

DA NATUREZA DA CIÊNCIA
A
ATMOSFERA DAS AULAS DE FÍSICA

MARIA ODETE VALENTE *

Levar o aluno a entender a NATUREZA DA CIÊNCIA constitui um dos objectivos principais de todos os novos curricula, que a partir da década de 60 emergiam um pouco por toda a parte.

Não bastará atender às definições de ciência, que são tantas quantos os que a tentam definir, para se estabelecer o consenso necessário para o projecto de um currículo que consiga realizar esse objectivo.

Num inquérito dirigido a oito turmas do 8.º ano do curso unificado, em duas escolas, uma, numa zona rural da periferia de Lisboa e outra no centro da capital, fez-se entre outras perguntas, a seguinte: Que diria a um amigo se este lhe pedisse para explicar o que é a Ciência?

De entre as respostas dadas, retirámos algumas com interesse para as considerações que se seguem.

- A Ciência fala muito de todas as coisas. Tem muitas complicações. Divide-se em várias partes, cada uma delas com características diferentes.
- A Ciência é como que muitas leis dentro de uma só.
- Desenvolve o homem e destrói a terra e talvez leve ao desaparecimento do homem.
- É terrivelmente importante como meio do homem progredir ao ponto de este se expandir a outros planetas, mas tem uma faceta terrível que faz com que o homem se destrua a si próprio.
- A Ciência traz o progresso mas também a poluição e a guerra.

* Professora da Faculdade de Ciências de Universidade de Lisboa.

- É essencial mas traz a guerra.
- É a arte sobre a qual o mundo se debruça à espera de uma salvação para muitos problemas que existem presentemente. Nela depositamos as nossas esperanças.
- O que se aprende nas aulas não chega para nos inteirarmos do que é a Ciência.

Nestes alunos, apesar dos 8 anos de escolaridade, não existe uma concepção adequada da natureza da ciência.

Para uns, a ciência é «coisa complicada» dividida em partes e sem unidade, permeada de inúmeras leis. Para outros, é importante como factor de progresso, mas simultaneamente arma terrível na mão do homem, como meio de destruição da terra, criando a poluição, a guerra e a própria condenação e morte do homem. Para outros é uma arte, ou antes uma técnica ou até um milagre capaz de salvar a humanidade. Por fim, a última citação contém uma das mais realistas afirmações — «o que se aprende nas aulas não dá para nos inteirarmos do que é a ciência».

Todas as respostas referidas pertencem a alunos que frequentavam um curso *normal* de física.

A traduzir a influência que tem a atmosfera das aulas de qualquer ciência no conceito de ciência que se vai formando na mente dos alunos, note-se a diferença no conteúdo das respostas de alunos frequentando, nas mesmas escolas, turmas seguindo um curso *experimental* de física, planeado com o objectivo de prioritariamente treinar os alunos nos processos científicos:

- É um modo de estudo que tem valido muito à humanidade.
- É o estudo da natureza que se reflecte na nossa vida quotidiana.
- A Ciência é termos a impressão de trabalharmos como cientistas.
- É uma técnica avançada de ver as coisas que nos rodeiam.
- É um método de aprender coisas novas e de descobrir coisas sensacionais.
- Foi o método que o homem inventou para realizar certas tarefas.
- A Ciência faz-se com o trabalho de cada um para a evolução do nosso dia a dia.

CIÊNCIA COMO CORPO DE CONHECIMENTOS

Em muitas aulas de física tudo se passa como se a ciência mais não fosse do que um corpo de conhecimentos, a que Schwab chama a estrutura substantiva da ciência, e que é afinal constituída pelos produtos da ciência.

A tradicional divisão dos curricula de física em Estática, Cinemática, Dinâmica, Termodinâmica, Electricidade, etc., nada contribui para que este

corpo se apresente organizdo em torno dos grandes conceitos unificadores, nem permite descortinar as amplas relações existentes entre as várias ciências.

Não admira pois, que alguns alunos vejam a ciência como «coisa complicada», com muitos nomes e leis, sem nunca chegarem a apreciar a unidade existente em toda a série de conceitos.

E nesta confusão, tomam inferências por factos, esquecem as limitações das generalizações e as condições em que estas se aplicam, tomam como sinónimos modelos e teorias.

CIÊNCIA COMO MODO DE PENSAR

Com a reforma curricular do ensino das ciências verificada durante os anos 60 e 70, veio a primeiro plano uma outra dimensão da ciência, a da sua estrutura sintáctica. A ciência é vista não apenas como um corpo de conhecimentos, mas como um modo de pensar. São preferencialmente os processos científicos e não os produtos que devem impregnar o currículo.

Modo de pensar que o aluno leva consigo da escola para o seu dia a dia e que transformará a sua maneira de olhar o ambiente, ajudando-o a resolver de maneira científica os seus problemas e a fomar decisões adequadas.

Mas este modo de pensar não se conquista ouvindo as bem intencionadas explicações sobre o «Método Científico», proferidas pelos professores nas primeiras aulas de cada ano lectivo, ou lendo as introduções dos livros de texto que hoje já não convém publicar sem dedicarem ao método algumas das suas páginas.

Método, que em jeito de «pedra filosofal», se pretende seja capaz de conduzir à categoria de cientista todo aquele que o aplique sistematicamente. Descrito em todos os livros com mais ou menos variantes apresenta-se sempre como uma sequência de acções que devem processar-se pela seguinte ordem:

- 1 — Identificação do problema
- 2 — Formulação das hipóteses
- 3 — Procura de evidência para testar as hipóteses
- 4 — Verificação da validade das hipóteses
- 5 — Revisão das hipóteses, quando necessário
- 6 — Elaboração de conclusões
- 7 — Aplicação das conclusões a problemas semelhantes.

Tudo parece simples e conciso, mas a história mostra que a inovação não se atinge, tão simplesmente, seguindo os passos do «Método Científico». É verdade, que os relatos do trabalho científico exemplificam o método, mas omitem os problemas da estratégia que confrontam o cientista na sua longa caminhada, o «como» este selecciona as questões que submete à inves-

tigação, «como» cria as hipóteses e ainda «como» decide sobre quais os situações experimentais e observacionais a examinar. O «Método Científica» é uma análise lógica e descarnada da investigação, feita à posteriori, que não dá conta de como se atinge e como se avança de um degrau para outro. Sugiro que se acabe com o «Método Científico» nas apresentações dos cursos de ciências e que nos livros de texto não se gastem as páginas em referências aos processos científicos, já que não há um só método científico e os processos usam-se integrados em estratégias que diferem consoante a natureza dos problemas a estudar e os objectivos da investigação.

O entendimento da natureza da ciência enquanto modo de pensar só é possível se assimilado no viver de cada aula que se integra em todo num currículo criteriosamente organizado, com o objectivo de reforçar a aquisição e o treino das principais operações mentais utilizadas pelos membros da comunidade científica, na sua contínua e persistente busca de ordem e unidade. E quanto aos conteúdos programáticos, que se escolham tendo em conta que devem permitir o exercício deste tipo de actividades.

Na maioria das escolas, o professor selecciona as situações de estudo e é este que confronta os alunos com os problemas.

Se não colocarmos os alunos nas situações em que estes por si próprios identifiquem os problemas e os definam em termos de serem submetidos à investigação, nunca serão capazes de dar esse primeiro salto qualitativo, condição para se libertarem do estágio de percepção caótica.

Os problemas que se dão para resolução em casa ou nas aulas chamadas «práticas» não contribuem para treinar esta capacidade, porque se apresentam já despidos das complexidades que os aproximariam dos problemas reais enfrentados pelos alunos no quotidiano e estão reduzidos a uma tipologia que os torna «espécie rara» e lhes dá um travo de irrelevantes.

No laboratório, a situação não é muito melhor, com as experiências conduzidas como quem segue a receita do livro de cozinha. A ênfase deve colocar-se na colheita sistemática de dados e no treino da *gestação* de hipóteses. É neste exercício da tentativa de colocar ordem no caos, que os alunos desenvolvem as estratégias básicas da actividade científica.

Por necessidade de rentabilizar ao máximo o percurso, num dado currículo, não pode o professor cair na tentação de impedir ou desviar o aluno do envolvimento na *gestação* e verificação das suas hipóteses, mesmo quando aquele tem a certeza de que são falsas.

A CIÊNCIA E A SUA HISTÓRIA

Uma outra dimensão a considerar é a da ciência e o seu «fazer-se».

Thomas S. Kuhn no livro de que é autor «The Structure of Scientific Revolutions», publicado em 1962 e hoje uma das mais citadas publicações no domínio da história e natureza da ciência, chama a atenção para o facto de

nas nossas escolas se dar uma imagem da ciência que não corresponde à sua história.

Segundo Kuhn, uma vez ultrapassado o estágio Pré-paradigmático, durante o qual coexistem várias escolas em competição e não há acordo quanto às principais linhas de pesquisa, métodos, instrumentos e interpretações, a ciência passa por uma sequência alternada de períodos de «Ciência Normal» e de «Revolução Científica».

Durante os períodos de Ciência Normal, a comunidade científica orienta-se por um «paradigma», conceito sistematicamente introduzido por Kuhn e que inclui a linguagem, as teorias, os esquemas conceptuais, os métodos, os instrumentos e os próprios limites da ciência. O paradigma determina quais os aspectos do mundo que o cientista estuda e os tipos de explicações que aceita. Mais ainda, inclui o modo como vê os dados, as leis e as teorias. Durante este período há acordo na orientação a dar à investigação, nos métodos e nos instrumentos a utilizar, assim como nos tipos de interpretações plausíveis. A comunidade científica põe todo o seu esforço na resolução de problemas tipo «puzzle»; na melhoria da precisão dos instrumentos, na verificação das previsões, na articulação do paradigma, na determinação de constantes, na determinação de leis quantitativas e no refinamento de alternativas.

Ao período de Ciência Normal seguem-se as Revoluções Científicas, resultando estas do reconhecimento de anomalias importantes. A ideia de que a ciência se desenvolve ordenadamente, sistematicamente, construindo-se o edifício pacificamente pondo tijolo sobre tijolo é a que alguns livros de texto deixam transpirar, mas não é uma visão realista. Os cientistas vêem os factos através do seu quadro de referência. Por vezes certos factos deixam de se encaixar facilmente. O cientista tenta alargar o quadro ou reinterpretar os factos, mas por vezes apesar de todo o esforço não é mais possível essa adaptação, e é necessário encontrar um novo quadro. Quando existem vários quadros em conflito para interpretar os dados de um certo domínio, a revolução instaura-se, até que um dos paradigmas em conflito reúna o consenso necessário para permitir um novo período de Ciência Normal e uma articulação crescente do novo paradigma.

Para dar ao aluno esta dimensão é necessário impregnar o currículo da história da ciência, entendendo-se esta não apenas como uma série de citações sobre as muitas descobertas realizadas ao longo dos anos, mas, sobretudo, como o estudo aprofundado dos períodos de revolução científica.

CIÊNCIA E SOCIEDADE

A ciência e a sociedade interactuam uma com a outra numa variedade de modos. O trabalho dos cientistas é influenciado e dependente de pressões sociais a dois níveis. Primeiro por pressões políticas, económicas e cultu-

rais; segundo pelas pressões da própria comunidade científica, que reunida em torno do paradigma aceita, molda a actividade e fornece os critérios porque é avaliado o trabalho dos seus membros. É esta adesão às crenças comuns que fornece a base para a *autoridade* que a comunidade científica exerce sobre os seus membros. Aquela, mesmo sem utilizar formas de coerção física, pode revelar-se suficientemente forte para retardar o próprio processo científico.

Da relação entre ciência e sociedade deriva parte da responsabilidade social do cientista.

A educação científica deve considerar esta relação. O tratamento desta dimensão da natureza da ciência constitui uma prioridade na década de 80, se quisermos conquistar o interesse dos jovens para o estudo das ciências, pois estes reclamam cada vez mais que ciência e tecnologia sejam postos ao serviço da humanidade e do indivíduo.

Levados pela preocupação de ensinar a ciência como processo de investigação — o tão divulgado método do «Inquiry» —, os educadores científicos deixaram bastante de lado as relações entre ciência e sociedade. Mas, a ciência não deve continuar a ser ensinada como assunto que vale por si mesmo, atendendo-se unicamente à sua própria evolução, independentemente das exigências sociais e sem compromissos para com a humanidade.

Também, não parece que se deva continuar a acentuar a divisão ciência-tecnologia.

É necessário cada vez mais desenvolver aptidões, que ajudem a aplicar o conhecimento aos problemas em relação aos quais se devem tomar decisões.

Tomar decisões é mais do que interpretar dados, é maximizar o significado da informação.

É preciso ultrapassar a educação pelo conhecimento em si mesmo, por uma educação científica pelo conhecimento posto em acção.

A ATMOSFERA DAS AULAS DE FÍSICA

A questão que se põe ao tentar organizar um currículo é esta: Como harmonizar todas estas dimensões da ciência num curso de física?

Não se pensa que seja fácil dar igual relevo a todas as componentes da natureza da ciência que foram referidas.

Até ao 9.º ano não é conveniente organizar cursos separados, de física, química, biologia. Deve promover-se o desenvolvimento de cursos de ciência integrada.

As aulas devem ter ampla componente experimental entendendo-se aqui que as experiências são realizadas pelos alunos. A experiência directa com os objectos é fundamental para a apropriação dos conceitos.

Os conteúdos a seleccionar devem ajustar-se ao desenvolvimento das competências no uso de estratégias científicas e simultaneamente responder à

curiosidade natural das crianças desta idade, onde certamente a relação ciência-avanço tecnológico tem lugar privilegiado.

Ao falar de ensino até ao 9.º ano pensa-se que se pode começar a ensinar a ciência no jardim infantil, reconhecendo-se porém que nessa altura os processos científicos utilizados não vão além da colheita e classificação da informação ,enquanto que no 8.º e 9.º ano é possível levar os alunos a definir operacionalmente as grandezas e a controlar variáveis.

Quanto ao ensino da física no curso complementar existem para já a considerar três categorias de alunos:

- Alunos que seguem a área de estudos A (estudos científico-naturais).
- Alunos que seguem a área de estudos B (estudos científico-tecnológicos)
- Alunos que seguem a área de estudos E (estudos das artes visuais).

Deverá ensinar-se o mesmo a todos eles?

Talvez a resposta mais simples seja o sim. Poderia mesmo argumentar-se em defesa desta posição que a física é só uma. Mas se, apenas considerando a ciência como corpo de conhecimentos, já é impossível dar conta de todo este corpo, no período de escolaridade a que nos referimos, como ainda conciliar as várias dimensões da natureza da ciência no moldar desse conteúdo?

Por isso se propõe que se opte pelo «*menos e melhor*» em desfavor de «*tudo mas sem profundidade*» com a sugestão que se põe à discussão:

- I — Que os cursos de física para alunos da área de estudos A sejam organizados dando especial relevo à ciência como corpo organizado de conhecimentos e à ciência como modo de pensar.
- II — Que os cursos para alunos da área de estudos B sejam organizados dando especial relevo à ciência como corpo de conhecimentos e às relações entre ciência e tecnologia.
- III — Que os cursos de física para os alunos das áreas E (e porque não da área C, D e E?) dêem especial relevo à história da ciência e às relações desta com a sociedade.