

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Direcção: J. Xavier de Brito — Rómulo de Carvalho — Armando Gibert — Lídia Salgueiro

Vol. II, Fasc. 8

Abril de 1952

2. QUESTÕES DE ENSINO

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO ELEMENTAR DA FÍSICA

Em 1753 saiu do prelo da oficina de Miguel da Costa, Impressor do Santo Ofício, a tradução portuguesa da «*Origem antiga da Fysica moderna*» do padre Noel Regnault, da Companhia de Jesus. Depois da indispensável dedicatória ao Marquês de Pombal, depara-se-nos um extenso e substancial prefácio, da autoria do tradutor, intitulado: «Dá-se o motivo da tradução desta Obra, em que se propõe a Portugal o verdadeiro methodo de estabelecer o estudo necessario da Fysica».

Aponta-nos o tradutor (João Carlos da Silva) o estado deplorável em que as Ciências se encontravam entre nós, os prejuizos que o atraso nos conhecimentos científicos nos poderia acarretar, afastando-nos do nível alcançado por outras Nações, e a necessidade urgentíssima de pôr cobro à situação criada. Em seu entender declarava-se convencidíssimo de que os Portugueses rapidamente se tornariam os primeiros na Ciência, mal o governo da Nação os pusesse a par das investigações dos contemporâneos e em condições de continuá-las.

Floreando o estilo com grandes pinceladas de retórica, escrevia o tradutor:

«Nasceram as ciências, onde nasceu o mundo. Na Ásia tiveram o seu primeiro principio, ou Oriente, e em Portugal hão-de ter o seu último fim, ou ocaso. Nas outras Monarquias têm os primeiros rudimentos, e na nossa a última perfeição. Passaram as ciências, como os Impérios. Ao dos Assírios e Caldeus chegaram salvas do dilúvio naquelas duas

colunas, em que as gravaram os filhos de Adão, e Noé. Passaram aos Persas, e Medos, destes aos Gregos, depois aos Romanos, dos quais se derivaram aos seus sucessores na Itália e Alemanha: destas passaram a França, daqui a Inglaterra, depois a Espanha, e últimamente a Portugal».

«Cuidam erradamente alguns, que por ser Portugal o último nesta situação do mundo, o é também na cultura das ciências, sem advertirem que a perfeição destas se consegue igualmente pelo discurso dos homens, que pelo dos tempos; e que por isso mesmo que chegam as ciências a Portugal mais tardias, chegam mais perfeitas. Nos outros Reinos se examinam, e purificam do que é mau; e em Portugal se gozam, e aproveitam unicamente do que é bom. São as ciências, como as águas do mar, que nas primeiras terras, onde chegam, vêm salgadas, e nas últimas vêm doces. Nas primeiras deixam o sal, que irrita; e nas segundas a doçura, que recreia». E, mais adiante: «No dilatado campo da Filosofia natural bem podemos principiar os últimos e sair os primeiros, como os operários do Evangelho»...

Passaram-se duzentos anos e, nas frequentes meditações a que um professor se sente inclinado para dar balanço ao que ensina, quantas vezes perguntamos a nós próprios se, realmente, se teria conseguido despertar, nos Portugueses, o gosto pelos estudos de Física.

Parece fóra de dúvida que uma das razões

de maior peso na deficiência ou eficiência dos resultados do ensino da Física provém do modo como ele se ministra e se assimila nos primeiros anos de convívio com esses estudos. Se, no ensino liceal, não se administrar uma boa meia dúzia de informações sólidas sobre conceitos fundamentais, corre-se o risco de, nos anos futuros, universitários, se amontoarem noções que se reproduzem oralmente sem hesitação mas que não têm eco na consciência do aprendiz. Se houver, em cada curso apenas uma minoria capacitada para a compreensão dessas noções fundamentais, parece-nos preferível não sacrificar o restante a um futuro muito incerto que a ninguém aproveita nem aos próprios, nem à comunidade a que pertencem.

O programa actual de iniciação à Física, no 2.º ciclo do ensino liceal, veio pôr em evidência um erro grave nos processos adoptados até aí nesse mesmo grau de ensino, erro que os programas anteriores mantinham encobertos e cujas consequências nos parecem ter sido funestas. Preocupa-se o programa actual (referimo-nos exclusivamente ao do 2.º ciclo) em ensinar pouco, escolhendo desse pouco o que possa ter maior interesse para os subsequentes estudos de Física. Insiste-se também em que o ensino deve ser ministrado por via experimental como é da própria natureza dos estudos de Física. Ambas as determinações parece merecerem o sufrágio de todos e, uma vez cumpridas, não cremos que se lhes possa levantar alguma grave crítica.

A novidade do programa que, para nós, é extremamente grata, reside na condenação *quase total* do ensino das expressões matemáticas que sintetizam leis quantitativas e a que é uso chamar «fórmulas». A novidade tem seu quê de impressionante por vir perturbar hábitos de pensamento e de processos que nem todos entenderão ser conveniente modificar.

Vamos dar um exemplo daquilo que, no pensamento de quem escreve estas linhas, constitui um excelente progresso no ensino elementar da Física, conforme o exigem os actuais programas.

Suponhamos que o professor vai iniciar o estudo da Calorimetria. Qualquer que seja a orientação do ensino, o professor não deixará de tocar, sucessivamente, nos seguintes pontos: informação de que a quantidade de calor é uma grandeza mensurável; definição de calor; definição de calor específico de uma substância. A partir desta última definição o professor estabeleceria, nos programas anteriores, a expressão matemática $Q = mc\theta$ como fecho de toda a construção anterior. O aluno ficava assim de posse de um instrumento de síntese (a «fórmula») ao qual recorria sempre que lhe propunham a resolução de quaisquer questões relativas aos seus conhecimentos elementares de Calorimetria. Seguia-se então a prática dos exemplos numéricos que se encontram abundantemente representados nos Epítomes e nas colecções de pontos de exames espalhadas aos quatro ventos para mecanização dos conhecimentos: «Calcule a quantidade de calor necessária para elevar de 20° C a temperatura de 50 g de ferro. Calor específico do ferro: 0,114». O aluno lia o enunciado, localizava o problema no capítulo correspondente da Física, percorria mentalmente a lista das «fórmulas» usadas nesse capítulo e agarrava naquela: $Q = mc\theta$. O resto estava feito: $50 \times 0,114 \times 20 = 114$. E, na maioria dos casos, assim terminava a resolução no número 114, sem mesmo lhe acrescentar qualquer símbolo de unidade, no mais completo desinteresse pelo significado físico da quantidade calculada. Estava feito o essencial: a conta. Faltava-lhe acrescentar o símbolo de calor? Abatia-se qualquer coisa na cotação total do ponto. Tudo, não, porque o aluno fizera a «conta». Sabia a «fórmula» e sabia as regras da multiplicação. Eis tudo.

Em vários Epítomes este problema correspondia a um certo Tipo I a que se seguia o Tipo II que consistia em propôr a seguinte questão: «Fornecem-se 114 calorias a uma dada massa de ferro cuja temperatura se eleva de 20° C. Calcule a massa do pedaço de ferro. Calor específico do ferro: 0,114». Este Tipo II consistia em tirar o valor de m

da «fórmula» $Q = mc\theta$, em substituir as letras pelos seus valores e em fazer as respectivas contas. O Tipo III, que se lhe seguia, consistia em calcular o calor específico e o Tipo IV em calcular o valor da elevação de temperatura sofrida. Esgotadas assim todas as variantes aritméticas seguia-se uma lista de problemas que se enquadravam em cada um daqueles Tipos e que consistiam em substituir o ferro pelo cobre, pelo estanho, ou mesmo por «um certo metal chamado cádmio» que tornava o problema mais surpreendente. Para nobilitar a questão e pôr à prova os méritos singulares de algum aluno, aparecia às vezes mais um problema em que, em vez do valor da massa do ferro, se dava o valor do volume da mesma! O aluno vulgar desistia. «Falta-lhe um dado» — pensava. Os melhores, desconfiados no primeiro momento, recompunham-se, iam ao saco das «fórmulas», puxavam do $m = \nu\mu$ (quando não era $m = \nu d$) e, sorridentes, faziam as «contas».

Estas cenas repetiam-se ao longo dos dias dos anos lectivos e ao longo das páginas dos Epítomes, com meticulosos conselhos para enfileirar os dados do problema à esquerda do quadro ou do papel, não fosse, por isso, haver engano nas «contas».

Onde se encontram, nesta abominável mecanização dos conhecimentos, os conceitos da Física? Onde estão os conhecimentos de Física do aluno que escreve $Q = mc\theta$, que substitui as letras pelos seus valores numéricos e que faz as respectivas «contas»? Saberá ele o que é calor específico de uma substância? Saberá o significado do número que o representa? Saberá qual o símbolo que acompanha esse valor numérico e qual o seu significado? Saberá o que é uma caloria? Saberá por que interessa a massa do corpo, e não o seu peso, nos fenómenos caloríficos? Saberá traduzir, aritméticamente, independentemente da «fórmula», a proporcionalidade entre os valores das grandezas que nela figuram?

A prática que temos do ensino faz-nos responder negativamente a todas estas perguntas. O normal tem sido os alunos desco-

nhecerem todos ou quase todos estes pormenores, sem prejuízo de «saberem» resolver o problema. Nisto consiste o êrro a que há pouco aludimos, que se mantinha encoberto nos programas anteriores.

Actualmente o programa não defende o ensino das «fórmulas» no 2.º ciclo. O aluno conhece — e tanto quanto possível através da observação experimental — as relações quantitativas entre os valores das grandezas que participam dos fenómenos. Em particular tem de conhecer claramente o *significado das constantes físicas* com que trabalha, e é a partir desse significado, e não das «fórmulas», que faz as suas aplicações numéricas. Recorrendo ao exemplo dado anteriormente, os problemas elementares de Calorimetria serão resolvidos a partir da definição de calor específico. O aluno é forçado a repeti-la mentalmente quando quer resolver um problema numérico e a sua resolução não pode deixar de ser raciocinada.

Não pretendemos, de modo nenhum, proclamar a inutilidade, no ensino, das expressões matemáticas que sintetizam as leis físicas. Bem sabemos que representam uma economia de pensamento que é indispensável a quem se utiliza delas. Nós, professores, que construímos as nossas sínteses, que temos consciência do significado, das «fórmulas», que somos capazes, em qualquer momento, de dissecá-las e de separá-las em todos os pormenores do seu conteúdo, usámo-las, nos processos de pensamento, e disso só tiramos proveito. Os estudantes universitários e os liceais do 3.º ciclo, podem tirar delas o mesmo proveito que nós. Mas os outros, os principiantes, aqueles que estão a carrear elementos para as suas construções mentais, esses só poderão tirar uma consequência do uso cego de tais expressões; o adormecimento do raciocínio e a mecanização dos processos que empregam.

Há quem discorde do processo que defendemos argumentando que os alunos assim têm mais dificuldade em resolver as questões que se lhes põem. Sem dúvida que a têm. O rendimento escolar tem-se ressentido disso. É infinitamente mais fácil substituir letras de

«fórmulas» por números e fazer as contas, do que raciocinar sobre o tema proposto. Se a finalidade do ensino elementar da Física for treinar os estudantes na aplicação de «fórmulas», louvemos os Epítomes e a legião de explicadores incansáveis que, penosamente pisam e repisam os problemas dos Tipos I, II, III e IV. Se a finalidade for levar o aluno a interpretar os fenômenos elementares do mundo físico em que vivemos e criar-lhe os conceitos sobre os quais construirá os seus estudos subsequentes de Física, se a eles se dedicar, então procuremos meditar sobre esta feliz tentativa de racionalização da nossa

pobre Física. Muito desejaríamos que, com as «fórmulas», desaparecessem, do estudo elementar desta ciência, aqueles pedaços de gelo que caem do alto sobre superfícies isentas de condutibilidade calorífica, aquelas esferas que rolam sem atrito ao longo de planos inclinados, aquelas barras sem pêso que se apoiam em suportes indeformáveis e outras fantasias onde se observa uma única preocupação: substituir as letras das «fórmulas» pelos seus valores numéricos e efetuar as respectivas «contas».

RÓMULO DE CARVALHO

PROFESSOR NO LICEU D. JOÃO III, EM COIMBRA

QUESTÕES LICEAIS

Os livros de física para o ensino liceal podem classificar-se em três tipos: os denominados compêndios de física, os bem conhecidos livros de problemas de física e os guias de trabalhos práticos de física.

Todos eles vão satisfazendo melhor ou pior as necessidades presentes.

É por intermédio dos primeiros que o aluno liceal adquire as noções básicas da física liceal de modo a conhecer os mais importantes fenômenos físicos, fazendo a aplicação dessas noções na resolução de problemas, e iniciando-se na experimentação com a ajuda dos livros do terceiro tipo.

Estas considerações visam a abordar a desconexão existente entre os dois primeiros tipos de livros, e a falha dos compêndios do 2.º e 3.º ciclos tais como até agora se têm apresentado no capítulo dos problemas.

Se a elaboração de um bom compêndio e de um bom livro de problemas é, de certeza, fruto de um trabalho exaustivo para os autores, e portanto digno de nota, não há dúvida que um compêndio de física com problemas de aplicação adequados á matéria exposta em cada capítulo e de coordenação dos vários capítulos, exigirá trabalho mais árduo mas com resultados superiores para o estudante liceal.

Não seria muito mais vantajoso que o aluno encontrasse no próprio compêndio os problemas de que necessita para o seu estudo, do que ir procurá-los noutra livro quase sempre de autor diferente e conseqüentemente com estrutura, notações, etc., por vezes inteiramente diversas?

A prática é a mestra de todas as sabedorias e o aluno para bem saber resolver problemas tem que praticar bastante.

A questão que aqui se põe não é a da extinção dos livros de problemas, nem da prioridade da sua situação num ou noutra livro.

Não deve interessar como elemento fundamental a apresentação de vários tipos modelos seguidos de uma série mais ou menos longa de problemas, nem a apresentação de um grupo de problemas no fim de cada capítulo ou no fim do livro.

Isso só conduzirá no primeiro caso a uma mecanização do ensino e na segunda hipótese a um simples aumento de páginas para o compêndio.

É corrente em todos os livros didáticos de matemática, escritos em língua portuguesa, a existência de exercícios de aplicação, e nem por isso se põe de parte o uso de livros de problemas pois que eles são simultaneamente fonte de obtenção de prática e recurso que