

# Ciência Integrada: uma inovação curricular para a reforma do ensino das ciências (\*)

ANA ESGALHADO

Departamento de Educação, Faculdade de Ciências de Lisboa

## Introdução

Está prevista na proposta de Reforma do Sistema Educativo, actualmente em discussão, uma disciplina de Ciência Integrada para substituir, ao nível do 3.º ciclo da escola básica, as disciplinas de Físico-Química, Ciências da Natureza e Biologia.

Os professores presentes no 1.º Encontro Regional de Lisboa sobre o Ensino da Física, mostraram-se preocupados com a criação desta disciplina e com as consequências que ela pode vir a ter no ensino da Física, levantando questões a propósito da definição do seu currículo.

Este artigo pretende responder à questão «O que pode vir a ser uma disciplina de Ciência Integrada?», que animou o debate final do referido Encontro; são sugeridos alguns elementos de reflexão necessários para qualquer inovação curricular: a ligação entre objectivos da educação e conteúdos do ensino, os problemas postos pela natureza do conhecimento científico, a investigação sobre as dificuldades na aquisição de conceitos, o sentido da escolaridade obrigatória.

## 1. Questões sobre a Reforma do Sistema Educativo

O debate final do 1.º Encontro Regional de Lisboa sobre o Ensino da Física articulou-se em torno de dois aspectos principais da Reforma do Sistema Educativo: os meios humanos e materiais e a renovação curricular.

A principal preocupação ali manifestada diz respeito à reciclagem e à formação contínua dos professores em actividade embora fosse acentuado que é essencial uma melhoria das

condições de trabalho nas escolas do ensino básico e secundário. O ensino experimental da Física foi considerado indispensável, e formulada a exigência de laboratórios bem aparelhados que o permitam.

Sobre a renovação curricular foi referido que esta deve ter como principal objectivo a diminuição do insucesso escolar em Física, considerado muito elevado, e sobretudo a necessidade de se discutir a viabilidade de uma disciplina de ciência integrada.

A propósito da disciplina de ciência integrada os professores levantaram um conjunto de questões quanto à sua definição e quanto às pessoas ou comissões que vão ser responsáveis pela sua organização curricular. As reacções manifestadas podem resumir-se:

— numa adesão aos princípios de interdisciplinaridade e do ensino simultâneo das diferentes ciências experimentais;

— numa recusa de considerar o ensino da Física juntamente com outras ciências porque os fenómenos físicos têm uma especificidade própria;

— numa dificuldade em conceber situações de ensino-aprendizagem que integrem efectivamente a Física, a Química, a Biologia e a Geologia.

## 2. O que é ciência integrada?

A criação da disciplina de ciência integrada inclui-se na intenção mais vasta de diminuir o número de disciplinas imposto aos alunos do

---

(\*) Comunicação apresentada no I Encontro Regional de Lisboa sobre o Ensino da Física, 10-12 Fevereiro 1988; Vide Gaz. Física, 11, 41 (1988).

3.º ciclo da escolaridade obrigatória. Os objectivos considerados essenciais para uma cultura científica a transmitir neste nível de escolaridade são o *desenvolvimento de atitudes científicas* e a *aquisição de um saber científico relevante para a interpretação do mundo actual*.

Mas, criar por decreto uma disciplina de ciência integrada não define o seu funcionamento. Torna-se necessário definir o seu âmbito.

Trata-se de desenvolver um programa que justaponha um pouco de Física, de Química, de Biologia e de Geologia?

Trata-se de eleger uma destas disciplinas como linha condutora e referir pontualmente as outras, à medida que forem sendo necessárias?

Trata-se de partir de fenómenos da vida quotidiana ou de interesses específicos dos alunos para mostrar como as várias ciências são necessárias para abordar a complexidade dos problemas reais?

Trata-se de desenvolver situações-problema onde o modo como diversos modelos científicos interagem na construção de soluções seja posto em evidência?

### **3. A ligação entre conteúdos e objectivos da educação**

Os professores que encaram positivamente o ensino simultâneo das ciências experimentais pensam que este pode mais facilmente contribuir para o desenvolvimento de atitudes científicas; por outro lado, os defensores do rigor científico, argumentam que só o ensino individualizado das disciplinas pode fazer adquirir um saber científico relevante.

Mas o que é um saber científico relevante e quais as condições da sua aquisição? E quais são as atitudes científicas? As vantagens apontadas para a disciplina de ciência integrada dizem respeito às finalidades da educação científica enquanto que a sua recusa se justifica pela necessidade de rigor científico e também pelas dificuldades na escolha das actividades adequadas para a sua implementação.

A definição da disciplina de ciência integrada repõe o problema da articulação entre objectivos e conteúdos no ensino das ciências. A criação de um currículo passa necessariamente pela articulação dos objectivos com as actividades realizadas na sala de aula; estas não podem ser planificadas apenas para reunir várias ciências num mesmo espaço disciplinar, mas têm que ser a expressão dos objectivos enunciados.

Cada actividade realizada na sala de aula concretiza objectivos precisos (explícitos ou implícitos) sobre conteúdos particulares; mas têm também que ser a expressão dos objectivos definidos para a iniciação científica. Como é que a intenção de desenvolver atitudes científicas e a intenção de fazer adquirir um saber científico relevante para a interpretação do mundo actual podem ser consideradas simultaneamente?

A disciplina de ciência integrada para ser um espaço de articulação entre os conteúdos e os objectivos do ensino das ciências não pode ser definida em termos de *pontos de um programa*, que se resume a uma lista de assuntos. É necessário criar um conjunto de *situações pedagógicas* que explicitem quais são as atitudes científicas a desenvolver e que definem quais são os saberes científicos relevantes e quais as condições da sua aquisição.

As situações pedagógicas são problemáticas; devem ser escolhidas em função dos processos que permitem a construção das soluções. Assim, os conteúdos respondem a uma questão cuja relevância reside nos objectivos da iniciação científica; por outro lado, esses conteúdos devem pôr em evidência a necessidade de modelos científicos na construção de soluções.

O conhecimento das diferentes ciências não é estanque, isto é, a Física, a Química, a Biologia e a Geologia podem relacionar-se entre si; mas esta possibilidade de relacionamento não quer justamente dizer que elas são distintas? A definição de situações pedagógicas permitiria separar a utilização dos modelos das diferentes ciências sem isolar a aquisição dos conceitos fundamentais comuns.

A definição da disciplina de ciência integrada como um espaço de articulação conceptual passa pela resposta às perguntas:

— como é que os alunos vão trabalhar nas aulas de ciências?

— que actividades é que a integração das ciências vai permitir realizar na sala de aula e fora dela?

— sobre que objectos científicos vão incidir essas actividades?

#### 4. A reflexão epistemológica sobre a ciência

O desenvolvimento de atitudes científicas é fundamental; em particular alguns autores referem-se à «compreensão da natureza da ciência», como a maior finalidade da educação científica, sobretudo quando as modificações curriculares introduzem uma diminuição da carga horária para as disciplinas de ciências (Anderson, Harty e Samuel, 1986).

A crença de que a ciência procede apenas de forma indutiva é combatida actualmente por várias epistemologias, embora seja defendida por outras. Assim, não podemos considerar que o desenvolvimento de atitudes científicas ao nível da iniciação científica se possa limitar à necessidade de formular hipóteses e de realizar experiências.

As ciências constroem representações do real. Cada ciência começa por decompor, isolar, seleccionar para construir os seus objectos; os objectos científicos são objectos construídos, que em nenhum caso se confundem com a realidade.

Uma ciência não é um amontoado de factos objectivos; a relevância do conhecimento científico está nos conceitos e teorias fundamentais de cada ciência; os factos que elas põem em evidência não são operacionais, não resolvem problemas nem permitem fazer previsões (Thom, 1988).

O conhecimento científico é uma passagem de um nível superficial de entendimento dos fenómenos (saber comum) para um outro mais

profundo, mais focado e mais universal. São as ideias do saber comum que permitem colocar um problema, mas é *contra* elas que, segundo Bachelard, o conhecimento científico se constrói; esta ruptura entre saber comum e conhecimento científico dá-se no quadro conceptual restrito de uma disciplina.

Vários autores como Popper e Kuhn apresentaram teorias para explicar o crescimento dos conhecimentos científicos nas quais a experiência científica tem um estatuto fundamental, embora diferente (Gil, 1979); por outro lado os cientistas defendem que a interação entre teoria e experiência é a chave do avanço dos conhecimentos científicos.

De acordo com alguns autores (Ruegg, 1983, Astolfi e col., 1978) a ciência já feita é distinta da ciência que está em vias de ser elaborada: a investigação em curso é anárquica, explora todas as vias sugeridas pela actividade. Quando a ciência está em constituição a relevância dos conceitos e das soluções encontradas para os problemas postos não aparece de imediato.

Assim, a reflexão sobre a natureza do conhecimento científico coloca questões importantes à definição em termos pedagógicos das atitudes científicas e da escolha dos saberes científicos relevantes.

Uma disciplina de ciência integrada não pode desenvolver atitudes científicas se a dimensão epistemológica da construção do conhecimento científico não for devidamente considerada.

#### 5. As dificuldades na aquisição dos conceitos

O conhecimento científico adquirido é uma *reconstrução à posteriori* dos caminhos que fizeram aparecer as soluções certas, onde os conceitos principais se apresentam como evidentes. Mas nenhum conceito aparece como essencial fora de uma teoria que o torna necessário. Por exemplo, os conceitos físicos só são relevantes na problemática que os físicos constroem para interpretar o mundo.

Existem, no entanto, conceitos utilizados em várias ciências, como o de temperatura, que têm a sua génese nas experiências da vida quotidiana; outros são transdisciplinares como o conceito de energia. Todavia os conceitos transdisciplinares nascem numa ciência; quando o seu poder explicativo é muito grande são então utilizados noutros contextos.

De um modo geral, várias investigações mostraram que existem obstáculos conceptuais à apropriação dos conhecimentos científicos pelos alunos em situação escolar; estes constroem representações alternativas dos conceitos às quais são simultaneamente atribuídas características do saber científico e características do saber comum. Como A. Tiberghien (1.º Encontro Regional de Lisboa sobre o Ensino da Física, 1988) mostrou, os problemas físicos aparecem aos alunos numa perspectiva própria, que nada têm a ver com a problemática do físico. Nesses contextos os alunos utilizam concepções diferentes dos modelos físicos, mais ou menos próximas destes, mas que são operacionais e relevantes para os contextos em que os alunos funcionam.

Será possível pensar que os conceitos fundamentais, podem ser construídos correctamente fora da lógica de um modelo científico?

## 6. O sentido da escolaridade obrigatória

Finalmente esta disciplina de ciência integrada é a disciplina de iniciação científica da escolaridade obrigatória. Este aspecto da questão não é certamente o menos importante.

A iniciação científica não deve ser uma forma explícita ou camuflada de selecção, pois a escola obrigatória é fundamentalmente uma promoção de capacidades que são necessárias a todos os alunos. Por isso, a iniciação científica na escolaridade obrigatória tem como meta criar atitudes positivas relativamente à ciência, necessárias a todos os cidadãos integrados na sociedade actual em que vivem.

As aprendizagens idênticas para toda a população escolar embora legitimamente fundamentadas, colocam o problema complexo da

diferenciação dos ritmos, gostos e capacidades de aprendizagem.

Será que todos os alunos devem ser obrigados a conhecer todas as ciências? Não seria desejável, no âmbito da escolaridade obrigatória, permitir aos alunos uma opção entre blocos de conteúdos científicos?

É possível conceber blocos de ciência integrada, onde o grau de integração seja menor do que o previsto na actual proposta de Reforma do Sistema Educativo. Estes blocos seriam constituídos por conjuntos de situações-problema, onde fossem apresentados em maior número modelos científicos de duas ciências experimentais.

Esta alternativa garantiria uma iniciação às atitudes e métodos das ciências experimentais em qualquer dos blocos de ciência integrada; mas exigiria uma reflexão profunda sobre os esquemas conceptuais organizadores de cada bloco pois os conceitos mais relevantes, como o conceito de energia, deveriam estar presentes em todos eles.

## 7. Alguns desafios para concluir

A criação de uma ou de várias disciplinas de ciência integrada aparece como um desafio interessante na área da inovação curricular, em que é necessário considerar:

- que a meta para a iniciação científica na escolaridade obrigatória é a criação de atitudes positivas relativamente à ciência, independentemente dos blocos de ciência integrada estudados;
- uma opção pedagógica sobre o tipo de actividades que os alunos devem realizar na iniciação científica;
- a dimensão epistemológica da construção do conhecimento científico;
- os resultados da investigação em didáctica das ciências que consideram que as dificuldades no acesso aos conceitos científicos se devem ao facto de os alunos não se apropriarem do contexto do cientista.

Um currículo de ciência integrada deve incluir um conjunto suficientemente vasto de situações-problemas onde diversos modelos científicos sejam postos em evidência e definir quais as atitudes e processos científicos a desenvolver; sobretudo deve constituir um currículo adaptável, estruturado em termos de actividades essenciais (obrigatórias) e de actividades de extensão ou de desenvolvimento.

A definição da(s) disciplina(s) de ciência integrada deveria ser preparada no âmbito de um grupo de inovação curricular constituído por especialistas em educação científica e em filosofia das ciências, suficientemente pequeno para que uma opção pedagógica unificada fosse possível e deveria poder contar com o apoio efectivo de especialistas na análise dos conteúdos das várias disciplinas e, ainda, com a colaboração dos especialistas em psicologia da educação e sociologia da educação que deverão apoiar todos os projectos de renovação curricular previstos na actual proposta de Reforma do Sistema Educativo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, HANS, HARTY, HAROLD e SAMUEL, K. V. — Nature of Science, 1969 and 1984: Perspectives of Preservice Secondary Science Teachers, *School Science and Mathematics*, Vol. 86 (1) January (1986).
- ASTOLFI, GIORDAN, GOHAU, HOST, ARTINAND, RUMELHARD, ZADOUNAÏSKY — *Quelle éducation scientifique pour quelle société*, P.U.F., Paris (1978).
- D'HAINAUT, LOUIS — *Des fins aux objectifs de l'éducation*, Editions Labor, Bruxelles (1980).
- GIL, FERNANDO — História das Ciências e Epistemologia, in Carrilho, M. (org.) *História e Prática das Ciências*, A Regra do Jogo, Lisboa (1979).
- LEGRAND, LOUIS — *L'école unique à quelles conditions*, Editions du Scarabée, Paris (1981).
- RUEGG, H. — Les critères de vérité dans la recherche en physique, in Buscaglia, Lalive d'Epiney, Morel Ruegg, Vonèche (org.) *Les critères de vérité dans la recherche scientifique*, Maloine s.a. éditeur, Paris (1983).
- Les actes du premier atelier international — *Recherche en Didactique de la Physique*, éditions du C.N.R.S., Paris (1984).
- THOM, RENÉ — O método experimental: um mito dos epistemólogos (e dos sábios), in Hamburger, Jean (coord.) (1988) *A Filosofia das Ciências Hoje*, Editorial Fragmentos, Lisboa.

O prémio Nobel de Física foi este ano atribuído aos cientistas americanos Leon Lederman, Melvin Schwartz e Jack Steinberger, pelos seus trabalhos pioneiros na produção de feixes de neutrinos, que realizaram na Universidade de Columbia, New York, no início da década de 60, e no seu uso para descobrir outras partículas do mundo sub-atómico.

O neutrino é uma partícula sem carga eléctrica e praticamente sem massa (se é mesmo nula ou apenas extremamente pequena é uma questão em aberto). Enquanto os electrões, com a sua carga eléctrica, sofrem os efeitos das interacções electromagnéticas, os neutrinos são apenas sensíveis às chamadas interacções fracas (além das gravíticas, a que todas as partículas estão sujeitas).

Nos fins da década de 50 os físicos de Partículas Elementares tinham plena consciência da importância e oportunidade do desenvolvimento de técnicas experimentais para a produção de feixes de neutrinos com vista ao estudo das Interacções Fracas às altas energias. Tanto o CERN na Europa como o Brookhaven National Laboratory dos Estados Unidos iniciaram então projectos com vista à produção desses feixes de neutrinos.

Seria o Grupo americano, com os três galardoados Nobel então na Universidade de Columbia, que conseguiria realizar no Brookhaven National Laboratory o primeiro feixe de neutrinos e sua utilização em trabalhos de investigação. Em breve Lederman descobria o neutrino muónico iniciando uma nova via de acesso ao mundo fascinante das partículas sub-atómicas.

Lederman, de 66 anos, é hoje o Director do prestigioso Laboratório Fermi em Illinois, Schwartz, de 55 anos, é o Presidente da sua própria companhia de comunicações por computador, na Califórnia, e Steinberger, de 67 anos, trabalha no CERN em Genève.

Em próximo número, Gazeta de Física fará uma mais extensa referência aos neutrinos e suas propriedades, produção de feixes de neutrinos e sua importância no campo das Partículas Elementares, como homenagem, embora singela, aos três laureados Nobel de 1988.