

# Conteúdos programáticos integrados de Ciências Físico-Químicas para o Ensino Secundário

FERNANDO CABRITA

Escola Secundária de Ferreira Dias, Cacém

ANTÓNIO ARMANDO DA COSTA

Centro de Electrodinâmica—Instituto Superior Técnico

*A aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo coloca na ordem do dia a reforma dos currícula do Ensino Secundário. O presente artigo é uma proposta nesse sentido, visando os currícula de Ciências Físico-Químicas. A proposta mais inovadora é a passagem dum tratamento separado dos temas de Física e Química, para um tratamento integrado, onde os temas de Química surgem como prolongamento natural dos temas tradicionais de Física.*

## 1. Introdução

A aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) pela Assembleia da República vem colocar na ordem do dia, agora sem motivo para adiamentos, a revisão dos currícula e programas dos Ensinos Básico (3.º ciclo) e Secundário (10.º, 11.º e 12.º anos), nomeadamente os da disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ), pois que, e muito especialmente neste caso, existe há longo tempo unanimidade quanto à necessidade de reformular os actuais programas. A integração de mais um ano no Ensino Secundário, o 12.º ano, decorrente da LBSE mais reforçou esta necessidade.

A alteração dos programas de CFQ do Ensino Secundário suprimindo lacunas e insuficiências, com base numa reflexão que permita definir um espaço alargado de consenso antes de passar à abordagem de temáticas parcelares, é tarefa árdua e de grande fôlego se for profunda e rigorosa. É necessário um grupo de trabalho criado para este fim, que integre contribuições dispersas e coloque materiais à discussão. O seu objectivo é perspectivar o sistema educativo para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados e conscientes de que a Ciência é uma componente necessária para a participação activa em sociedades democráticas, nos planos científicos, tecnológico

e cultural. Os cidadãos assim formados devem ficar capazes de tomar decisões acerca do rumo tecnológico das sociedades, usar os conhecimentos adquiridos com este fim, e aceitar a componente cultural do desenvolvimento científico, nomeadamente das CFQ.

Neste trabalho, e com este enquadramento, procurar-se-á simplesmente fazer a crítica da situação presente e apresentar algumas despreziosas contribuições para um projecto de um novo curso destas importantes matérias, tendo em conta que nesta problemática confluem várias vertentes com especificidade própria ainda que complementar:

1 — Definição dos conteúdos centrais de um Curso de CFQ de acordo com os objectivos do Ensino Secundário expressos na LBSE e nomeadamente:

— Assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica;

— Preparar para o ingresso no Ensino Superior e vida activa;

— Fomentar a aquisição e aplicação dum saber cada vez mais aprofundado, assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação;

— Favorecer o desenvolvimento de atitudes de reflexão metódica, de abertura de espírito, de sensibilidade e de disponibilidade e adaptação à mudança;

2—Tendo em atenção o ponto anterior deverá ser feita uma articulação horizontal e vertical de programas, considerando:

— Os programas de CFQ do actual Ensino Secundário Unificado (pré-LBSE);

— Os programas de CFQ do 3.º Ciclo do Ensino Básico, a serem formulados, dos quais os programas do Ensino Secundário devem ser o prolongamento e desenvolvimento naturais;

— Os programas de disciplinas afins;

— Os programas de Física e afins do Ensino Superior;

3—Conexões entre a dimensão formativa e informativa das disciplinas, i.e., a formação necessária assenta em conteúdo que estão permanentemente orientados numa perspectiva formativa;

4—Implementação de aulas de índole experimental no curriculum da disciplina (carga horária), assumindo-as como uma das componentes formativas dominantes da disciplina;

5—Definição das perspectivas futuras para o 12.º ano.

## 2. Crítica dos Actuais Programas

A estrutura dos programas actuais de CFQ para o 10.º e 11.º anos assenta em legislação publicada em 1960, para o Curso de Física, e 1963, para o curso de Química. Porém a situação actual assenta na mutilação ou alterações significativas dos programas originais.

No que diz respeito à Física estamos perante uma efectiva mutilação. Foram eliminados um leque de matérias tais como Estática, Grandezas Físicas, Propriedades dos Sólidos, Líquidos e Gases, Movimentos Periódicos, Acústica, Propagação do Calor, Dilatometria, Mudanças de Estado, Termodinâmica, Óptica, bem como uma extensa variedade de temas na área do Electromagnetismo. Há ainda a assinalar a eliminação de actividades de experimentação.

A Química por seu lado sofreu outro tipo de evolução. Existe uma certa dificuldade em

encontrar qualquer correspondência, não só no conjunto dos temas abordados, como na estruturação do conjunto. O número de temas é hoje menor. Não se fala da radioactividade, nem de reacções nucleares, nem de Química Orgânica. Em contrapartida verificou-se uma actualização, ao apresentar noções introdutórias de Física Quântica, uma abordagem dos modelos atómicos e da ligação química, embora parcelar e falha de enquadramento. Também aqui se dá pouca importância à actividade laboratorial, bem como às relações da Química com a Indústria.

Vejam agora o que se passa com o 12.º ano. Até à aprovação da LBSE, situação aliás que se mantém no presente ano lectivo, aos 10.º e 11.º anos sucede-se o 12.º ano numa perspectiva de transição para o Ensino Superior. Pela própria natureza da sua criação o programa do 12.º ano não se estruturou em termos de uma integração vertical de conteúdos. Digamos mesmo que houve uma perda de qualidade relativamente aos conteúdos programáticos e material didático de apoio, provenientes do Ministério, elaborados anteriormente para o ano propedêutico.

A criação de áreas vocacionais, criou outra espécie de problemas. Existe uma repetição de conteúdos entre CFQ e disciplinas específicas como Electrotecnia e Quimiotecnia, embora aquela seja a única via de abordagem destes problemas em certas áreas vocacionais onde não existem estas opções. De salientar que estas disciplinas só se justificam como opção, no caso de terem conteúdo próprio, complementando as CFQ no tratamento de temas específicos, e.g. reacções acido-base redox e outras, ou temas específicos de tecnologia de electricidade, pois que as CFQ devem responder à necessidade de conhecimento de determinadas matérias independentemente de se seguirem áreas específicas. Isto implica que devem dar o fundamento rigoroso de temas que serão dados com detalhe em disciplinas de opção, sem cair nas repetições referidas.

As alterações aos programas indicadas foram consequência da necessidade de melhorar

o ensino, demasiado centrado na importância dos conteúdos, e pouco voltados para responder às exigências de transformação social que se adivinhavam no tecido da sociedade democrática portuguesa, o que desmotivava os alunos. As consequências foram desastrosas pois que a simples destruição da coerência dos antigos programas teve efeitos perversos, visto que não resolveu o problema da desmotivação, antes serviu para a agravar ainda mais.

Na verdade e para além destas debilidades a situação do ensino de CFQ assenta num pressuposto que sendo verdadeiro no princípio do Século, já não o é hoje. Não existe mais Física dum lado e Química do outro mas sim vários domínios autónomos da Física (Óptica, Física do Estado Sólido, Física da Matéria Condensada, Física dos Plasmas e outros), alguns dos quais absorveram algumas áreas da Química tradicional, e uma ciência química cuja fundamentação necessita da Física. Feynman (1985, pág. 5) afirmou:

«A teoria da mecânica quântica também explicou todos os casos, tais como, entre outros, porque é que um átomo de oxigénio se combina com dois átomos de hidrogénio para fazer água. Portanto a mecânica quântica forneceu a teoria que se encontra por detrás da química. Logo, a química teórica fundamental é, de facto, física.»

Donde numa perspectiva integradora, todos os domínios físicos, e também os fundamentos da Química, podem e devem ser estudados sem dicotomia, perspectiva que hoje não existe.

A situação tem assim problemas bastante críticos, necessitando duma solução no contexto dum quadro global.

### 3. Formulação de Programas

Importa então dar resposta a algumas questões de que destacamos:

A—Pretende-se ou não evoluir para um esquema curricular que contemple explicitamente tempos lectivos de índole experimental?

B—Tendo presentes as graves lacunas a nível de conteúdos essenciais não incluídos no 3.º ciclo do Ensino Básico (8.º e 9.º anos), pretende-se ou não reintroduzir o ensino das CFQ no 7.º ano de escolaridade?

C—Os três anos do Ensino Secundário constituirão uma estrutura integrada ou continuar-se-á a ter um esquema de 2+1?

D—Como conciliar os conteúdos próprios das CFQ, com disciplinas das áreas vocacionais, numa equilibrada articulação horizontal e vertical de conteúdos, ou seja, como articular a exposição da teoria e método científico com as aplicações tecnológicas e outras aplicações, e.g. estudo de fenómenos naturais?

E—Qual das seguintes opções se tomará: continuação da divisão programática em Física e Química, ou uma nova concepção estrutural partindo do pressuposto que os fundamentos da Química são Física e que a Química como um todo constitui um domínio autónomo da Física, ou melhor, um seu prolongamento natural?

As respostas a estas questões, entre outras, são uma condição prévia determinante para a elaboração dos futuros programas, coerentemente estruturados, visando a formação de cidadãos já referenciada, que não sejam mais os repetidos remendos de carácter provisório que têm adiado sucessivamente a alterações que se impõem.

Quanto às duas primeiras questões, há um largo consenso no seio do Corpo Docente quanto à importância da componente experimental nos cursos de CFQ, como parte integrante dos mesmos e não como resultado do esforço individual de cada um dos docentes, o que está de acordo com a LBSE. Também é relativamente pacífico que só a introdução das CFQ a partir do 7.º ano, permitirá uma mais equilibrada formação básica desta disciplina, o que em muito condicionará a preparação necessária para o Ensino Secundário. Já as três últimas questões se apresentam mais problemáticas. Teremos que fazer algumas opções necessariamente controversas, mas que

julgamos coerentes com os objectivos propostos para a reforma curricular, e que constituem uma nova orientação estratégica para as CFQ, tanto mais importante quanto a reforma a efectuar tem um horizonte temporal dilatado.

É objectivo desta proposta:

1—Contemplar as grandes áreas das CFQ, criando um curso integrado dos vários domínios da Física que incluem os fundamentos teóricos da Química, considerada assim um domínio autónomo da Física, nas suas duas vertentes teórica e experimental, para os três anos do Ensino Secundário, o que significa integrar o 12.º ano na estrutura global, por forma a dar uma visão de conjunto e integrada destas Ciências, e implica ir além do âmbito da interdisciplinaridade actualmente preconizada;

2—Fazer uma selecção de conceitos básicos essenciais de índole formativa, valorizando a teoria e método científico, reservando para disciplinas vocacionais (a «formação técnica» e «área escola» prevista na proposta de reorganização curricular (Fraústo da Silva, 1987)), as aplicações ou casos particulares, minimizando a repetição de conteúdos leccionados;

3—Fazer a inserção de conteúdos tendo em conta a formação matemática dos alunos, reservando para o 12.º ano uma abordagem mais aprofundada de alguns temas;

4—Garantir uma articulação vertical dos programas;

5—Actualizar os programas com temas não contemplados nos actuais programas, procurando articular a coerência programática dos temas com os interesses mais sentidos pelos alunos, embora reservando alguns temas para seminários mais especializados, tendo em conta a especificidade de cada escola;

6—Coordenar o ensino da Matemática e das CFQ sem que tal ponha em causa as características e especificidade destas disciplinas;

7—Articular os futuros programas com as disciplinas de História e Filosofia, por forma a incluir como aspecto relevante na formação

dos alunos a componente da Ciência Natural na História, enfatizando a importância da Ciência Natural, e nomeadamente das CFQ para o progresso cultural e das sociedades no passado, presente e a continuar no futuro, ao mesmo tempo que se propiciam relações de interdisciplinaridade com a Filosofia/Epistemologia.

#### 4. Esquema Programático

De acordo com estes pressupostos, expõe-se a seguir um esquema programático que se destina a ser fornecido aos alunos sob a forma de Curso regular. Em complemento deverão ser organizados seminários especializados a incluir no plano de formação da Escola, no sentido de dar a conhecer aos alunos matérias que estão na vanguarda do Conhecimento Científico.

No esquema programático proposto as matérias estão por ordem sequencial, a mesmo pela qual deverão ser formalmente leccionadas, agregando-se em grandes áreas das CFQ, em contraposição à organização por exposição de conceitos mais característico do 3.º Ciclo do Unificado. Assume-se que os alunos têm conhecimentos básicos dos seguintes assuntos, entre outros:

- Matéria, espaço, tempo, movimento;
- Massa, força (estática), pressão;
- Energia e suas transformações, trabalho;
- Estrutura íntima da matéria;
  - Átomo;
  - Estruturas moléculares e cristalinas;
  - Reacções químicas;
- Corrente eléctrica e fenómenos associados;
- Leis dos gases e propriedades hidroestáticas.

Os temas propostos terão o desenvolvimento compatível com o grau de conhecimento envolvente dos alunos de matérias necessárias, e.g. Matemática, e com o tempo disponível

para as CFQ, que não poderá ser inferior a 6 horas por semana (4 horas teóricas e de problemas mais 2 horas de experimentação). Ao mesmo tempo os conteúdos serão sempre tratados com exemplos do real, sempre que possível com recurso à experimentação, desenvolvendo as capacidades de utilização dos conceitos adquiridos. Este desiderato será atingido privilegiando sempre o rigor de conceitos.

## I. Mecânica

### I.1 — Dinâmica

(Referenciais de inércia; Leis do movimento — aplicações; Movimentos acelerados; Leis da dinâmica; Lei da conservação do momento linear).

### I.2 — Energia Mecânica

(Noção de trabalho; Energia cinética; Energia potencial gravítica; Conservação da energia mecânica — forças conservativas).

### I.3 — Movimentos Periódicos e ondas

(Movimento periódico simples; Propagação do movimento periódico simples e o conceito de onda sinusoidal; Movimentos vibratórios; Conceito geral de onda e o Princípio de Huygens; Propriedades das ondas e suas características; Acústica e suas aplicações).

## II. Termodinâmica Geral

### II.1 — Sistemas Físico-Químicos

### II.2 — Propriedades Térmicas: Condução, Convecção e Radiação

### II.3 — Temperatura: Lei Zero e Equilíbrio Termodinâmico

### II.4 — Estudo de Gases

(Leis de Gay-Lussac e Boyle-Mariotte; Temperatura absoluta e escala de Kelvin; Equação dos gases ideais; Vapor Saturado e não saturado — pressão do vapor; Teoria cinética do gases).

### II.5 — Leis da Termodinâmica

(1.<sup>a</sup> Lei — O conceito de energia interna;

2.<sup>a</sup> Lei — O conceito de entropia; 3.<sup>a</sup> Lei — A impossibilidade do zero absoluto).

### II.6 — Mudanças de Fase

### II.7 — Dinâmica de Fluidos

(Viscosidade; Equação de Bernoulli — aplicações; Fluxo de massa, energia e carga).

## III. Termodinâmica Química

### III.1 — Reacções Químicas (cálculos ponderais)

### III.2 — Energia de Reacção

### III.3 — Entalpia: Variação da Entalpia numa Reacção Química

### III.4 — Cinética Química

### III.5 — Equilíbrio Químico

## IV. Teoria do Campo

### IV.1 — Interações Gravíticas e Electromagnéticas

### IV.2 — Da Noção de Forças de Acção à Distância à Teoria do Campo; Leis de Kepler e Lei da Atracção Universal

### IV.3 — Os Campos Gravíticos e Eléctrico (Grandezas caracterizadoras do campo: vector campo, potencial e energia potencial; Linhas de força e superfícies equipotenciais).

### IV.4 — Características do Campo Magnético Terrestre

## V. Electromagnetismo

### V.1 — Corrente Eléctrica

(Corrente contínua — grandezas caracterizadoras e geradores de corrente contínua; Resistência de um condutor — resistividade e Lei de Ohm; Electroquímica — electrólise e Leis de Faraday; Efeitos térmicos da corrente eléctrica: Leis de Kirchoff e efeito termo-eléctrico).

### V.2 — Indução Electromagnética

(Experiências de Oersted e Faraday;

Corrente alternada: características, geradores, transporte e circuitos).

### V.3—Teorias da Luz

(Teorias ondulatória e corpuscular; Difracção e interferência; Efeito Doppler; Polarização da luz; A Luz como radiação electromagnética—experiências de Hertz; A invariância da velocidade da luz; Introdução à teoria da relatividade restrita; Os quanta de luz; o efeito fotoelétrico).

## VI. Complementos de Mecânica (Dinâmica de Rotação)

VI.1—Momento de uma Força em Relação a um Ponto e a um Eixo

VI.2—Momento de um Binário

VI.3—Momento de Inércia

VI.4—Momento Angular: Sua Conservação

VI.5—Redução de Sistemas de Forças

## VII. Física Quântica e Estrutura Íntima da Matéria

VII.1—Partículas e Ondas: Dualismo Onda-Corpúsculo

VII.2—Princípio de Incerteza de Heisenberg

VII.3—Espectros: a Lei de Planck

VII.4—Estrutura Atómica: Modelos

VII.5—Tabela Periódica

VII.6—Ligação Química

VII.7—Energia de Ligação

VII.8—Estruturas de Moléculas e Estruturas Moleculares

VII.9—Estrutura Nuclear: a Interação Forte

VII.10—Radioactividade e Fissão Nuclear: a Interação Fraca

VII.11—Fusão nuclear

## VIII. As Origens e a Evolução do Universo

VIII.1—O Infinitamente Grande e o Infinitamente Pequeno, no Espaço e no Tempo

VIII.2—A Arquitectura do Universo

VIII.3—O Universo em Expansão

VIII.4—A Produção Primordial de Elementos Leves

VIII.5—As Estrelas e a Produção de Elementos

VIII.6—O Fim do Universo

Este esquema programático deverá ser dividido da seguinte forma:

10.º ano—Mecânica e Termodinâmica Geral;

11.º ano—Termodinâmica Química, Teoria do Campo e Electromagnetismo (até à Teoria da Luz, exclusive);

12.º ano—Electromagnetismo (Teoria da Luz), Complementos de Mecânica, Física Quântica e Estrutura Íntima da Matéria, e Origens e Evolução do Universo.

## 5. Considerações Finais

O tema VIII, As origens e a evolução do Universo, é tratado na perspectiva de que não será abordada a Teoria da Relatividade Geral, embora ela possa ser objecto de Seminários especializados. O mesmo deverá suceder em relação a outros temas de Astronomia (Cosmografia Física).

Os seminários especializados a incluir no plano de formação da Escola deverão incluir temas que suplementem e complementem a formação adquirida no curso regular, devendo eventualmente ser dados por especialistas convidados. Estes seminários integrar-se-ão no processo geral de avaliação através da apresentação de relatórios ou outros tipos de trabalho a que os alunos se proponham.

Os temas a tratar poderão ser escolhidos entre outros:

—Polímetros;

—Lasers e holografia;

—Introdução à Electrónica;

—Relatividade Geral: Introdução;

—Formação e destruição de Estrelas;

—O caos determinístico e a turbulência;

—Reacções redox e ácido-base;

—Introdução à Física Computacional.

Na elaboração desta proposta programática teve-se sempre a perspectiva de que na estruturação final dos programas terá de existir uma forte relação dialéctica entre os conteúdos programáticos e as naturais expectativas e interesses dos alunos. É necessário criar uma motivação em termos de conteúdos de temas áridos, na perspectiva, tantas vezes esquecida, de que os cursos de CFQ são para os alunos com interesses e motivações próprias, mergulhados em sociedades que criam expectativas diversificadas de aquisição de conhecimentos, e não para os professores. A estes cabe despertar o interesse dos alunos e desenvolver-lhes capacidades através da exploração de conteúdos, o centro a partir do qual tudo deve ser construído, desenvolvendo um esforço continuado contra concepções erradas que teimam em persistir na mente dos alunos sobre os fenómenos físicos, sempre no respeito pela sua capacidade intelectual, e pelas suas expectativas de integração social.

Parece ser hoje incontroverso estarem os alunos interessados em temas como Física Atómica e das Partículas, Radioactividade, Cosmofísica (Astrofísica e Cosmologia Física) e as novas tecnologias. Pelo que os cursos de Física terão de responder a estes interesses e interrogações pois a Escola tem de dar respostas claras e sem ambiguidades às interrogações dos seus alunos, tantas vezes suscitadas pelo meio em que vivem.

Mas para que este programa seja exequível duas condições são necessárias. A primeira é a existência de condições materiais adequadas de leccionação, pois sem material próprio não há busca profícua pelos alunos. A segunda é a existência de importantes modificações na formação dos professores de Física a nível universitário que preparem os professores para a exigência dos novos currícula, o que implica também a reciclagem dos actuais professores. Aliás este projecto facilita o processo de formação de professores, já que não dispersa os formandos sobre áreas profundamente disjuntas. Este o desafio que nos é colocado e que teremos inexoravelmente de vencer.

## Nota Bibliográfica

O presente artigo teve em atenção a reflexão efectuada na «Multinational Teacher/Teacher Trainer Conference on Science Education and the History of Physics» que teve lugar no Deutsches Museum, Munique, FRG, de 3 a 9 de Maio de 1986, através das respectivas Actas («Proceedings») da responsabilidade de P. V. Thomsen, Universidade de Aarhus, Dinamarca.

Foi ainda considerada a «Proposta de reorganização dos planos curriculares dos ensinos Básico e Secundário (relatório preliminar)» do grupo de trabalhar coordenado por J. J. R. Fraústo da Silva em 1987.

Constituem adicionais ao presente artigo a contribuição «A Teoria da Relatividade no 10.º e 11.º ano de Escolaridade», apresentada pelos autores na 5.ª Conferência Nacional de Física, FÍSICA 86, em Braga, e os dois artigos subsequentes «A Teoria da Relatividade no Ensino Secundário», I-A Relatividade Restrita (Gaz. Fis., 10 (3), 99, (1987)), e II-A Relatividade Geral (Gaz. Fis., 11 (3), 93, (1988)).

A obra de R. P. Feynman citada é o seu livro «QED—The Strange Theory of Light and Matter», publicado em 1985 pela Princeton University Press.

As ideias desenvolvidas neste artigo foram parcialmente elaboradas no quadro dos trabalhos de profissionalização em exercício de um dos autores (FC) na Escola Secundária Ferreira Dias nos anos lectivos de 84/85 e 85/86.

### Quotas da SPF

*Prezado sócio: se ainda não pagou as suas quotas para o ano de 1989, agradecemos que o faça o mais rapidamente possível junto da respectiva Delegação.*

*Assegurará desta forma melhores condições para o planeamento e expansão das actividades da Sociedade, bem como a recepção regular da Gazeta de Física.*

*Quotas: não estudantes ... 2000 Escudos  
estudantes. .... 750 Escudos*