

## A PROPÓSITO DE UMA CADEIRA DE ÓPTICA

Durante muito tempo, entre nós, o ensino da Óptica esteve anacrônicamente ligado a matérias de facto distintas na chamada cadeira de Acústica, Óptica e Calor...

A Reforma recente que criou a licenciatura em Ciências Geofísicas, por razões que aliás não me parecem óbvias, incluiu também modificações do plano de estudos da licenciatura em Ciências Físico-Químicas. Entre estas, a mais notável e progressiva é a da criação da cadeira anual de Óptica, tendo como precedência um Curso Geral de Física, anual também. (Infelizmente a Electricidade não é, como deveria ser, precedência da Óptica).

Uma tal inovação veio colocar num plano inteiramente diferente a organização dos estudos de Óptica. Até aqui, deve ter sido um verdadeiro pesadelo, para os mestres regentes da extinta cadeira, a ordenação das matérias dispare, os assuntos a incluir e a excluir, a extensão relativa dos capítulos, a distribuição dos trabalhos práticos, etc..

E, por isso, é de louvar a criação de uma cadeira de Óptica, embora venha a propósito dizer que não se compreende porque não se criou simultaneamente uma cadeira semestral de Acústica e não se transformou em anual a cadeira de Termodinâmica... A precedência obrigatória do Curso Geral de Física, excelente iniciativa,<sup>(1)</sup> perde assim muito do seu interesse por falta de cadeiras «de especialidade» que venham consolidar a formação básica, indispensável, que ele deve conceder. Pense-se por exemplo que, em nenhuma destas cadeiras de especialidade — apenas 2 anuais (Óptica e Electricidade) e 2 semestrais (Mecânica Física e Termodinâmica) — cabem, necessariamente (embora possam ser incluídos), assuntos tão vastos e fundamentais como Física Molecular, Física atômica e Física Nuclear! Ora, será legítimo admitir que um

físico dos nossos tempos ignore totalmente, ou quasi, questões tão importantes como são, por exemplo, a espectrografia infra-vermelha, os raios X, a cisão nuclear e a radiação cósmica, ou que só saiba destas questões essenciais do seu curso, praticamente o mesmo que qualquer pessoa culta pode encontrar nas numerosíssimas revistas científico-recreativas que se publicam por esse mundo fora? A verdade é que, com o desenvolvimento actual da Ciência, o problema da cultura especializada só pode resolver-se por meio de cadeiras livres, em que as matérias versadas variem frequentemente...

Por outro lado toda a orgânica do ensino da Física (e provavelmente, também, de outras ciências) enferma, entre nós, dum mal gravíssimo: a não consideração das duas formas do desenvolvimento científico, teórica e experimental.

Se se disser que o nosso ensino é de natureza experimental, verificar-se-á que é absolutamente insuficiente, bastando para isso pensar nas dotações minguadas dos nossos Laboratórios, na escassez de aulas práticas, na exiguidade dos locais, na assombrosa desproporção entre o número de assistentes e o de alunos, na duração dos tempos lectivos, etc..

Se se disser que ele é de feição teórica, ter-se-á um desmentido imediato nos programas das cadeiras, na ausência de Seminários, na própria tendência da grande maioria dos nossos professores e encarregados de curso, etc..

E, por isso, é frequente ouvir dizer-se que o nosso ensino tem uma feição mixta, que abrange harmoniosamente os dois «aspectos», teórico e experimental, da Física, embora se insista um pouco mais no «lado» experimental... Quem assim se pronuncia fecha evidentemente os olhos (conscientemente, «sabotando» o nosso progresso, ou inconscientemente), à baixíssima eficiência do nosso curso comprovada, entre outros, pelo facto de, em tantos anos de existência, não ter ainda dado

<sup>(1)</sup> Esta ideia não é aliás nova e alguém já a tinha inspirado ao legislador duma reforma anterior.

lugar a nenhuma profissão definida: como se a existência do Instituto Superior Técnico, por exemplo, não implicasse a da profissão de engenheiro!

De facto o nosso curso, híbrido em si, tem estado muito mal orientado na própria organização interna das partes. Qualquer destas, e em particular a Física de que aqui nos ocupamos, é ao mesmo tempo experimental e teórica, e isto não pode ser ignorado ou amesquinhado na organização do seu ensino. É facto que a Física é uma ciência experimental, mas isto quer dizer que as suas leis devem ser *verificadas* pelos resultados de experiências objectivas, e de modo algum que *procedam* necessariamente de investigações experimentais. São tantos os exemplos a confirmá-lo que seria injurioso recordar algum...

E agora é fácil compreender que a boa orgânica, do ensino da Física é aquela em que as aulas (aliás entre nós *chamadas* teóricas) sejam predominantemente de Física Teórica (embora incluindo as indispensáveis referências a aparelhos típicos de investigação experimental) e em que as aulas práticas sejam efectivamente aulas de Física Experimental. Numa tal orgânica o Curso Geral de Física deveria ter dois anos, com carácter descritivo, e as cadeiras livres deveriam repartir-se por assuntos teóricos, ensino de técnicas experimentais especializadas, ramos de construção empírica, resultados experimentais não confirmados por teorias existentes, etc.

\* \* \*

Ao fazer estas rápidas e incompletas referências aos aspectos que nos parecem susceptíveis de melhorar o ensino da Física, quize-mos apenas chamar a atenção para o facto de, mesmo nas circunstâncias actuais, não ser óbvia nem simples a organização do programa da cadeira de Óptica e seu ensino.

Mas este facto será ainda reforçado se considerarmos que, além das duas formas de desenvolvimento, teórica e experimental, da Física, esta ciência tem ainda uma terceira forma, já talvez não de desenvolvimento, mas sem dúvida de cultura: a das aplicações.

Chamaremos Físicos técnicos àqueles que se dedicam ao *estudo* das aplicações da Física: aperfeiçoamento das existentes, investigação de outras (e mesmo àqueles que *aplicam simplesmente* os resultados da Física desde que actuem como físicos). Os físicos técnicos espalham-se imediatamente por três ramos distintos, quanto aos objectivos pelo menos 1) os das repartições do Estado (com funções essencialmente fiscalizadoras: investigação criminal, serviços alfandegários, museus, bibliotecas, repartições de Pesos e Medidas, etc. ou mesmo investigatórias: hospitais, material de guerra, Correios e Telégrafos, Centros de Investigação, etc.; 2) os das outras Ciências (biologia, química, medicina); 3) os da Indústria.

É evidente que o nosso curso não forma físicos destes, não por intenção, mas porque não basta para tais práticas o conhecimento, mesmo perfeito, dos compêndios do ensino liceal e porque pouco mais se pode esperar dos nossos alunos médios, alguns anos após o fim dum tal curso.

Deveria então formá-los deliberadamente?

Cremos que não, pois, pelo menos por agora, a procura de tais físicos é praticamente nula *entre nós...* Aliás, haverá algum país onde se formem taxativamente físicos técnicos?

A solução está em formar *físicos*, simplesmente *físicos*! Se o Curso fornecer a base sólida da formação profissional, depressa a *prática* da profissão dará a cada físico aquela cultura especializada de que só ele precisa, que o Curso não lhe podia dar, mas cuja aquisição foi tornada possível pela *seriedade* dos estudos feitos.

Portanto, num Curso de *Física*, não se trata de ensinar física aplicada. A aplicação daquilo que sabemos bem é sempre fácil, relativamente, mas seria ilusório sacrificar o conhecimento da própria ciência que se pretende aplicar ao de circunstâncias particulares desta ou daquela técnica aplicada...

Assim, neste momento, a necessidade de criar a *profissão* de físico técnico não deve interferir na organização do Curso. Se este formar, como deve, físicos, estes por seu turno

saberão aplicar os princípios gerais da sua especialidade a qualquer técnica particular a que se dediquem, saberão ser, numa palavra, *profissionais*.

No entanto, sucede por vezes que a intervenção da física numa técnica (ou ciência) determinada é tão forte que, se essa técnica (ou ciência) tiver um grande desenvolvimento, chega a justificar-se a criação de cursos ou ramificações especiais para a formação dos físicos destinados à respectiva profissão. Até entre nós isso se deu, precisamente com a criação da licenciatura em Ciências Geofísicas. O mesmo tem sucedido noutros países, onde existem cursos, ou ainda Institutos, de Hidrodinâmica, de Astronomia, de Biofísica, de Radiologia, de Optica Instrumental, etc..

Excluídos estes casos, por *exigirem* um estudo apropriado, sempre complexo, fica assim claramente posta a necessidade de *atender* à existência duma Física Aplicada, de vastíssimas proporções, na organização dum Curso de Física (ou na do programa de qualquer das suas cadeiras). Por isso, para além daquelas bases mínimas que devem produzir físicos em 4 anos, há que escolher os assuntos por forma a preparar para as mais frequentes solicitações da *vida prática*, como aliás se procura conseguir em todos os cursos.

Não tentaremos fazer a análise do nosso curso à luz destes princípios gerais, limitando-nos aqui ao estudo da organização da Cadeira de Óptica, embora acompanhado de considerações de ordem geral que nos parecem indispensáveis.

De facto, seria alongar inoportavelmente este artigo, além de ser de eficiência muito duvidosa, procurar detalhar um programa de Óptica, ou mesmo justificá-lo apenas nas suas linhas gerais. Porém, julgamos de algum interesse tentar completar as considerações que precedem, esclarecendo, ou ilustrando com exemplos, alguns modos *possíveis* de atender aos vários pontos focados. Note-se que as nossas opiniões não passam de um *ensaio* e que muito do que se vai apontar não se considera *completo* nem exclusivo de outras orien-

tações, igualmente justificáveis, pelo menos sempre que não se afirme o contrário.

Conforme anotámos, há então a considerar, em particular na Óptica, a parte teórica, dominante nas aulas «teóricas» e a parte experimental (com estudo de livros de texto *também*, evidentemente) quasi exclusiva das aulas do Laboratório. Mas, para evitar sobreposições ou, pior, contradições, deve ponderar-se cuidadosamente a distribuição dos temas de estudo por estes dois tipos de aulas. Um exemplo bastará talvez para tornarmos claro o critério que nos parece dever seguir-se a este respeito. Para isso consideremos dois assuntos que é muito provável encontrar em qualquer curso anual moderno de Óptica: o estudo dos interferómetros e o efeito Zeeman. Ao contrário do que se poderia supor, parece-nos (para um Curso que ainda não é de especialização) que o estudo dos interferómetros se deve incluir na aula teórica (onde é indispensável para a boa compreensão de muitas questões teóricas) e não na aula prática (por ser demasiadamente especializado) e que o efeito Zeeman deve pertencer ao programa de trabalhos práticos (por se prestar a demonstrar as profundas ligações teórico-experimentais da Física) e não ao programa teórico (porque, do ponto de vista teórico, se deve incluir na Física Atómica e não na Óptica).

Não quer isto dizer que não se deva trabalhar com um interferómetro no Laboratório ou não fazer a mínima referência ao efeito Zeeman na aula teórica: estudar é uma coisa, manejar ou descrever é outra...

Deverá ainda atender-se à influência da orientação profissional dos alunos (princípios de fotometria, fotografia, raios X, raios infra-vermelhos etc., variando os assuntos de ano para ano, atendendo a pedidos dos alunos, aproveitando-se de visitas de estudo, etc.).

Examinar-se-ão também os antecedentes e consequentes do Curso, a preparação matemática dos alunos e será legítimo exigir o perfeito conhecimento das matérias versadas no Curso Geral de Física<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ver nota 1 na página seguinte.

Mas, mesmo depois de considerar judiciosamente todos estes factos, não ficará *determinado* o programa do curso, pois será ainda necessário fazer a escolha do que se ensina e do que se exclui e, dentro daquilo que se ensina, da extensão relativa dos vários capítulos (vejam-se tratados clássicos de Óptica, como os de Drude, Wood, Born, Bruhat e os 4 volumes de 1000 páginas cada — do Handbuch der Physik).

Acima de tudo, não se poderá ignorar o carácter *ainda geral*, da Cadeira de Óptica, e sacrificar questões essenciais a uma especialização que só poderia ser perniciosa (por exemplo, não dar questões excessivamente restrictas como tecnologia das lentes — inútil — ou espectrografia dos raios X — particular).

Deverá no entanto ter-se em consideração, desde já, as tendências actuais da respectiva disciplina (elementos da teoria quântica da radiação)<sup>2</sup>, bem como a importância relativa, *para um físico*, dos seus vários capítulos (a Óptica Ondulatória é incomparavelmente mais importante que a Óptica Geométrica).

Será também conveniente mostrar a interdependência dos diferentes ramos da Física (Óptica e Mecânica, etc.) e não deixar de levar e aluno suficientemente longe para que ele tenha uma ideia das fronteiras actuais da Óptica (dualidade fotões-ondas, etc.).

E será ainda necessário ponderar na possível exigência, para exame, de matérias não versadas nos tempos lectivos (se estes não forem suficientes) a exemplo do que se faz e é notório — evitando embora exageros condenáveis — com a cadeira de Anatomia das nossas Faculdades de Medicina.

Será igualmente indispensável, por virtude da própria orgânica geral do curso, examinar a possibilidade de incluir nesta ou naquela cadeira, em particular na de Óptica, questões que logicamente deveriam pertencer a outras

cadeiras, mais especializadas, mas não existentes (raios X, princípios de Mecânica Ondulatória, noções de teoria quântica dos campos).

Este esquema é, evidentemente, muito sumário, mas não poderia ele servir desde já, aos físicos de boa vontade, de base para um estudo do problema do ensino da Óptica entre nós? Não poderia mesmo, eventualmente, servir de padrão ou, pelo menos, de incentivo, a estudos análogos relativos às restantes cadeiras de Física (estudos que se publicariam sucessivamente na Gazeta de Física)?

Finalmente, quanto às pessoas:

se o encarregado do curso for um especialista dum dos capítulos da Óptica (porque especialistas *de Óptica* só poderão existir presentemente no espírito de alguns ignorantes) deverá evitar de dar à sua especialidade um desenvolvimento excessivo; se for um especialista de outro ramo da Física não deverá tentar incluir matérias desse ramo que de outro modo não se justificariam.

Se o encarregado de curso não tiver uma especialidade definida, o que se vai tornando quasi impossível para as novas gerações, excluindo os incompetentes que sabem tudo, deverá antes de mais nada preocupar-se com a necessidade de o seu exemplo não afastar os seus alunos da especialização, isto é, da investigação.

Que isto é, em princípio, possível, todos nós o sabemos que tivemos o privilégio de tirar a extinta cadeira de Acústica, Óptica e Calor com o Professor Cyrillo Soares.

Mas, que esta notável excepção não nos iluda e sirva antes de confirmação à regra da especialização indispensável para a eficiência do ensino.

Não se trata só do especialista ensinar a sua especialidade (entre nós isto é *impossível* pois não há cadeiras *especiais* em nenhum curso de Ciências), mas sim da influência que a maneira de ser típica dos investigadores traz para o ensino, não só na sua substância como, e principalmente, na sua função *formativa*,..

<sup>1</sup> Por exemplo: a Óptica Geométrica, mas sem o princípio de Fermat. (Este aparecerá como caso limite das equações da Óptica Ondulatória, demonstrando-se a sua equivalência às leis de Descartes).

<sup>2</sup> Não nos referimos à teoria quântica da radiação térmica, de Planck.