

Problemas pedagógicos do ensino da Dinâmica^(*)

M. CONSTANÇA BATORÉU PROVIDÊNCIA

Ladeira das Alpenduradas, 38 — Coimbra

É apresentado um inquérito destinado a revelar as ideias dos alunos e as dificuldades que se lhes poderão deparar no que respeita à aprendizagem das leis da dinâmica.

Da análise dos resultados do inquérito e da identificação das diferenças existentes entre o ponto de vista dos alunos e as concepções cientificamente correctas propomo-nos apresentar métodos e técnicas adequados à correcção dos conceitos errados ou confusos, eventualmente detectados nas respostas.

Não sei o que pareço ao mundo, mas para mim julgo ter sido apenas um menino a brincar na praia, divertindo-me de vez em quando à procura de uma pedra mais polida ou de uma concha mais bonita que as demais. Enquanto que o grande oceano da verdade permanecia desconhecido à minha frente ...

Isaac Newton

... a partir dos fenómenos do movimento investigar as forças da natureza, e depois a partir destas forças demonstrar os outros fenómenos: ... os movimentos dos planetas, dos cometas, da lua e do mar ...

Isaac Newton

1 — Introdução

Vários artigos recentes [1-7] têm chamado a atenção para a necessidade de ter em conta, na abordagem do programa de Física, para além do raciocínio lógico do estudante, também os seus conceitos relativos a questões científicas. É por vezes diferente o próprio significado atribuído pelo aluno, até nos cursos adiantados, e pelo professor a certas palavras como por exemplo força, peso, trabalho e energia. Os alunos desenvolveram ideias sobre grande parte das palavras usadas em disciplinas científicas muito antes do ensino formal destas matérias. As concepções dos jovens e o significado que atribuem às palavras não são conceitos isolados e desconexos mas integram-se numa explicação coerente do mundo sob o seu ponto de vista.

No ensino da Física supõe-se muitas vezes que o aluno não desenvolveu anteriormente qualquer representação intelectual relacionada com o assunto e que portanto quem ensina

pode preencher a seu bel-prazer o vazio existente no espírito daquele. É como se o conhecimento prévio do aluno não estivesse fortemente enraizado nem tivesse grande importância e pudesse ser facilmente substituído pela ciência do professor.

Importa reconhecer a existência, na mente da criança, de conceitos pré-científicos, susceptíveis de interagirem com as noções que o professor pretende transmitir ou pretende que a criança vá construindo. Esta realidade não pode ser ignorada na escolha da estratégia de ensino adequada.

O contacto com os alunos numa Escola Secundária típica permite verificar, por experiência directa, que os quadros conceptuais de referência sobre os quais os nossos alunos baseiam a sua captação do universo entram muitas vezes em conflito com os conceitos que nós lhes queremos comunicar.

(*) Este artigo baseia-se num trabalho apresentado durante o Estágio Pedagógico de 1983/1984.

Há que ter em conta ideias já profundamente implantadas na mente dos jovens ao tentarmos transmitir-lhes novos conceitos e proporcionar-lhes experiências de aprendizagem que os levem a substituir as suas convicções antigas por novas, de modo a adquirirem uma percepção mais científica do universo.

Para que haja modificação da estrutura cognitiva do aluno é portanto essencial que nós, os professores, conheçamos essa estrutura e estejamos conscientes da grande distância que separa a nossa concepção dos fenómenos e a concepção inicial do estudante.

Com o fim de obter um conhecimento tão sistemático quanto possível das ideias prévias dos alunos, um dos métodos a que podemos recorrer é o de inquéritos apropriados. O resultado destes poderá depois ser usado de modo a levar os alunos a atingirem um ponto de vista cientificamente mais correcto através de uma adequada estratégia, apoiada em exemplos, experiências, filmes [12], etc.. A informação que se adquire através de inquéritos pode contribuir decisivamente para melhorar o ensino da Física, pois que o estudo das respostas obtidas e das reacções reveladas permite caracterizar os conceitos mais facilmente assimiláveis bem como as ideias erradas cuja existência constitui o obstáculo mais sério à correcta compreensão dos princípios desta ciência.

Na Secção II é apresentado um inquérito elaborado com vista a caracterizar as dificuldades conceptuais dos alunos na aprendizagem das leis da dinâmica e destinado a ser submetido a uma amostragem de população estudantil representativa do 10.º ano de escolaridade. As situações esquemáticas do domínio da dinâmica nele focadas, foram concebidas por forma a satisfazerem os seguintes requisitos:

- a) serem familiares;
- b) exemplificarem as consequências práticas de uma ou várias leis da dinâmica.

Para responder correctamente ao inquérito apenas se apela ao espírito de observação e não a conhecimentos científicos. O anonimato das respostas deve ser assegurado por forma a evitar a influência de factores inerentes a qualquer processo de avaliação de conhecimentos.

No inquérito são descritas cinco situações diferentes em relação a cada uma das quais é apresentada uma questão de escolha múltipla. Aos alunos é pedido que indiquem qual a resposta que em sua opinião melhor corresponde à interpretação física da situação, bem como as razões da escolha efectuada, sendo, além disso, dada sempre a oportunidade de indicarem qualquer interpretação que não tenha sido sugerida.

II — Inquérito

1. Descrição do inquérito

Este inquérito refere-se a forças e às causas do movimento e consta de cinco questões.

A primeira questão exemplifica a condição para que duas forças se compensem e o princípio de igualdade da acção e reacção.

A segunda questão refere-se ao princípio de inércia.

A terceira questão caracteriza força como causa de alteração do estado de movimento dum corpo e introduz o conceito de massa de inércia.

A quarta questão foca o princípio de independência das forças e exemplifica a condição de equilíbrio de um sistema de forças aplicadas a um ponto material.

A quinta questão é relativa ao princípio de igualdade da acção e reacção e ao conceito de massa de inércia.

Pretendemos que as respostas ao inquérito revelem o que os alunos do 10.º ano de escolaridade pensam de algumas noções elementares de Mecânica.

O inquérito é anónimo para que as respostas não sejam desvirtuadas por preocupações estranhas à sua finalidade.

Após cada questão é reservado um espaço em branco à justificação da escolha efectuada.

2. Questionário

Q.1 Um lavrador tem dois cavalos igualmente possantes. Para os prender a uma árvore usa uma corda que nenhum deles é capaz de partir, embora não deva faltar muito para isso. Se o lavrador prender os cavalos um ao outro

poderão os dois juntos, puxando cada qual para seu lado, partir a corda?

- Sim Não

Justifica a tua resposta.

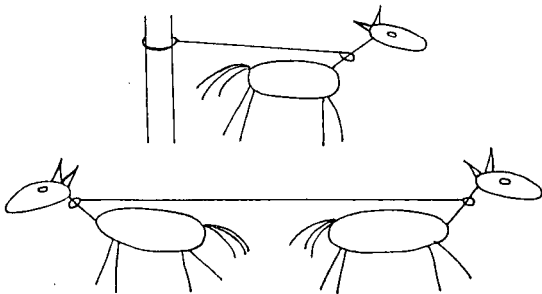


Fig. 1

Q.2 Um automobilista descuidado coloca uma mala sobre o tejadilho do carro esquecendo-se de a amarrar. O automóvel arranca subitamente. Por ser alcatroado e liso o pavimento, não há solavancos. No entanto a mala cai.

Assinala a frase que na tua opinião melhor interprete o fenómeno, justificando a escolha que fizeste.

- A mala cai porque o vento a empurra para trás.
 A mala cai porque, no momento do arranque súbito, o seu peso se dirige instantaneamente para trás.
 A mala cai porque não é puxada e deixa de ter o apoio do tejadilho quando o automóvel arranca.
 É outra a explicação do fenómeno (dizer qual).

Justifica a tua resposta.

Q.3 Uma automotora desloca-se a 100 km/h numa via horizontal e rectilínea necessitando nessas circunstâncias de um percurso de 5 km para travar com segurança.

Esta automotora reboca à referida velocidade de 100 km/h outra automotora de igual peso, cujo sistema de travagem se não encontra, porém, operacional.

Assinala a frase que, em tua opinião, se aplica à situação descrita e justifica a escolha efectuada.

- A operação de travagem necessita de maior distância quando a automotora reboca o atrelado.

- O percurso necessário para travar é menor quando a automotora arrasta o atrelado porque a tendência de um corpo qualquer para parar é tanto maior quanto maior for o seu peso.
 A distância necessária para parar é sempre a mesma, quer haja ou não atrelado.

Justifica a tua resposta.

Q.4 Sobre uma placa de esferovite ou contraplacado delgado, apoiada sobre uma camada de pequenas esferas de aço espalhadas no tampo de uma mesa, é colocado um pequeno carrinho de corda em movimento. A acção do carrinho sobre a placa é tal que esta, devido à sua grande mobilidade, se desloca para a esquerda quando o carrinho se desloca para a direita (Fig. 2).

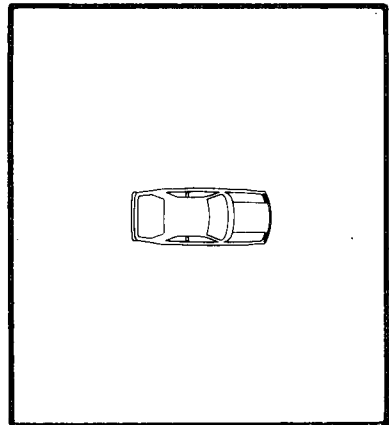


Fig. 2

- a) Pretende-se colocar dois carrinhos, exactamente iguais, em movimento sobre a referida placa de tal modo que esta permaneça imóvel. Escolhe o esquema da Fig. 3 que te pareça apropriado para o efeito.

Justifica a tua resposta.

b) Pretende-se colocar dois carrinhos iguais em movimento sobre a placa de tal modo que o efeito sobre esta seja equivalente ao de um só carrinho deslocando-se para a direita. Escolhe o esquema da Fig. 3 apropriado para o efeito.

Justifica a escolha efectuada.

c) Pretende-se colocar três carrinhos iguais em movimento sobre a referida placa, de tal modo que esta permaneça imóvel. Escolhe o esquema (ou esquemas) na Fig. 3 apropriado(s) para o efeito.

Justifica a escolha que fizeste.

d) Pretende-se colocar três carrinhos iguais em movimento sobre a referida placa, de tal modo que o efeito sobre esta seja equivalente ao de um só carrinho deslocando-se para a direita. Escolhe o esquema (ou esquemas) da Fig. 3 que te pareçam apropriados para o efeito.

Justifica a tua resposta.

Q.5 O Júlio Gorducho puxa pela extremidade de uma corda, da qual a outra ponta está atada ao cinto do Manuel Magriço, fazendo com que este se aproxime. Ambos se equilibram sobre plataformas munidas de rodas lubrificadas devidamente. Verifica-se que ambos se movimentam, sendo, porém, maior o deslocamento do Manuel.

Assinala a explicação que, em tua opinião, melhor interpreta o fenómeno, justificando a escolha efectuada.

- Ao mesmo tempo que puxa o Manuel, o Júlio tenta impedir que a sua plataforma se mova exercendo sobre ela uma força conveniente.
- O deslocamento do Manuel é maior porque é o Júlio quem, puxando pela corda, exerce a força que está na origem do movimento.
- O Júlio é puxado pela própria corda que está a segurar. Por ser mais pesado o seu deslocamento é menor.

É outra a explicação do fenómeno (dizer qual).

Justifica a tua resposta.

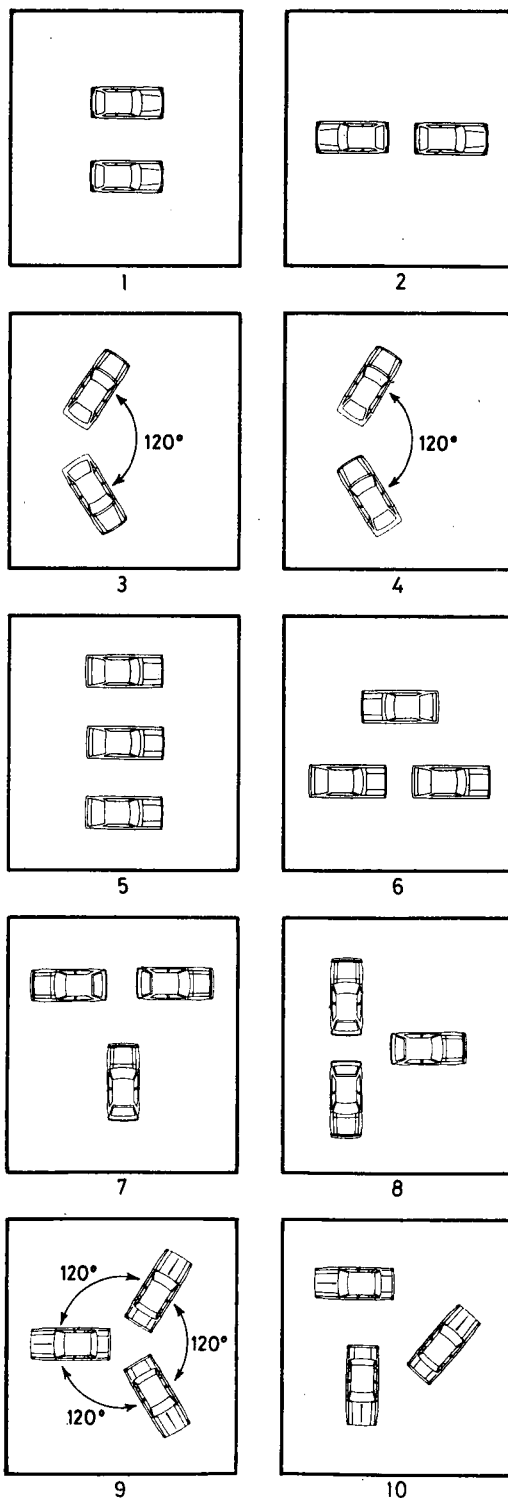


Fig. 3

3. Considerações gerais

O estudo das respostas ao inquérito deverá seguir os seguintes passos:

- a) Caracterização científica da situação focada em cada questão.
- b) Análise dos inquéritos, agrupando as respostas a cada questão consoante os diferentes esquemas conceptuais utilizados pelos alunos na interpretação da situação considerada. Sugere-se que só os esquemas apresentados por três ou mais alunos sejam considerados.
- c) Ilustração dos diferentes quadros conceptuais por meio de transcrições de extractos das justificações mais representativas.
- d) Discussão dos quadros identificados.
- e) Discussão das implicações pedagógicas.

N.R. — *Num próximo número da Gazeta dedicaremos especial atenção à análise de resultados obtidos com o inquérito. Desde já se convidam os leitores a enviarem comentários e resultados eventualmente obtidos.*

BIBLIOGRAFIA

- [1] CLEMENT, J. — «Students' preconceptions in introductory mechanics», *Am. J. Phys.*, **50**, 66 (1982).
- [2] GILBERT, J. K., WATTS, D. M. e OSBORNE, R. J. — «Students' conceptions of ideas in mechanics», *Phys. Educ.*, **17**, 62 (1982).
- [3] McCLOSKEY, M. — «Intuitive Physics», *Scientific American*, **248**, N.º 4, 114 (1983).
- [4] THOMAS, M. F. — «An analysis of students' understanding about the concept of force», 3.ª Conf. Nac. Física, Coimbra, 1982.
- [5] WATTS, D. M. — «A study of schoolchildren's alternative frameworks of the concept of force», *Eur. J. Sci. Educ.*, **5**, N.º 2, 217 (1983).
- [6] WATTS, D. M. — «Some alternative views of energy», *Phys. Educ.*, **18**, 213 (1983).
- [7] WATTS, D. M. e ZYLBERSZTAJN, A. — «A survey of some children's ideas about force», *Phys. Educ.*, **16**, 360 (1981).
- [8] JARDINE, J. — «Physics is fun», Heinemann Educational Books Ltd, London, 1969.
- [9] PSSC — «Física-III», Edart, S. Paulo, 1976.
- [10] ROGERS, E. M. — «Physics for the Inquiring Mind», Princeton Univ. Press, London, 1977.
- [11] RUTHERFORD, F. J., HOLTON, G. e WATSON, F. G. — «Projecto Física», Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1978.
- [12] NEWTON'S LAWS — Filme, ref. 103-G, FilMOTECA do Dep. Física Univ. Lisboa.

II SIMPÓSIO IBÉRICO DE FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA

Sevilha, 2 a 4 de Abril de 1986

Foram já distribuídas as primeiras circulares para pré-inscrições, indicações sobre eventual necessidade de alojamento e intenção de apresentação de comunicações. Os temas do Simpósio são: espectroscopia de sólidos, estudos estruturais, propriedades mecânicas e térmicas, propriedades eléctricas, magnéticas e ópticas, fenómenos críticos e transições de fase, física das superfícies, defeitos em sólidos, cristais líquidos e polímeros, materiais amorfos e meios desordenados, ciência dos materiais, técnicas experimentais, líquidos, temas interdisciplinares.

Os interessados que ainda não se inscreveram podem solicitar, com urgência, fichas de pré-inscrição nas Delegações da SPF ou no Secretariado Nacional (vide *Gaz. Fís.* **8**, 64 (1985)).

Cursos de Reciclagem

A Delegação Regional de Lisboa tem vindo a realizar uma série de Cursos de reciclagem para os seus sócios. No princípio do próximo ano lectivo terão lugar ainda os seguintes cursos:

- *Interacção Física-Matemática no Ensino Secundário (30/9 a 4/10);*
- *Estática (30/9 a 4/10);*
- *Mecânica Quântica (7 a 11/10);*
- *Microcomputadores no Ensino (repetição; 30/9 a 4/10).*

Dado que, em alguns cursos, ainda há lugares livres, a Delegação Regional de Lisboa aceita inscrições de professores que não puderam planear com maior antecedência a frequência destes cursos.