dos estudantes, que é alcançar conhecimentos que permitam um bom desempenho na vida universitária.

### 3- *Método Tradicional x História da Ciência.*

A ciência é formulada sem preocupação com a sua história. Ela procura mostrar o seu desenvolvimento pulando etapas, principalmente a física, onde as transformações são expressas em linguagem matemática e naturalmente abstrata.

Os alunos apresentam um despreparo, que influi na capacidade de raciocínio abstrato.

Na realidade, o ensino de física deveria estar em função do laboratório. Entretanto, na maioria dos colégios existem dificuldades para a obtenção dos instrumentos.

A história da ciência oferece um quadro mais completo sobre a ciência, suas dificuldades e seus problemas através do tempo.

Ela permite que os alunos obtenham uma série de informações sobre a prática e fatos da ciência, e mostra seu desenvolvimento e seus problemas. Ela é menos abstrata que o raciocínio matemático e pode, inclusive, auxiliá-lo na elucidação dos conceitos. Assim, a história da ciência pode adaptar-se às nossas condições escolares, pois os professores terão textos que facilitam os seus procedimentos didáticos. Mas nem todos os professores são notáveis conhecedores da história da ciência.

Para poderem desenvolver o curso, ele deve ser ministrado segundo um desenvolvimento histórico baseado em bibliografias.

Este tipo de colocação que será exposto facilita a compreensão da história, dando condições ao professor que não possui um grande conhecimento de ciências humanas, de aplicar este método. Por outro lado, este tipo de abordagem possibilita o entrosamento entre a estrutura matemática da física e a história da ciência. Ele atinge também as necessidades atuais dos alunos, que é unificar o ensino conceitual e seus interesses imediatos, possibilitando um maior entrosamento entre a estrutura matemática da física e a história da ciência.

Nas bibliografias poderemos demonstrar os raciocínios dentro de sua época, demonstrando os problemas e os métodos em que se baseiam a evolução da ciência.

A eficiência da utilização da história da ciência como didática pode ser verificada quando encontramos a possibilidade do texto ser adaptado para a escola tradicional, piagetiana, behaviorista, etc.

Na história da ciência há um rico e farto material didático que deve ser utilizado para a educação.

O desenvolvimento científico traz em sua história muitos fatos de enorme valia para a compreensão dos conceitos da física. A formulação científica omite uma série de debates, de dificuldades e de relacionamento social e com isto torna-se "não histórica" e sem maior relacionamento humano. Este procedimento afeta a didática e tradicionalmente a ciência é dada de forma a não considerar o seu desenvolvimento histórico, que permite que uma série de conceitos em que os alunos normalmente sentem dificuldades, possam ser percebidos e discutidos, permitindo que os professores possam obter o resultado satisfatório.

Na maioria dos casos, professores e estudantes sentem o fracasso de seus trabalhos, pois não se realizam os objetivos propostos. A consciência científica poderia ser um destes objetivos, pois a ciência tende a assumir um papel preponderantemente social, sendo ela hoje desenvolvida de forma a influir diretamente sobre a vida da população, como é o caso da poluição que é causada pela má utili-

zação da técnica científica.

Os indivíduos devem estar preparados para responder e compreender a ciência. Para isso é necessário que os indivíduos obtenham um certo domínio dos conceitos científicos. Deveremos assim desenvolver a elucidação dos conhecimentos da ciência de um forma simplificada; e uma das alternativas é a história da ciência. As universidades ressentem-se dos conceitos científicos que os alunos deixam de assimilar no 2º grau.

A história da Ciência permite que se discuta amplamente o desenvolvimento científico, ressaltando sua dinâmica, suas alternativas, e permitindo que quando os alunos, ao tomarem conhecimento desses fatos, percebam uma nova face da ciência.

A proposta deve procurar atender às necessidades mais imediatas dos alunos, isto é, prepará-los para o vestibular. Por isso deve apresentar alguns problemas preparatórios para o vestibular.

### **APLICAÇÃO DOS CONCEITOS IMEDIATOS NAS IDÉIAS DIRETORAS**

Mostrarei a aplicação dos conceitos emitidos através de um dos capítulos da Física. A intenção deste capítulo é dar um desenvolvimento modificado da forma tradicional em que ocorre o desenvolvimento da Lei Gravitacional e das leis de Kepler.

Inicialmente, me basearei em um desenvolvimento histórico, no qual introduzirei discussões que ocorreram sobre os conceitos que antecederam a formulação da Lei Gravitacional.

#### *1- Discussão em torno do sistema solar*

A percepção do universo físico trouxe uma série de interpretações, muitas das quais não resistiram à roda da história. É o caso com relação à idéia de quem deveria ser o centro do nosso sistema, o sol ou a terra. Se voltássemos a 175 anos, veríamos o raciocínio mais natural: e a terra como centro do universo. Entretanto, nessa época já

havia homens que discordavam dessa teoria, como Copérnico, Giordano Bruno, Galileu, etc. É sobre a atuação deste último homem que nos deteremos.

("Nesta introdução abordamos fatos que vão propiciar historicamente condições de debates entre os alunos sobre as teorias antigas contra os novos conceitos que surgiam. Este fato permite aos alunos vislumbrarem os primeiros efeitos dos debates em ciência. Agora continuaremos o texto sistematizando algumas idéias de um iminente cientista da época.")

Alguns de seus descobrimentos foram obtidos através do aperfeiçoamento de um aparelho óptico; o telescópio, com o qual conseguiu observar planeta Júpiter, pela primeira vez, e reconhecer seus quatro satélites. Em seu livro "O Mensageiro dos Astros", relata seus descobrimentos e conclui com a seguinte afirmação: "Por outra parte temos um excelente e claríssimo argumento para aceitar unanimemente o sistema de Copérnico da revolução dos planetas em torno do sol, e aqueles que estão perturbados pela translação da única lua ao redor da terra podemos dizer que ambos cumprem uma revolução anualmente em torno do sol- e livrar de escrúpulos a quem opina que se deve admitir como impossível este esquema do universo, pois agora não se trata de um Único planeta que gira em torno do outro, mas sim que ambos cumprem uma grande órbita ao redor do sol, senão que nossos sentidos nos mostram quatro estrelas errantes ao redor de Júpiter, assim como a lua em torno da terra, ao mesmo tempo que todas elas juntas com Júpiter efetuam uma grande revolução ao redor do sol num período de 12 anos".

Essas afirmações que poderiam clarear a discussão sobre o sistema "planetário", entretanto trouxeram novos e inesperados ataques a Galileu, que inclusive foi difamado sendo acusado de não ter sido o primeiro a descobrir tal planeta e outras acusações desse tipo.

Percebendo este clima, Galileu evita de publicar as suas observações, esperando que momentos melhores surjam.

Quando é eleito o papa Urbano VII, que se apresenta

como um homem que defende idéias literárias e científicas, Galileu inicia novos debates.

"Uma das refutações sobre o movimento da Terra era o fato dos corpos caírem perpendicularmente sobre a superfície, e não obliquamente como deveria ocorrer se a terra movesse".

Para isto os aristotélicos evocaram a experiência "dizendo que isto se via manifestadamente em uma nave a qual está detida no porto, e se deixarmos cair desde o mastro uma pedra livremente, cairá perpendicularmente ao pé do mesmo, e isto não ocorrerá quando a nave estiver em alta velocidade. Ela cairá exatamente na popa. Em conformidade com esse efeito, ela deveria realizar exatamente este movimento se a Terra realmente se movesse". Contra a argumentação dos adversários de Copêrnico e outras provas análogas, Galileu opõe a seguinte afirmação: "É impossível decidir sobre as bases das experiências mecânicas realizadas no interior de um sistema se o mesmo estiver parado ou em movimento retilíneo uniforme".

Para explicitar tal fato, levanta a seguinte argumentação:

"Para tanto, dirija-se a um navio, e dentro de um dos cômodos encerre-se juntamente com algum amigo, onde haja animais voadores como mariposas, moscas, instale também um grande aquário com peixes e prepare um jarro no alto que vá gotejando em outro mais baixo e de boca estreita. A partir daí observar-se-á com a nave parada, todos os movimentos dentro do cômodo, e os peixes dentro d'água, as gotas que caem no jarro inferior. Uma vez observado todos estes eventos, faça mover a nave com velocidade tal que seja a máxima (o movimento não pode ser oscilante) e não observarás a menor mudança, nem ao menos podendo assegurar se a nave avança ou não".

(Como vemos, a abordagem de fatos históricos concretos, permite aos alunos perceberem que a ciência é um processo dinâmico, social e que, dentro de um clima de contestação e de debates, é que surgem as idéias e a Ciência evo-

lui, rempendo estruturas científicas conservadoras).

Mesmo com estas afirmações, as polêmicas continuavam, e o problema dos movimentos dos planetas somente seria solucionado por Newton no século posterior.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A LEI GRAVITACIONAL

Quem sustenta a Terra e os planetas? Porque estes movimentam-se ao redor do Sol com uma trajetória determinada?

Estas respostas foram dadas por Newton.

### *A Lei Gravitacional*

Segundo esta lei, entre todos os corpos do universo, sejam grãos de areia, pedras ou planetas, atuam forças de atração mútua.

#### *Desenvolvimento:*

Newton estava preocupado com alguns fatos de sua descoberta. Queria saber como que ocorria a aceleração em relação à distância. Para isso calculou a aceleração  $a_c = v^2/R$  da lua. Teria que saber duas quantidades, a velocidade tangencial da lua em relação à Terra, e a distância entre os dois centros. Conhecendo os mesmos, calculou e encontrou a aceleração igual a  $0,27\text{m/s}^2$ , isto é, 3600 vezes menor que o valor  $g = 980\text{ cm/s}^2$ .

Daí concluímos que a aceleração da Terra diminui a medida que nos afastamos da mesma. Mas em que proporção? A distância é 60 raios terrestres, porém, 3600 é o quadrado de 60. Aumentando esta distância em 60 vezes, diminuímos a aceleração  $60^2$  vezes.

conclusão: a força gravitacional varia em proporção inversa ao quadrado da distância.

Já sabemos que a força que atua num campo gravitacional é proporcional à sua massa, diretamente. Por isso, o primeiro corpo atrai o segundo com uma força que é proporcional à massa do segundo corpo, o segundo corpo atrai o primeiro com uma força que é proporcional à massa do primeiro.

Mas como as forças são de ação e reação, subentende-se

que possuem a mesma intensidade. As massas estarão se multiplicando, em resumo,

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$

Discussão sobre alguns conceitos:

Vejamos um texto pitagórico com suas explicações sobre os movimentos dos planetas.

"Nisto se baseia toda a ciência de Astronomia: na suposição de que o Sol, a Lua e os cinco planetas se movem com igual velocidade, em círculos perfeitos, e em direção contrária do cosmo". Os pitagóricos foram os primeiros a formular as questões que conduziram à hipótese do movimento circular e uniforme do Sol, da Lua e dos planetas. A razão disso foi que, considerando seu caráter divino e eterno, era inadmissível suportar tal desordem.

Discussão:

1- A justificativa sobre como e por que mantem-se girando os planetas foi dada por Newton, através da sua Lei Gravitacional, a qual garante que os planetas permanecem em órbita.

2- Texto - "... os planetas giram em círculos perfeitos..."  
conceito atual - Os planetas giram em elipses, na qual um dos focos é o sol.

3- Texto - "... o movimento dos planetas é composto com velocidades iguais..."

conceito atual - Para tentarmos definir o conceito atual, devemos levar em conta algumas considerações:

Devemos deduzir a relação dos períodos para discutirmos as questões acima.

$$F = \frac{m M}{R^2}$$

Lei Gravitacional I

$$F = m \alpha$$

2º Princípio

$$\alpha_c = \frac{v^2}{R}$$

Aceleração Centrípeta

$$F/m = v^2/R$$

$$v = 2 \pi R/T$$

III

substituindo teremos:

$$F = m \frac{4\pi^2 R^2}{T^2} \quad F = m \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad \text{II}$$

$$m \frac{4\pi^2 R}{T^2} = G \frac{m M}{R^2} \quad \text{de I = II}$$

$$\text{dai, } T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{G M}$$

sendo que  $\frac{4\pi^2}{GM}$  é uma constante, igual a um valor K por exemplo, teremos que  $T^2/R^3 = K$

para vários planetas, com períodos  $T_1, T_2, T_3$ , etc, podemos tirar:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \quad (*)$$

A razão dos quadrados dos tempos de rotação dos planetas é igual à razão dos cubos dos raios de suas Órbitas.

Como as órbitas são diferentes, os períodos também o são. Pela equação III podemos concluir que as velocidades também são diferentes, o que contraria a idéia dos pitagóricos de que os planetas possuem velocidades iguais.

Na verdade, o caráter da Ciência antiga era muito mais teológica do que baseada nos reflexos da natureza. Todas as suas conclusões são justificativas de um sistema que não podia ser desmistificado, isto é: a perfeição dos céus.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. GEYMONAT, Ludovico - *Galileu Galilei* - Barcelona, Ediciones Península. pag. 136, 1a. edição.

---

(\*) são as 1a. e 3a. Leis de Kepler

2a. Lei - O raio vetor que une os planetas ao Sol descrevem áreas iguais em intervalos de tempo iguais.