

## **CINEMÁTICA: UM CASO PARTICULAR DA DINÂMICA.** Carlos Eduardo Sartori Rissato, Renato Carlos Tonin Ghiotto. – Física – Licenciatura Plena em Física – Departamento de Física – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru.

A maior parte dos livros didáticos de Física trata a Cinemática e a Dinâmica como se fossem partes distintas da Mecânica Clássica (1,2). Assim, o aluno leva consigo a sensação de que ambas são independentes entre si.

O objetivo deste trabalho é explicitar o fato de a Cinemática ser um caso particular da Dinâmica. Analisando alguns casos simples obtivemos as equações do movimento retilíneo uniforme e do movimento uniformemente acelerado (aplicado ao lançamento de projéteis) como soluções da segunda Lei de Newton. Adicionalmente analisamos um caso da Dinâmica, o oscilador harmônico simples, onde a equação horária é também obtida da segunda Lei de Newton, para ilustrar que a Dinâmica é mais geral que a Cinemática e a contém como caso particular.

De início abordamos as soluções de forma intuitiva, para que um aluno com conhecimento de derivadas possa “visualizar” a solução apenas analisando a estrutura da equação diferencial. Depois o procedimento foi repetido através de um tratamento matemático mais rigoroso, com ênfase no Oscilador Harmônico Simples, acessível ao aluno com algum conhecimento de técnicas de soluções de equações diferenciais ordinárias (3 e 4).

Na análise intuitiva do movimento retilíneo uniforme, considera-se uma partícula massiva movendo-se em linha reta e livre da ação de forças ou equivalentemente com a resultante das forças nula. Neste caso a equação diferencial, obtida da segunda Lei de Newton, é uma equação onde a derivada segunda do vetor posição é zero, ou seja, a aceleração da partícula é zero. Como a aceleração, por definição, é a derivada do vetor velocidade e sendo igual a zero o vetor velocidade é constante. Assim, a partícula move-se com velocidade constante e em linha reta. Partindo desse resultado infere-se que a equação horária só pode ser uma função linear no tempo para que sua derivada em relação ao tempo seja uma constante. Como a equação diferencial é de segunda ordem, têm-se duas constantes que são interpretadas fisicamente como a posição inicial da partícula e o coeficiente do tempo como sua velocidade. Dessa forma “integra-se” a equação diferencial sem fazer qualquer cálculo explícito.

Na análise do movimento uniformemente acelerado, o procedimento é análogo. Nesse caso considera-se uma partícula massiva, em uma dimensão, sob ação de uma força constante. A segunda Lei de Newton fornece uma equação diferencial onde a derivada segunda do vetor posição (a aceleração) é igual a uma constante. Consequentemente a evolução temporal do sistema é regida por uma função de segundo grau no tempo. Derivando duas vezes obtêm-se uma constante. Uma função linear do tempo pode ser introduzida sem afetar o resultado. Isso permite recuperar o caso “velocidade constante” fazendo a força resultante igual a zero. As duas constantes originadas do fato da equação diferencial ser de segunda ordem são interpretadas fisicamente como a posição inicial da partícula e a outra como a razão entre a força resultante aplicada e a massa, que, pela segunda Lei de Newton corresponde à aceleração da partícula.

Sabemos que um vetor pode ser completamente determinado se conhecermos suas componentes. Usando esse fato analisamos o movimento no plano considerando como exemplo o lançamento de projéteis num campo gravitacional uniforme. Em vez de descrever diretamente o movimento, analisamos sua “sombra” nas direções  $Ox$  e  $Oy$ . Como a força resultante tem componente apenas na direção  $Oy$ , resulta que o movimento da “sombra” na direção  $Ox$  é uniforme e na direção  $Oy$  é uniformemente acelerado. Dessa forma, a teoria desenvolvida anteriormente para o movimento uniforme e uniformemente acelerado aplica-se automaticamente ao lançamento de projéteis.

Esses casos que analisamos são apresentados na maioria dos livros didáticos através de uma abordagem cinemática. Quando aparece a Dinâmica eles não são mais mencionados causando a falsa impressão de que são partes distintas da física. Uma exceção é a referência (5). Neste trabalho mostramos que a cinemática é um caso particular da dinâmica e que os cálculos podem ser feitos intuitivamente, bastando um pequeno conhecimento de derivadas por parte do aluno. Com um conhecimento das técnicas de solução de equações diferenciais é possível acompanhar o tratamento formal que fizemos dos casos acima. A análise de um exemplo tipicamente da dinâmica, o oscilador

harmônico simples, foi escolhido porque a equação diferencial que rege a dinâmica do sistema pode ser resolvida tanto intuitivamente como formalmente.

### **Referências Bibliográficas**

- (1) HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Mecânica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002. 273p.
- (2) TIPLER, Paul A. **Física**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S. A., 1978. Volume 1. 514p.
- (3) BRONSON, Richard. **Moderna Introdução às Equações Diferenciais**. São Paulo: McGraw-Hill, 1977. 385p.
- (4) KREIDER, Donald L.; KULLER, Robert G.; OSTBERG, Donald R. **Equações Diferenciais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972. 485p.
- (5) NUSSENZVEIG, Moysés H. **Curso de Física Básica: Mecânica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.