

# Utilização da folha de cálculo no ensino/aprendizagem da Física

## Algumas sugestões

ELISA M. PRATA PINA e M. AUGUSTA PATRÍCIO \*

Centro de Física Teórica, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

*Apresentam-se algumas sugestões de utilização da folha de cálculo EXCEL 3.0 para o ensino/aprendizagem da Física a nível dos ensinamentos básico e secundário. Pretende-se mostrar que esta ferramenta pode ser um meio muito útil ao dispor dos professores, no trabalho com os alunos, mesmo naqueles níveis de ensino.*

### Introdução

Como muitos professores já se aperceberam, o computador é um instrumento extremamente poderoso e motivador na educação. Pensamos que vale a pena utilizá-lo nesse contexto, sobretudo porque ele pode enriquecer extraordinariamente os nossos processos mentais, possibilitando, mesmo, análises novas que sem um meio como este dificilmente surgiriam [1, 2, 3]. Neste trabalho sugerimos a utilização da folha de cálculo EXCEL 3.0 [4], um programa que corre em ambiente WINDOWS de um PC-IBM compatível (existe versão equivalente para MACINTOSH) e que, na nossa opinião, pode ajudar particularmente na construção e interpretação de gráficos. Para a escolha desta folha de cálculo foi determinante a possibilidade que ela oferece, não só de mostrar vários gráficos simultaneamente, como também de vários gráficos sobrepostos à respectiva tabela de dados. Deste modo quando se efectua uma alteração de valores na tabela, vêem-se de imediato as alterações produzidas, quer na tabela, quer nos gráficos. Sendo um programa aberto, podemos construir com ele as «nossas» próprias aplicações e acrescentá-las e modificá-las à medida das nossas necessidades.

### Formas de utilização

A folha de cálculo possibilita novas estratégias de abordagem de uma grande variedade de assuntos de Física nos vários níveis de escolaridade, resultando vantagens no processo de ensino/aprendizagem (interactividade, visualização). Sugerimos duas formas de utilização no ensino básico e secundário: como auxiliar de laboratório e na definição de modelos da realidade física.

Disposmos de vários exemplos, dos quais apresentamos alguns, que ilustram esses dois tipos de exploração.

#### 1. Como auxiliar de laboratório

Esta modalidade permite o registo, cálculo e tratamento gráfico de dados experimentais, podendo ser utilizada, na aula de Física por alunos de todos os níveis etários. Pensamos que esta forma de utilização pode constituir um contributo importante para o enriquecimento do trabalho laboratorial, que evidentemente, é imprescindível.

\* Professoras da Escola Secundária Infanta D. Maria, em Coimbra.

### 1.1. Estudo das molas elásticas. Determinação experimental da relação entre força e alongamento

A metodologia utilizada no estudo deste assunto passa, normalmente, pela experimentação e registo dos dados experimentais numa tabela. Esta tabela pode ser construída na folha de cálculo.

Assim, os alunos medem e registam o comprimento inicial ( $l_0$ ) de uma determinada mola, as forças aplicadas na mola e os comprimentos finais ( $l$ ). Introduzem as fórmulas conhecidas para o alongamento ( $Dl = l - l_0$ ) e para a relação força/alongamento ( $F/Dl$ ).

A observação dos dados da tabela permite tirar conclusões imediatas, sugerindo perguntas do tipo:

- Como é o gráfico do alongamento em função da força?
- Como é o gráfico do comprimento em função da força?
- Que relação existe entre o quociente força/alongamento e a inclinação da recta obtida em i) e ii)?

A folha de cálculo permite-nos fazer a construção dos gráficos, ou para confirmar previsões, ou para exploração livre. Na figura 1 mostra-se a tabela para uma situação particular e os gráficos alongamento e comprimento em função da força:

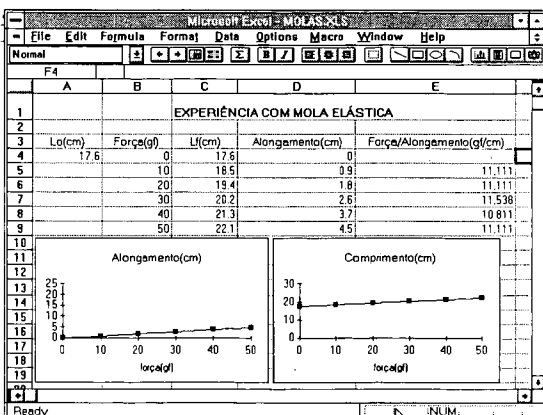


Fig. 1

Uma pergunta pode surgir: e se tivéssemos duas molas diferentes A e B?

Para responder a esta pergunta podemos sugerir aos alunos que construam, na folha de

cálculo, uma tabela com as seguintes colunas: comprimento inicial das molas ( $l_0$ ), constantes de elasticidade  $K_A$  e  $K_B$ , força aplicada ( $F$ ), o alongamento A ( $Dl_A$ ) e o alongamento B ( $Dl_B$ ) produzidos. O alongamento teórico ( $Dl$ ) é calculado pela fórmula  $Dl = F/K$ .

Uma vez construídos os gráficos do alongamento  $Dl_A$  e  $Dl_B$  em função da força, alterando na tabela o valor de  $K_A$  ou  $K_B$ , observam-se imediatamente as alterações na tabela e nos gráficos:

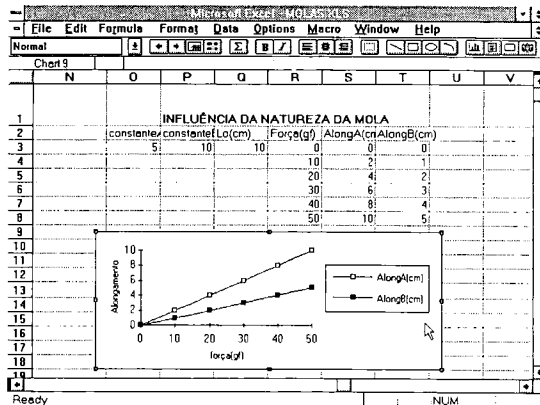


Fig. 2

## 2. Na definição de modelos

Consideramos esta modalidade mais adequada para níveis etários mais elevados. É possível utilizar diferentes estratégias, desde a apresentação aos alunos de modelos pré-construídos, competindo-lhes a exploração dos mesmos, até à construção dos modelos pelos próprios alunos. Embora esta última estratégia exija mais requisitos, ela pode ser particularmente útil para a desmontagem de ideias incorrectas, extremamente resistentes, pois proporciona situações de confronto que a investigação educacional tem revelado indispensáveis para a aquisição dos modelos científicos.

### 2.1. Estudo do movimento rectilíneo uniformemente variado, sem atrito

Após o estudo das leis deste tipo de movimento, poder-se-á sugerir aos alunos a construção de uma tabela que permita verificar a influência da força, da massa, da posição inicial

e da velocidade inicial no movimento de uma partícula. Introduzindo as fórmulas para o cálculo da aceleração, velocidade e posição em cada instante e usando a opção «gráficos», poderemos obter uma situação semelhante à da figura 3.

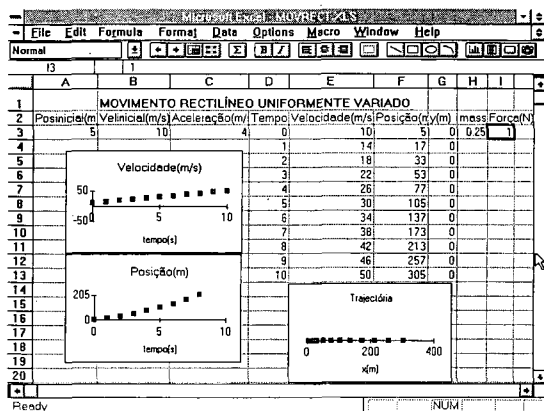


Fig. 3

É interessante ver os gráficos da velocidade e da posição em função do tempo e verificar as alterações provocadas pela variação da posição e velocidade iniciais e da relação força/massa (aceleração).

Deve-se distinguir bem entre o que são condições iniciais (que mudam de caso para caso), e o que são características do problema em estudo, como a força e a massa.

No exemplo apresentado introduziu-se ainda a coluna G, com a variável  $y$  (neste caso, sempre zero — o movimento é rectilíneo sobre o eixo dos  $xx$ ). Podemos assim representar a equação da trajectória,  $y$  em função de  $x$  que mostra a posição do móvel, em cada instante. Deste modo pode chamar-se a atenção para diferença entre o gráfico da posição em função do tempo e o gráfico da trajectória.

O estudo do movimento rectilíneo e uniforme pode surgir como um caso particular deste, em que é nula a força que actua (coluna I,  $F = 0$ ).

Há ainda oportunidade para discutir o significado do movimento rectilíneo e uniformemente acelerado ou retardado, relacionando o sinal da força (ou da aceleração) e da velocidade, na tabela, e interpretando os gráficos correspondentes.

## 2.2. Estudo do movimento de um projectil, desprezando a resistência do ar

O movimento plano de projecteis pode ser abordado como uma sobreposição de dois movimentos, em direcções perpendiculares: um uniforme e o outro uniformemente variado. Depois de os alunos conhecerem as leis destes movimentos, podem, escolhendo um sistema de eixos adequado, construir uma tabela em que entram, além da variável tempo, a velocidade e a posição dadas pelas expressões matemáticas conhecidas. A aceleração da gravidade, a grandeza da velocidade inicial e o ângulo de lançamento são parâmetros que podem ser modificados.

Então, de uma maneira expedita, obtêm-se os gráficos das leis da velocidade e do movimento segundo cada um dos eixos e ainda o módulo da velocidade em função do tempo e a curva da trajectória. À semelhança do exemplo anterior é interessante fazer o controlo de variáveis, analisando as consequências da variação dos parâmetros indicados, visualizando um só gráfico ou vários simultaneamente (figura 4).

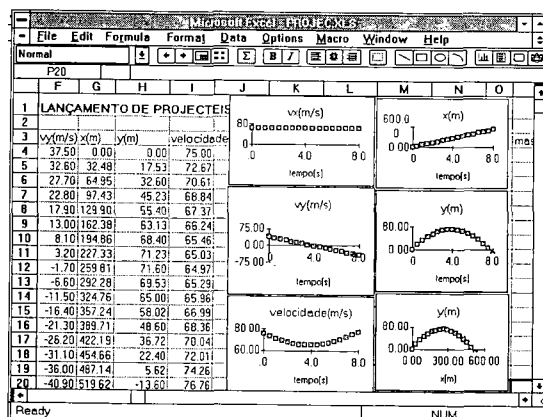


Fig. 4

Pode chegar-se ainda ao Princípio da Conservação da Energia Mecânica construindo uma tabela em que entrem as funções energia cinética, energia potencial e energia total. A figura 5 mostra uma possibilidade de analisar a conservação da energia mecânica pela variação dos diferentes parâmetros.

Com este modelo é fácil, por variação dos parâmetros, criar situações particulares, como por exemplo o lançamento vertical e o lançamento horizontal.

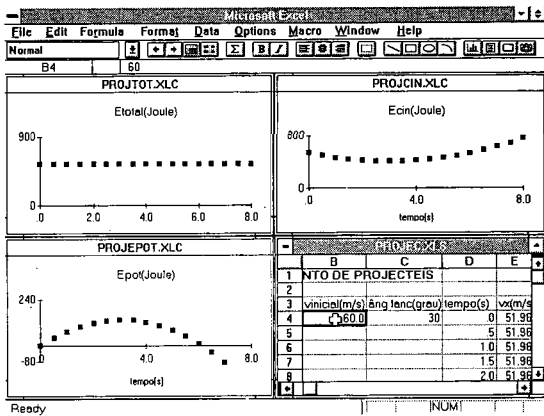


Fig. 5

### 2.3. Movimento harmónico simples (M.H.S.)

De um modo semelhante aos anteriores pode construir-se uma tabela para o M.H.S., onde entram a variável tempo e as expressões matemáticas da elongação, da velocidade e da aceleração, e efectuar os gráficos destas funções (figura 6). Os parâmetros, neste caso, são a frequência angular, a amplitude e a fase na origem.

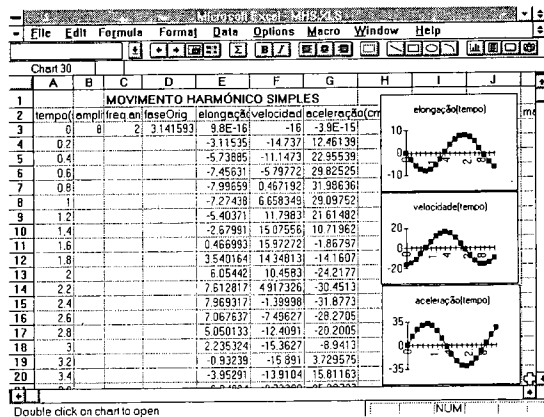


Fig. 6

É interessante analisar a influência de cada um dos parâmetros nos três gráficos simultaneamente.

Entre outras explorações possíveis salientamos o estudo da energia cinética, potencial e total, quer em função do tempo, quer em função da elongação, ilustrando deste modo o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, como se vê na figura 7.

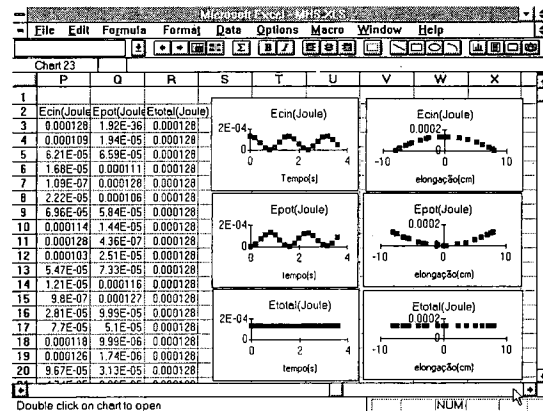


Fig. 7

### Considerações finais

Os trabalhos que temos vindo a desenvolver permitem uma abordagem diferente de alguns aspectos significativos do estudo da Mecânica ao nível do Ensino Secundário. Pretendemos aperfeiçoar estes materiais e preparar outros, para diferentes unidades didácticas. Esperamos ainda poder divulgá-los, bem como alguma documentação anexa, contendo sugestões para a sua exploração. Agradecemos quaisquer críticas ou sugestões que nos queiram fazer chegar.

### REFERÊNCIAS

- [1] FIGUEIREDO, António Dias de — Computadores nas Escolas. In: Colóquio/Ciências. Revistas de Cultura Científica. Lisboa (Janeiro/Abril, 1989), n.º 4; pp. 76-87.
- [2] FREITAS, João Correia de, TEODORO, Victor Duarte (orgs.) — Desenvolvimento dos Sistemas Educativos, Educação e Computadores. Ed. GEP, Março, 1991.
- [3] PONTE, João — O Computador um Instrumento da Educação. Lisboa, 1990.
- [4] MICROSOFT EXCEL, Manual de Referência.