



O PROFESSOR DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS: UM FÓSSIL DO NOSSO SISTEMA DE ENSINO

GUILHERME DE ALMEIDA

Licenciado em Física (ramo Educacional pela Faculdade de Ciências de Lisboa) e Professor do Colégio Militar, Lisboa
g.almeida@netc.pt

Em tempos idos havia licenciaturas em Ciências Histórico-Filosóficas, em Económico-Financeiras e, claro, em Físico-Químicas. Depois de uma licenciatura que só englobava componentes científicas (5 anos), os professores faziam as "pedagógicas".

Todas estas licenciaturas acabaram, desdobrando-se nas suas componentes. Ninguém vai hoje convencer um licenciado em História a ensinar Filosofia, nem vice-versa. Mas espera-se que um licenciado em Física ensine Química e que um licenciado em Química leccione Física no ensino secundário. O professor de Ciências Físico-Químicas é pois um fóssil de tempos idos, de quem se espera a versatilidade imensa, a sabedoria ciclópica, a prática laboratorial dupla e a técnica do camaleão.

As matérias são vastas e diversificadas, mesmo só na Física. Quantos tópicos diferentes ensina um professor de Física? E os programas tendem para maior profundidade e flexibilidade. Quem não acreditar volte a ler a velha Física de José A. Teixeira (antigos 6º e 7º anos dos liceus). Será viável, agora, vir juntar-lhe a Química?

No ensino básico, ainda podemos admitir a dupla valência, pois os programas são menos profundos e o professor ainda pode *tentar* ensinar a componente que não é a da sua formação. No entanto, no ensino secundário tal já não é admissível. O mesmo problema também se verifica se pedirem (obrigarem) um geólogo a ensinar Biologia no ensino secundário ou vice-versa.

AS LICENCIATURAS PARA O ENSINO

Nas licenciaturas em Física ou em Química do Ramo Educacional (anos 70 e 80), o aluno tinha a primeira disciplina "não científica" só no 4.º ano. Até aí todas as disciplinas eram científicas (ligadas à Física, à Química e à Matemática), com particular destaque para a área que dava o nome à licenciatura.

Embora claramente empobrecidas na sua bagagem científica, quando comparadas com as licenciaturas no ramo científico, as licenciaturas no ramo educacional davam uma formação científica de base razoável, em Física ou em Química, a que se seguiam depois, na continuação do curso, as disciplinas das áreas psico-pedagógicas, didácticas e metodológicas, culminando no Estágio Pedagógico (referidas como disciplinas "não científicas" apenas para as distinguir das outras directamente ligadas à Física, à Química e à Matemática). Estas licenciaturas, com a duração de 5 anos, preparavam efectivamente o futuro professor para o ensino da Física ou da Química (e também para Biologia, licenciatura que não referirei por se encontrar fora do contexto deste artigo).

As licenciaturas no Ramo Educacional, em Física ou em Química, tinham uma formação mínima da componente contrária (formação em Química para os físicos e vice-versa), intensificando a variante científica respectiva. Por exemplo, na licenciatura em Física havia duas cadeiras de Química, como os *Elementos de Química-Física* e a

Química Inorgânica Geral (sendo possível não incluir Química Orgânica). Pode dizer-se aproximadamente o mesmo, com as devidas adaptações, relativamente à licenciatura em Química do ramo educacional. Para simplificar designarei estas licenciaturas como "licenciaturas 2 em 1", sem qualquer sentido pejorativo, querendo com isto dizer "Física+componente pedagógica" ou "Química+componente pedagógica".

Actualmente as licenciaturas "2 em 1" já não se chamam Licenciatura em Física—ramo educacional e Licenciatura em Química—ramo educacional, mas a concepção "2 em 1" foi preservada sob a designação de Licenciatura em Ensino de Física e Química—Variante Física (*ou* Variante Química). O seu carácter "2 em 1", privilegiando a Física *ou* a Química, ainda dá margem para uma formação, na área científica respectiva, suficiente para os fins em vista.

Já existem licenciaturas em *Ensino da Física e da Química*, englobando *ambas* as componentes científicas, de modo a formar professores para esta dupla necessidade. Designarei estas licenciaturas como "licenciaturas 3 em 1", mais uma vez sem nenhum sentido pejorativo, querendo apenas significar "Física + Química + componente pedagógica". Neste caso, para atender às necessidades da formação em Física e em Química, a formação *em cada uma* das componentes científicas é ainda mais empobrecida: incluir suficiente formação em Química tem de implicar dar menos Física, e vice-versa (e ainda tem de haver "espaço" para as indispensáveis disciplinas da área da Matemática, a que nenhum físico nem nenhum químico pode eximir-se). Algumas destas licenciaturas "3 em 1" começam logo no primeiro ano a incorporar disciplinas psico-pedagógicas, o que pode empobrecer o seu conteúdo científico, e nalguns casos até incluem uma língua estrangeira nesse ano. E, como é óbvio, o "espaço" para as componentes científicas é o que sobra depois de descontadas as disciplinas das áreas psicopedagógicas, didácticas, metodológicas e outras.

Em suma, as licenciaturas em Ensino, na modalidade "2 em 1", podem produzir professores com a formação científica suficiente para ensinar as respectivas disciplinas no ensino secundário: disciplina de Física ou disciplina de Química. Mas não se deverá esperar que ensinem com igual qualidade a componente contrária (no ensino básico, a pequena formação inicial na componente contrária poderá ser suficiente). Por outro lado, as licenciaturas em Ensino da Física e da Química (licenciaturas "3 em 1") proporcionam formação científica (*em cada componente*)

necessariamente mais diluída que as licenciaturas "2 em 1". Faz-se formação inicial em *ambas* as componentes, o que faz escassear tempo e oportunidade para aprofundar uma e outra.

Não creio que seja possível, com acções de formação pontual em Química, "transformar" um licenciado em Ensino da Física num professor devidamente preparado para o ensino da Física e da Química com igual e adequada competência e sensibilidade em ambas as ciências. O mesmo se aplica aos licenciados em Ensino da Química, que não ganharão a necessária sensibilidade para a Física com acções de formação pontuais e avulsas de Física.

ENSINAR A OUTRA COMPONENTE CIENTÍFICA

Alguns dirão que um licenciado digno desse nome tem uma formação de base com elasticidade suficiente para se lançar em novos desafios: pode consultar, estudar, preparar-se para ensinar Química (se for de Física), ou vice-versa. Haverá quem diga isto com convicção. Porém, isso não basta no *ensino secundário*. O aluno (mesmo o mau aluno) consegue ver se o professor tem a sensibilidade própria de quem *fez, preparou, mediou e sente* aquilo de que fala, ou se apenas estudou num livro; se está à vontade ou se se está a "ajeitar" a dar Química sendo físico (ou vice-versa); se o seu discurso e gestos são seguros e experientes ou desajeitados e titubeantes. O aluno descodifica as atitudes do professor, mesmo nos momentos de silêncio: a linguagem corporal não mente.

Continuar a aceitar que isto aconteça não é bom, nem para o estudante, que tem direito a ser ensinado por um professor bem preparado, nem para o professor, que se vê forçado a caminhar em piso escorregadio, arriscando-se ao ridículo, a ensinar o que não sabe com a devida profundidade ou o que não sente com a necessária paixão. Há quem disfarce melhor e quem disfarce pior, mas, no fundo, como diz a velha história, *o rei vai nu*.

Apesar de nunca ter caçado, posso ler vários livros sobre este tema, documentar-me e preparar-me, de modo a apresentar uma palestra/acção de formação sobre a caça à perdiz. Porém, o auditor atento, sobretudo o que já caçou ou viu caçar, perceber-se-á imediatamente do meus conhecimentos meramente livrescos na matéria e dirá: *"este fulano está aqui a falar, mas, pelo que ouço e pela forma como o diz, é evidente que nunca esteve numa coutada e nunca pegou numa arma de caça!"*

UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO

Pelas razões anteriormente referidas, não creio que as licenciaturas "3 em 1" resolvam o problema do ensino das Ciências Físico-Químicas. Para ultrapassar o problema têm-se procurado soluções que passam pelo ensino das duas componentes desta disciplina por professores licenciados nas respectivas áreas. No 12.º ano o problema está resolvido, sob a forma de disciplinas independentes, como sabemos. Alguém já propôs que se fizesse, no 10.º ano e no 11.º ano, o mesmo que no 12.º ano. No entanto, isso implicaria um aumento do número de disciplinas, o que é de evitar.

O ensino por meio de um par pedagógico (professor de Física+professor de Química, a exemplo do que sucede na disciplina de Educação Visual e Tecnológica) é outra opção em aberto. Outros ainda propuseram que se dividisse o ano lectivo a meio, de tal modo que umas turmas do ensino secundário começariam pela Física (ensinada por físicos) e outras começariam pela Química (ensinada por químicos). A meio do ano os professores trocariam de turmas. Esta solução implicaria que os professores mudassem de horário em Fevereiro, o que desagradaria a alguns deles (e haveria também o problema dos alunos que fossem transferidos de escola a meio do ano lectivo). A recente ideia de dividir o ano lectivo em dois semestres, proporcionando a avaliação e a passagem (ou não) de ano independentes para a Física e para a Química (10.º e 11.º anos) poderia facilitar esta solução, mas persiste a mudança de horário dos professores a meio do ano, o que pode criar complicações. Proponho um sistema diferente. Seguindo a minha sugestão, no 10.º ano só se leccionaria Química (Química do 10.º ano+Química do 11.º ano); e no 11.º ano só se ensinaria Física (Física do 10.º ano+Física do 11.º ano). Proponho a Química primeiro porque, ao nível do ensino secundário, exige menos pré-requisitos de Matemática do que a Física. É claro que a Química "10/11" do 10.º ano seria preferencialmente leccionada por um professor com formação académica em Química. Do mesmo modo, a Física "10/11" do 11.º ano seria leccionada por um licenciado em Física.

Quando me perguntam a profissão, digo sempre que sou professor de Física (nunca disse "de Química", nem sequer de "Física e Química"). Sou professor de Física, por gosto e vocação, mas também de Química, por uma anacrónica obrigação.

HUMOR

SOBRE A TEMPERATURA DO INFERNO

O Dr. X (vamos manter o anonimato), do Departamento de Física da Universidade de Y, é conhecido por fazer perguntas do tipo "Porque é que os aviões voam?". A sua única questão numa prova final da turma de "Transmissão de Momento, Massa e Calor" foi: "O Inferno é exotérmico ou endotérmico? Justifique a sua resposta".

Vários alunos justificaram as suas opiniões baseados na Lei de Boyle ou numa variante da mesma, mas um aluno escreveu o seguinte:

"Em primeiro lugar, postulamos que, se as almas existem, então devem ter alguma massa. Se tiverem, uma mole de almas também tem massa. Então, em que percentagem é que as almas estão a entrar e a sair do Inferno? Eu acho que podemos supor seguramente que uma alma, uma vez entrada no Inferno, nunca mais sai. Por isso, não há almas a sair. Para as almas que entram no Inferno, vamos dar uma olhadela às diferentes religiões que existem no mundo hoje. Algumas dessas religiões pregam que, se não se pertencer a ela, se vai para o Inferno. Como há mais de uma religião desse tipo e as pessoas não possuem duas religiões, podemos prever que todas as pessoas e almas vão para o Inferno. Com as actuais taxas de natalidade e mortalidade, podemos esperar um crescimento exponencial das almas no Inferno. Agora vamos olhar para a taxa de variação de volume no Inferno. A lei de Boyle diz que para a temperatura e a pressão do inferno serem constantes, a relação entre a massa das almas e o volume do Inferno também deve ser constante. Existem então duas opções: 1) Se o Inferno se expandir numa taxa menor do que a taxa com que as almas entram, então a temperatura e a pressão no Inferno vão aumentar até ele explodir. 2) Se o Inferno se estiver a expandir numa taxa maior do que a de entrada de almas, então a temperatura e a pressão irão baixar até que o Inferno se congele. Então, qual das duas opções é a correcta? Se aceitarmos o que a minha colega Teresa me disse no primeiro ano — "haverá uma noite fria no Inferno antes de eu ir para a cama contigo" —, e levando em conta que ainda não obtive sucesso na tentativa de ter relações sexuais com ela —, então a opção 2) não é verdadeira. Por isso, o Inferno é exotérmico".

O aluno, evidentemente, reprovou.

MAIS UM NOBEL PARA A FÍSICA QUÂNTICA

A Real Academia Sueca das Ciências acaba de atribuir o Prémio Nobel da Física aos investigadores norte-americanos:

— Eric Cornell, da Universidade do Colorado (39 anos, doutorado em Física no MIT em 1990)

— Carl Wieman, da mesma universidade (50 anos, doutorado na Universidade de Stanford, em 1977)

e ao alemão residente nos Estados Unidos

— Wolfgang Ketterle, do Massachusetts Institute of Technology (43 anos, doutorado na Universidade de Munique, em 1986).

O prémio foi atribuído pela *obtenção de condensação de Bose Einstein em gases diluídos de átomos alcalinos e pelos primeiros estudos fundamentais das propriedades dos condensados*.

Este prémio, dado "ex aequo" a três físicos experimentais ainda relativamente jovens que integram duas equipas em competição uma com a outra (uma no Colorado e outra no MIT, em Boston), vem confirmar a tendência, nítida a partir da Segunda Guerra, de atribuição de prémios Nobel maioritariamente a cientistas nos Estados Unidos, incluindo nestes os europeus que foram atraídos pela oferta de melhores condições de trabalho. Reflecte simplesmente o domínio nas ciências físicas por parte da maior potência mundial (de resto, é uma potência devido a esse domínio!). Reflecte também a educação científica de alta qualidade feita nas melhores universidades do mundo, do novo ou do velho: o MIT, Stanford e Munique. Qualquer uma destas escolas já tinha uma boa coleção de ex-alunos que tinham ganho o mais alto prémio científico e agora somam-se mais estes. Mas, mais do que um prémio para três investigadores individuais ou para as respectivas escolas de origem, trata-se de um prémio, mais um, que é dado a uma teoria — a teoria quântica — que constitui a base da Física Moderna. A teoria quântica iniciou-se em 1900 com o alemão Max Planck e ficou estabelecida em forma (até agora) definitiva em 1926. A "condensação de Bose-Einstein" é um efeito previsto em 1924 por um obscuro físico indiano (Bose), mas cuja importância foi imediatamente percebida pelo maior génio da Física (Einstein). Condensação porque se trata de uma mudança de estado físico, algo semelhante à que acontece quando um gás passa a líquido por arrefecimento. De Bose-Einstein, em justa homenagem aos dois primeiros físicos teóricos que a previram.

Esta condensação é um efeito puramente quântico porque é realizada por partículas (chamadas bosões, uma outra homenagem a Bose) que, ao contrário das outras (os chamados fermiões), podem em grande número ocupar o mesmo estado energético. Os bosões, ao contrário dos fermiões, são partículas bastante promíscuas pois podem-se amontoar indiscriminadamente no mesmo estado.

Pois o fenómeno só em 1995 foi confirmado no laboratório de uma maneira limpa e precisa. Nas experiências premiadas, as

partículas são átomos de rubídio ou sódio (átomos de metais simples) cujo conjunto forma um gás pouco denso. Uma vez arrefecido o gás até muito perto do zero absoluto, ocorre uma transformação espectacular.

Os átomos (nas experiências em causa, cerca de 2000) passam a ocupar, todos ou praticamente todos, o estado de energia mais baixa. E, a partir dessa altura, ficam a comportar-se todos do mesmo modo. Tem-se então criada no laboratório uma pequena gota quântica com propriedades exóticas. Usando uma metáfora, pode dizer-se que os átomos passam a "cantar em coro muito afinado", respondendo em conjunto "à batuta do maestro". Existe uma onda de matéria estendida numa curta região do espaço, que podemos controlar. Pode-se fazer algo semelhante a um aparelho de laser, no qual as numerosas partículas de luz (os fotões, que são bosões) se comportam de forma coerente, produzindo um feixe intenso e concentrado. Mas agora trata-se de comandar a matéria em vez de luz. Portanto, trata-se de laser de matéria em vez de um laser de luz. Para já não falar de outras, por enquanto especulativas, aplicações. As aplicações mais interessantes poderão ser as que menos se esperam...

Note-se que a teoria da condensação de Bose-Einstein estava, nas suas linhas gerais, feita há muito tempo. Mas foi preciso bastante engenho experimental para preparar a recente experiência: chegar perto do zero absoluto requer técnicas específicas. Estas e outras experiências (como outras experiências de condensação de Bose-Einstein, mais fáceis de realizar e já premiadas com o Nobel, como a supercondutividade electrónica ou a superfluidez do hélio líquido) limitaram-se, o que já não é pouco, a confirmar o enorme poder preditivo da teoria quântica. Em Dezembro de 2000, a teoria quântica fez cem anos. É uma senhora centenária que continua, cheia de encantos, a seduzir os jovens cientistas. Apesar do aumento extraordinário da sofisticação experimental e da exploração continuada de novos fenómenos por físicos muito bem preparados, é realmente notável que a velha teoria não tenha ainda sido destronada. Mudámos de século conservando a teoria essencial da física moderna e ninguém imagina a data em que vamos ter de a mudar.

A propósito do velho e do novo, vale a pena contar uma história sobre o imperador da Prússia passada no século XIX. O imperador visitou o seu observatório astronómico e interpeleu o astrónomo real: *Então o que há de novo nos céus?* A resposta sensata do astrónomo foi:

— *Mas será que vossa Majestade já sabe o que há de velho?*



CARLOS FIOLHAIS

tcarlos@teor.fis.uc.pt