

Novas perspectivas no ensino da Física

por F. BRAGANÇA GIL

O ensino das ciências tem beneficiado, nos últimos anos, de uma substancial renovação. Em todos os graus de ensino, tem-se procurado desenvolver métodos pelos quais se possa elevar o nível de cultura científica do estudante, não só de um modo informativo, mas — sobretudo formativo. Constitui preocupação de muitas entidades, em numerosos países — quer oficiais quer particulares — o estudo desses métodos bem como dos «currícula» mais adequados a cada caso particular.

Em especial, no domínio da Física ao nível universitário, têm-se multiplicado as disciplinas novas, ao mesmo tempo que se aperfeiçoam os programas e os métodos de ensino. Por outro lado, a satisfação das crescentes exigências da Ciência e da Técnica actuais — e atendendo ao papel relevante que os físicos necessariamente representam no panorama técnico-científico contemporâneo — tem levado à criação de novos cursos de nível universitário bem como a especializações post-universitários. Mas deixemos, por agora, o ensino superior da Física.

Paralelamente à formação profissional, a Física desempenha, num nível mais ou menos elementar, um papel de particular importância na formação cultural de qualquer indivíduo, quer se destine a uma profissão de carácter científico ou técnico quer se oriente para outra actividade que nada tenha a ver, directamente, com a Física. Este facto é hoje admitido mesmo pelos mais acérrimos defensores da educação tradicional, baseada quase exclusivamente na cultura literária e artística. A autêntica cultura geral contemporânea não pode ficar confinada às humanidades; ela ficará gravemente truncada se ignorar o método científico bem como as grandes linhas

da evolução das ciências. É tão grave, do ponto de vista de cultura geral, desconhecer a *evolução das ideias em física* como não ter lido os grandes clássicos da língua...

Por este motivo, ensaia-se, em certos países, o início dos estudos de Física desde a escola primária ao mesmo tempo que, por toda a parte, se insiste na intensificação destes estudos nos cursos secundários.

A este último nível, uma atenção muito particular tem sido dada à revisão dos métodos de ensino tradicional desta ciência, tais como a sua apresentação em compartimentos estanques que coincidem com as divisões tradicionais da Física — Mecânica, Calor, Óptica, etc.; o papel dos trabalhos práticos e a sua articulação com a teoria; a falta de relação do ensino com as recentes aquisições da ciência, de que um aluno tem conhecimento fora da Escola a cada passo, pelo jornais e revistas, pelo cinema, etc., e que lhe despertam uma viva curiosidade. Este último ponto é hoje reputado de grande importância pois pode levar — e leva quase sempre — o jovem estudante a sofrer uma decepção com o que lhe é ensinado, por não ver a ligação que há entre a realidade técnico-científica que o rodeia — que mal percebe mas que o fascina — e o ensino antiquado e muitas vezes tedioso que lhe é ministrado.

Constatando estes inconvenientes, e numa tentativa de os ultrapassar, afirma-se num relatório da O. E. E. C.⁽¹⁾ apresentado à «International Conference on Physics Education» (Paris, 1960), o seguinte:

⁽¹⁾ *The teaching of physics in Schools* — Comunicação n.º 40 à «International Conference on Physics Education», UNESCO (Paris), 28 de Julho a 4 de Agosto de 1960.

(...) «Na nossa discussão, ignorámos as divisões convencionais da física em calor, óptica, mecânica, etc. Poderá ser necessário, ao publicar compêndios, reter algumas destas divisões, mas elas não deverão ser aparentes no ensino. A física deve ser apresentada como um todo unificado com insistência na universalidade das leis físicas. Acima de tudo, o curso deve, desde o início, ser baseado, tanto quanto possível, nas ideias modernas». E, mais adiante: «Nós recomendamos que a introdução à física seja feita através de considerações acerca de átomos, moléculas e electrões».

É com base nestas ideias, que um curso de física elementar sugerido naquela comunicação começa justamente por considerar a natureza corpuscular da matéria e os conceitos gerais acerca das diferenças entre átomos, moléculas e electrões, para só depois tratar dos conceitos básicos e leis da mecânica, com particular insistência no significado físico deles e tendo sempre em mente que se trata de uma ciência da natureza não a deixando, portanto, degenerar num ramo das matemáticas aplicadas.

Tal orientação para o início dos estudos de física, poderá ser discutível e várias outras, igualmente válidas, têm ultimamente sido apresentadas. Citámo-la aqui apenas como um exemplo da profunda revolução porque estão passando os métodos para o ensino desta ciência.

Em numerosos países altamente evoluídos, diversas entidades têm-se preocupado com estes problemas, tendo-se reunido, em Julho-Agosto de 1960 a Conferência a que acima aludimos, em que delegados de vinte e nove países e três organizações internacionais (O. E. E. C., U. N. E. S. C. O., *International Atomic Energy Agency*) e ainda a *National Science Foundation* dos Estados Unidos, debateram os seus pontos de vista. Portugal não esteve presente nessa importantíssima reunião e, que saibamos, dela não

foi feito entre nós, até hoje, qualquer estudo ou simples referência.

Não cabe no âmbito desta simples nota fazer uma análise das conclusões desta reunião⁽²⁾, pretendendo-se apenas chamar a atenção para ela, visto parecer-nos que lá existem muitos tópicos de considerável interesse para o planeamento de qualquer reestruturação do ensino da Física a qualquer nível e muita matéria de reflexão para os responsáveis por esses planeamentos. A simples enumeração dos assuntos tratados justifica, em princípio, o que acabámos de dizer. Foram os seguintes os temas desta conferência: 1.º A física como parte da educação geral; 2.º Exames de física; 3.º A selecção dos estudantes; 4.º A actividade do «American Physical Science Study Committee»; 5.º O lugar do trabalho de laboratório no ensino da física; 6.º A preparação do pessoal docente; 7.º O ensino da física post-formatura; 8.º O uso da televisão e dos filmes no ensino da física; 9.º O ensino da física para engenheiros, químicos e outros estudantes de ciências; 10.º O ensino da matemática; 11.º O papel das organizações profissionais dos físicos.

Durante a conferência estiveram abertas duas exposições, uma de livros de física para todos os graus de ensino, e outra de material de laboratório com fins pedagógicos. Para ilustração das potencialidades dos meios audio-visuais como preciosos auxiliares no ensino da física, foram exibidos diversos filmes de carácter estritamente pedagógico, produzidos por entidades especializadas, algumas delas de índole não comercial, como o célebre *Cavendish Laboratory*, o *Physical Science Study Committee*, a *U. S. Atomic Energy Commission* ou o *Ministère de l'Éducation Nationale* de França. Em diversas sessões, foram exibidos 44 filmes, com tempos

(2) Encontram-se publicadas as actas da conferência com o título «Proceedings of the International Conference on Physics Education» Paris, 1960 — Edited by Sanborn C. Brown and Norman Clarke — Norwood (Massachusetts), 1960.

de projecção variando entre 8 e 55 minutos, sendo a maioria à volta de 20 minutos. A simples leitura dos títulos destes filmes sugere-nos — pensando nas possibilidades do cinema — o interesse que eles podem ter para a percepção de fenómenos ou leis de difícil apreensão ou realização em experiências laboratoriais. Assim, entre muitos outros, citemos: «Movimento browniano»; «Luz polarizada aplicada aos objectos isótopos»; «Semelhanças no comportamento das ondas» (descrição das diversas propriedades comuns a todo o movimento ondulatório); «Princípios do transistor»; «Cristais»; «Forças» (introdução ao estudo das forças de natureza mecânica, gravitacional, eléctrica e nuclear; experiência de Cavendish); «Difracção e interferências»; «Efeito Doppler»; «Movimento harmónico simples».

Quando teremos, entre nós, um organismo que se ocupe, à escala nacional e de um modo efectivo, da catalogação, importação, produção, intercâmbio e distribuição de filmes e diapositivos com interesse para o ensino das ciências? Quando entrarão estes meios de ensino nas nossas escolas e universidades, como «rotina pedagógica»? Não em sessões mais ou menos solenes com foros de acontecimento, nem com o aspecto de diversão distraída; mas como instrumento de trabalho, fazendo parte da aula e integrado na matéria exposta pelo professor. Deveria tratar-se de um auxiliar pedagógico tão corriqueiro como a experiência ocasional ou o mapa que se mostra...

Mas voltemos à conferência. Um dos aspectos salientes dela foi a apresentação, pelo Prof. J. R. Zacharias, do Massachusetts Institute of Technology, do trabalho realizado pelo «Physical Science Study Committee» (PSSC). Que é este organismo? Na sua comunicação, o Prof. Zacharias define-o nos seguintes termos: «O PSSC é uma empresa conjunta de professores universitários e das escolas secundárias para desenvolver um curso de física renovado nestas últimas escolas. O projecto foi iniciado em 1956 com fundos fornecidos pela *National Science*

Foundation e tem continuado com fundos suplementares. A Fundação Ford e a Fundação Alfred Sloan contribuíram igualmente para este programa. Este trabalho faz parte de um movimento nos Estados Unidos para melhorar a educação científica nas escolas secundárias. Outros grupos semelhantes estão trabalhando nos sectores da biologia, da química e da matemática».

A primeira tarefa do PSSC foi projectar e promover a execução dos instrumentos de trabalho necessários ao estudante e ao professor para o novo curso. Assim, foram redigidos dois livros de texto, um destinado ao aluno e outro a servir de guia para o professor. Ao primeiro destes livros⁽³⁾, bem como à estrutura do curso, pensamos dedicar uma outra nota. Trata-se de uma obra, a todos os títulos excepcional, que bem merece ser divulgada entre nós; do segundo, ainda não nos foi dado conhecimento directo. Os dois livros são completados por um guia de trabalhos práticos, em estreita relação com os livros de texto, pois o curso foi estruturado de modo a que teoria e experiência se completem mutuamente. Por outro lado, este guia não constitui uma colecção de receitas destinadas a levar o aluno a fazer mecânicamente as experiências descritas, sem nelas reflectir. Com efeito, o guia apenas sugere o modo de execução e leva o aluno à redescoberta do fenómeno em estudo. Através de todo o guia são formuladas muitas questões; para encontrar as respostas, é necessário reflectir quer sobre o que se aprendeu na teoria quer sobre o trabalho realizado. Por vezes é necessário levar a própria experiência mais longe.

O PSSC teve também o maior cuidado em projectar todo um novo tipo de material para a realização dos trabalhos práticos. Procurou-se que o equipamento científico

(3) Em artigo anterior, publicado em *Gazeta de Física* foi-lhe feita uma breve referência, assim como uma crítica a um dos seus capítulos; cf. Rómulo de Carvalho: «O ensino da cinemática por meio de gráficos» — G. de F., 4: 97, 1963.

necessário não só obedecesse aos critérios pedagógicos, expostos como fosse de grande simplicidade e de baixo preço de custo. De início, foi mesmo pensado que uma grande parte dele fosse executado na própria escola; dificuldades técnicas óbvias fizeram desistir desse intento sendo então proposto a diversas empresas fabricantes de material de laboratório que construíssem o equipamento com as características estudadas pelo PSSC⁽⁴⁾; ele existe hoje à venda, quer em conjuntos destinados à realização de todo o curso, quer em peças separadas, o que permite integrar algumas destas experiências nos cursos baseados noutras concepções pedagógicas.

Dissemos acima que pensamos dedicar uma outra nota à estrutura deste notável curso de física. Nessa ocasião, trataremos igualmente do plano dos trabalhos práticos e do material concebido para a sua realização.

Como complemento dos instrumentos de trabalho para a boa execução deste curso de física, o PSSC projectou e fez executar

⁽⁴⁾ O catálogo do material usado no curso do PSSC pode ser obtido em *Macalaster-Bretnell Company* - 243, Broadway - Cambridge 39, Massachusetts, U. S. A.

numerosos filmes pedagógicos⁽⁵⁾, destinados a ampliar o conhecimento objectivo do estudante acerca dos fenómenos estudados. Neste sentido, os filmes constituem uma ampliação, sem descontinuidade, das observações realizadas no laboratório. Assim, por exemplo, o estudante avalia, num trabalho de laboratório, as dimensões de uma molécula de óleo a partir de medidas em películas delgadas produzidas na água por gotas de óleo. Esta experiência é continuada por um filme que mostra como se executam medidas do mesmo tipo, impossíveis de realizar num laboratório escolar. Diversos outros exemplos deste género encontram-se no curso do PSSC. Deste modo, o estudante passa, quase insensivelmente, do elementar para o elaborado, da experiência clássica para as «novidades» da física. Isto necessariamente dá ao estudante a sensação de que também participa, à sua maneira, na ciência actual, que passa assim a fazer parte integrante do que aprende na escola. E não se diga que este facto não é importante no despertar da curiosidade e do interesse dos jovens estudantes.

⁽⁵⁾ Podem ser obtidas informações destes filmes em *Modern Talking Picture Service, Inc.* - 3, East Fifty-fourth Street - New York 22, N. Y., U. S. A.

PONTOS DE EXAME

EXAMES UNIVERSITÁRIOS (FÍSICA)

F. C. L. - Curso geral de Física - Exame final -
Julho de 1963.

498 - A) 1 - Lei das áreas.

2 - Módulo de Young; coeficiente de Poisson e sua limitação.

3 - Compensação da escala de um barómetro de mercúrio.

499 - B) 4 - Transmissão do calor.

5 - Defina grau centígrado normal. Importância do diagrama de Clapeyron.

6 - Terceiro princípio da Termodinâmica.

500 - Um cilindro de revolução de eixo vertical está dividido em dois compartimentos estanques por um êmbolo (1000 g), móvel sem atrito; em cada compartimento há 0,02 molécula-grama de gás perfeito.

A que temperatura são de 21,6 e 25,1 cm as alturas das colunas gasosas? Tome $R = 8,31 J/^\circ K$, $g = 980 \text{ cm/s}^2$.

R: Designando por p_1 e p_2 as pressões do gás respectivamente no compartimento inferior e superior, por v_1 e v_2 os respectivos volumes e por p e S o peso