

UNIVERSIDADE DE ÉVORA



**NATUREZA E ENSINO DA CIÊNCIA: PERSPECTIVAS,
PARADIGMAS, MITOS E CARICATURAS**
INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES

Henrique Manuel Fernandes Caetano

**Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE EM EDUCAÇÃO – SUPERVISÃO PEDAGÓGICA**

ORIENTADOR: ANTÓNIO JOSÉ SANTOS NETO

“Esta dissertação não contém as críticas e sugestões feitas pelo júri”.

Abril de 2006

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**NATUREZA E ENSINO DA CIÊNCIA: PERSPECTIVAS,
PARADIGMAS, MITOS E CARICATURAS
INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES**

Henrique Manuel Fernandes Caetano

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE EM EDUCAÇÃO – SUPERVISÃO PEDAGÓGICA

ORIENTADOR: ANTÓNIO JOSÉ SANTOS NETO

“Esta dissertação não contém as críticas e sugestões feitas pelo júri”.

Abril de 2006



156 948

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer ao professor António Neto que, tendo sido o orientador deste trabalho, nunca deixou de estar disponível com amizade e eficiência ao longo de todo o percurso.

Agradeço igualmente o modo como contribuíram também, de uma ou outra forma, para a concretização deste trabalho: Sérgio Alves (que me convenceu a embarcar nesta aventura), Nuno Matos, Susana Garcia, Elisabete Sousa, Ana Hilário, Inês Costa, Manuel Vitorino e Lília Yee (pela paciência e dedicação sem limites com que me acompanhou na fase final da elaboração deste trabalho).

Não poderia deixar de fazer aqui menção especial ao meu amigo, colega e eterno orientador de estágio, José Neves, que para além de me ter acompanhado desde o início, teve um papel determinante na fase final deste difícil parto transcontinental

Por fim, agradeço à minha família, em particular aos meus pais, pela forma como sempre valorizaram o meu trabalho.

RESUMO

O presente estudo investiga as concepções de ciências de um grupo de professores e a possível relação entre essas mesmas concepções e uma eventual intenção de promover o seu desenvolvimento nos alunos.

Participaram no estudo 10 professores de ciências leccionando junto de alunos com idades compreendidas entre os 10 e os 18 anos de idade.

Foi aplicado um questionário articulado com entrevistas individuais com o objectivo de investigar as concepções de ciências dos sujeitos em estudo, as possíveis origens de tais concepções e a eventual intenção, por parte do professor, de promover o desenvolvimento das mesmas nos alunos. Foram detectadas concepções reducionistas e dissonâncias pessoais mais ou menos marcantes junto da maioria dos sujeitos, oscilando estas entre o positivismo tradicional e as correntes relativistas mais modernas. Os professores que apresentaram concepções de ciência consideradas mais adequadas foram os mesmos que revelaram não ter intenção de condicionar o desenvolvimento das mesmas nos alunos.

Os resultados do presente estudo justificam a implementação de medidas compensatórias adequadas ao nível da formação de professores, no que concerne a uma abordagem explícita e a uma discussão reflexiva acerca da temática das concepções de ciência.

PALAVRAS-CHAVE: natureza da ciência; concepções de ciência; ensino das ciências; concepções dos professores.

**Nature of Science and Science Teaching: Perspectives, Paradigms,
Miths and Caricatures**

Investigating Science Teachers' Conceptions

ABSTRACT

This study examines teachers' conceptions on science and the possible relation between these conceptions and the eventual pretention to promote their development on the studentents.

The participants were 10 science teachers, working near students with ages between 10 and 18 years old.

A questionnaire coupled with individual interviews was used to assess participants' conceptions on science, the possible origins of such conceptions and the eventual teachers' intencions on promoting the development of appropriate conceptions on their students. The majority of participants held naïve and personal-dissonant views, between the traditional positivism and the newly relativism. The teachers who held more suitable conceptions, were the same who shownded no intention on conditioning their development on the students.

The results of the present study support the effectiveness of explicit, reflective on science conceptions instruction.

KEY-WORDS: nature of science; conceptions of science; science teaching; teachers' conceptions.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
INTRODUÇÃO.....	2
1ª PARTE: ENQUADRAMENTO TEÓRICO	9
1. A NATUREZA DA CIÊNCIA: CONCEPÇÕES, IMAGENS E CARICATURAS.....	10
1.1. Ciência vs sociedade?.....	10
1.2. Especialização, fragmentação e inacessibilidade.....	11
1.3. Ciência e tecnologia.....	14
1.4. Ciências naturais, ciências sociais e humanas e ciências ocultas....	17
1.5. Ciência e crença.....	18
1.6. Literacia científica e desenvolvimento sustentado.....	20
1.7. Ciência vs filosofia das ciências?.....	22
2. O ENSINO DAS CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS, PARADIGMAS, MITOS E “SLOGANS”.....	27
2.1. Ensino por transmissão.....	27
2.2. Ensino por descoberta.....	29
2.3. Trabalho experimental no ensino das ciências em Portugal: o mito e o método.....	31
2.4. Ensino por mudança conceptual.....	35
2.5. Ciência e natureza humana.....	36
2.6. Que futuro?.....	38
2.7. Ensino por pesquisa: uma perspectiva congregadora.....	39

3. INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES: PORQUÊ, QUANDO E COMO?.....	45
3.1. Concepções e quadros conceptuais.....	45
3.2. Investigação sobre as concepções de ciência dos professores: breve história.....	48
3.3 Ciência: o que é e o que não é.....	50
3.4 Concepções de ciência dos professores e possíveis repercussões nas práticas lectivas.....	53
3.3 Que futuro?.....	56
2ª PARTE: VERTENTE EMPÍRICA	58
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	59
4.1. Questões de pesquisa.....	59
4.2. Objectivos.....	60
4.3. Natureza do estudo.....	60
4.4. Participantes.....	62
4.5. Recolha de dados.....	63
4.5.1. O questionário.....	64
4.5.2. A entrevista.....	71
4.6. Análise de dados.....	73

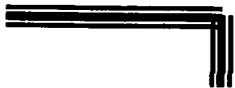
5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DE	
RESULTADOS.....	78
5.1. Considerações gerais.....	78
5.2. Análise descritiva das respostas ao questionário e Parte A da	
entrevista.....	80
5.2.1. Afirmação 1 – Concepção empírico-indutivista, ateuca	80
5.2.2. Afirmação 2 – Concepção rígida (algorítmica, exacta,	82
infalível).....	
5.2.3. Afirmação 3 – Concepção rígida (algorítmica, exacta,	84
infalível) - II.....	
5.2.4. Afirmação 4 – Concepção aproblemática e ahistórica	86
(fechada e dogmática).....	
5.2.5. Afirmação 5 – Concepção extremamente relativista.....	88
5.2.6. Afirmação 6 – Concepção exclusivamente analítica.....	90
5.2.7. Afirmação 7 – Concepção excessivamente anti-analítica	92
5.2.8. Afirmação 8 – Concepção cumulativa, de crescimento	94
linear.....	
5.2.9. Afirmação 9 – Concepção individualista e elitista.....	96
5.2.10. Afirmação 10 – Concepção socialmente	98
descontextualizada.....	
5.3. Origem das concepções de ciência dos participantes.....	100
5.4. Intenção de promover o desenvolvimento de concepções de	
ciência nos alunos.....	103
5.5. Análise global e inferencial dos resultados.....	107
5.5.1. Considerações prévias.....	107
5.5.2. Concepções de ciência dos sujeitos.....	108
5.5.3. Origem das concepções de ciência dos sujeitos.....	111
5.5.4. Promoção do desenvolvimento de concepções de	
ciência nos alunos.....	111
6. CONCLUSÕES.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Posicionamento dos participante perante a afirmação 1.....	80
Figura 2- Posicionamento dos participante perante a afirmação 2.....	82
Figura 3- Posicionamento dos participante perante a afirmação 3.....	84
Figura 4- Posicionamento dos participante perante a afirmação 4.....	86
Figura 5- Posicionamento dos participante perante a afirmação 5.....	88
Figura 6- Posicionamento dos participante perante a afirmação 6.....	90
Figura 7- Posicionamento dos participante perante a afirmação 7.....	92
Figura 8- Posicionamento dos participante perante a afirmação 8.....	94
Figura 9- Posicionamento dos participante perante a afirmação 9.....	96
Figura 10- Posicionamento dos participante perante a afirmação 10.	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Questionário.....	134
Anexo 2 – Questionário final.....	136
Anexo 3 – Guião da entrevista.....	138
Anexo 4 – Protocolo da entrevista ao participante 1 (P1).....	139
Anexo 5 – Categorias, sub-categorias e respectivas unidades de significado.....	154
Anexo 6 – Análise descritiva individual participante a participante	160



INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

Dizemos aos indecisos, Começar pelo princípio, como se esse princípio fosse a ponta sempre visível de um fio mal enrolado que bastasse puxar e ir puxando até chegarmos à outra ponta, a do fim, e como se, entre a primeira e a segunda, tivéssemos tido nas mãos uma linha lisa e contínua em que não havia sido preciso desfazer nós nem desenredar estrangulamentos, coisa impossível de acontecer na vida dos romelos e, se uma outra frase de efeito é permitida, nos romelos da vida.

José Saramago.

A importância da ciência numa sociedade da qual é alicerce fundamental justifica plenamente as crescentes preocupações relativamente à necessidade de promover a *literacia científica junto da generalidade dos cidadãos* (Neto, 2001). Num quadro onde se tornará cada vez mais frequente a necessidade de as populações tomarem decisões de raiz científica, urge dotar o cidadão das ferramentas necessárias, não só para o fazer mas também para que este se possa adaptar às mudanças daí decorrentes. Importantes como o domínio de conhecimentos científicos básicos serão, a este nível, os conhecimentos acerca da natureza da própria ciência e seu funcionamento.

É precisamente aqui que entramos num assunto deveras complexo e nada pacífico, uma vez que para uma mesma ciência podemos encontrar uma panóplia de imagens e concepções, entre as quais proliferam não raramente deturpações e reducionismos que vão desde o cientismo, de raiz positivista e empírico-indutivista, ligado a visões de uma ciência dogmática e absoluta, ao relativismo

extremo que chega à negação da própria ciência (Cachapuz, Carrascosa, Fernández e Gil, 2002).

A especialização pela qual têm vindo a enveredar, muito naturalmente, as diversas áreas científicas parece contribuir, de certa forma, para uma hermeticidade crescente, no sentido em que as referidas áreas se vão tornando progressivamente mais inacessíveis aos “não-especialistas”. Não significando isto que se esteja a assistir a um isolamento crescente de conhecimentos de carácter específico, poderemos estar perante uma ciência de muitas “caras” que se afasta cada vez mais das imagens tradicionalmente veiculadas pelos mais diversos meios. Entre esses meios, não poderemos deixar de dar especial destaque à escola.

Se a televisão, a rádio, os jornais, as revistas e a Internet constituem actualmente importantes fontes de informação, através das quais nos poderão chegar elementos que, por certo, contribuirão para o desenvolvimento das mais variadas imagens acerca da natureza do conhecimento científico e do funcionamento da própria ciência, é a escola o meio privilegiado para uma promoção orientada do desenvolvimento das concepções de ciência consideradas mais adequadas.

Cachapuz, Jorge e Praia (2001) apresentam um conjunto de perspectivas de ensino/aprendizagem¹, acompanhadas dos respectivos fundamentos epistemológicos, das quais são facilmente conotáveis com algumas das mais comuns visões deturpadas de ciência a perspectiva de Ensino por Transmissão e a perspectiva de Ensino por Descoberta. Com pressupostos epistemológicos mais concordantes com as visões de ciência hoje consideradas adequadas, são apresentadas a perspectiva de Ensino por Mudança Conceptual e a bastante actual perspectiva de Ensino por Pesquisa.

¹ Não será abusivo designá-las simplesmente como perspectivas de ensino, uma vez que a sua existência não está dependente de estas resultarem efectivamente em aprendizagem.

De que factores dependerá a promoção (deliberada ou não) de uma determinada imagem de ciência em contexto escolar? Não descurando a importância que neste campo poderão ter os próprios currículos escolares e perspectivas de ensino e de aprendizagem com os subjacentes pressupostos epistemológicos, parece residir no professor o principal vector a ter em conta.

Apesar de a transposição das concepções do professor para a sala de aula não ter sido ainda inequivocamente validada (Mellado, 1997), as ideias do professor (tal como as dos alunos) acerca da ciência não deixarão de estar presentes nesse contexto, induzindo as mais variadas interpretações e aplicações do currículo. Tal suposição motivou um número crescente de estudos relacionados com as ideias dos professores acerca da ciência, tendo dos mesmos resultado uma ampla variedade de significações e designações, de que se destacam as seguintes: *ideias de ciência, ideias acerca da natureza da ciência, imagens de ciência, visões de ciência e concepções de ciência.*

Procurando contribuir para a clarificação conceptual no campo, Bell, Lederman e Abd-El-Khalick (2000) propõem a distinção entre a *natureza da ciência*, relacionada com os pressupostos epistemológicos e com os valores envolvidos na actividade científica, e os *processos científicos*, que corporizam as metodologias de trabalho correspondentes. A consideração de uma componente valorativa na ciência não pressupõe a existência de valores específicos da actividade científica. Antes significa que a mesma não é axiologicamente neutra, mantendo uma relação sistémica com os contextos em que decorre. No presente estudo utiliza-se a designação *concepções de ciência* numa acepção lata, envolvendo, dialecticamente, tanto as concepções sobre a natureza da ciência como as que têm a ver com os processos científicos.

Foi sobretudo a partir de meados do século passado que começaram a surgir estudos empíricos sistemáticos procurando investigar supostas relações entre as concepções de ciência dos professores, as respectivas práticas e,

consequentemente, as concepções dos próprios alunos. Decorrendo essencialmente da aplicação massiva de simples questionários, a validade dos resultados inicialmente obtidos foi desde sempre criticada (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002), questionando-se a tendência de atribuir aos professores de ciências, enquanto grupo, concepções rígidas e homogêneas. Tal homogeneidade não encontra sustentação teórica, dada a forte dependência contextual dos sistemas de construtos dos indivíduos (Kelly, 1991), parecendo ser antes um reflexo da obtenção reducionista de dados recolhidos pelo uso recorrente de abordagens exclusivamente quantitativas.

Apesar de tudo, é de admitir que tal dependência ajude parcialmente a explicar a verificação de algumas tendências culturais neste âmbito. Mesmo os estudos mais recentes têm, de facto, evidenciado que a maioria dos professores de ciências apresenta concepções deturpadas de ciência, com predominância de perspectivas ingénuas de toque positivista (Mellado, 1997).

A recente derivação para metodologias mais diversificadas e de ênfase qualitativa tem permitido investigar em maior profundidade essa problemática, contribuindo para a clarificação progressiva das dissonâncias equacionadas. É precisamente essa a linha seguida no presente estudo, desenvolvido com o objectivo de procurar possíveis respostas para as seguintes questões:

- Que concepções de ciência têm os professores de ciências?
- Qual a origem dessas concepções?
- Haverá alguma relação entre as concepções de ciência dos professores e a sua intenção de promover ou não o desenvolvimento destas junto dos alunos?

O registo escrito do estudo foi dividido em duas partes, tendo sido estruturado da forma que passamos a descrever.

Numa primeira parte do trabalho, é feito um breve enquadramento teórico, onde são afluadas diversas questões, explorando essencialmente as vertentes filosófica e pedagógica da problemática em causa. O capítulo um começa por se desenvolver em torno de vários factores que parecem contribuir para que a imagem que a ciência detém junto da sociedade não seja, por vezes, a mais favorável. São também abordadas, neste primeiro capítulo, a questão do eventual papel que a crença poderá ou não ter na aceitação da ciência; a importância da literacia científica para o desenvolvimento sustentado das sociedades; e a tensão muitas vezes existente entre a ciência e a filosofia das ciências.

No segundo capítulo são apresentadas e analisadas algumas das mais vulgares perspectivas e convicções acerca do ensino das ciências e correspondentes fundamentos epistemológicos, com as consequentes imagens de ciência associadas. São igualmente apresentadas e analisadas as principais linhas que caracterizam as mais recentes respostas pedagógicas às novas exigências da sociedade relativamente ao ensino, muito em particular no que toca ao ensino das ciências.

O terceiro capítulo gira em torno de toda a problemática associada à investigação de concepções, apresentando-se igualmente uma breve história da investigação das concepções de ciência dos professores. Ainda neste capítulo, é traçado o “ponto da situação” no que respeita aos resultados das investigações realizadas nesta matéria.

A segunda parte do trabalho começa com o capítulo quatro, dedicado aos aspectos metodológicos ligados ao desenvolvimento do estudo empírico, nomeadamente no que tem a ver com a apresentação das questões de pesquisa, objectivos do estudo, natureza do estudo, escolha da metodologia utilizada,

escolha dos participantes e à construção e apresentação dos instrumentos de recolha de dados (questionário, entrevista e respectivo guião).

A apresentação, análise e discussão de resultados é levada a cabo ao longo do capítulo cinco, sendo primeiramente apresentada uma análise descritiva, item a item, a partir da qual emerge posteriormente a análise global e inferencial.

No capítulo seis são apresentadas as conclusões, nas quais se incluem considerações acerca dos limites de validade das inferências extraídas e possíveis implicações e sugestões para futuros estudos, cuja pertinência tenha sido por este levantada.

As conclusões são seguidas da bibliografia, apresentada de acordo com as normas da APA (*American Psychological Association*), e dos anexos que considerámos importante incluir como complemento da informação contida no corpo de texto.

1ª PARTE

ENQUADRAMENTO TEÓRICO



**Capítulo 1.
A NATUREZA DA CIÊNCIA:
CONCEPÇÕES, IMAGENS E
CARICATURAS**



1. A NATUREZA DA CIÊNCIA: CONCEPÇÕES, IMAGENS E CARICATURAS

1.1. Ciência vs sociedade?

O fim da hegemonia quase incontestada das correntes vulgarmente designadas como positivistas e o reequacionar do racionalismo fragilizaram, sem dúvida alguma, a ciência, pelo menos no que toca à sua imagem pública. De algum modo, esta caiu do pedestal onde permanecia graças a uma imagem que lhe conferia um carácter quase dogmático.

Os ataques contra o positivismo, revestidos por vezes de uma roupagem de cariz irracionalista, têm-se transformado, aos poucos, em ataques contra a própria ciência. Holton (1998) atribui estes ataques ao ressurgir de um “movimento romântico” que se pauta, essencialmente, por um negar da possibilidade de a ciência conduzir a um aperfeiçoamento progressivo do conhecimento, baseado no pensamento racional.

A acção da ciência chega mesmo a ser apontada como perniciosa, fonte de grande parte dos males da civilização moderna. Que impacte poderá ter este movimento ao nível da imagem pública da ciência? Segundo Holton (1998), há motivos para preocupação:

Qualquer pessoa que partilhe da visão segundo a qual a ciência deve ser uma parte fundamental da tradição intelectual facilmente encontrará motivos de preocupação. Mesmo entre educadores, estudiosos e comentadores da nossa cultura se ouve agora demasiado frequentemente descrever a investigação científica como uma

actividade desagradável, sem alma, meramente “lógica”, “linear”, “hierárquica” e privada de toda a paixão humana. Qualquer investigador sabe que esta caracterização é absurda, que, na melhor das hipóteses, poderia ser desculpada devido a ser uma opinião formada como consequência de se terem frequentado na escola *disciplinas científicas mal ensinadas* [itálico nosso], ou mesmo não se terem frequentado nenhuma. (p. 56)

Holton aponta um mau ensino das disciplinas científicas como sendo um dos possíveis factores responsáveis pela proliferação de imagens estereotipadas de ciência. Poder-se-ia especular sobre o que será um bom ou um mau ensino das ciências. Seja como for, dificilmente se poderá considerar um bom ensino aquele que contribua para a indução de imagens grosseiras desta importante área do conhecimento humano.

1.2. Especialização, fragmentação e inacessibilidade

As diversas áreas científicas enveredaram de tal forma pela especialização que acabaram por se tornar cada vez mais herméticas, no sentido em que se vão tornando acessíveis apenas aos próprios especialistas. Esta especialização, por um lado necessária e responsável parcial pelos mais recentes avanços científicos, provoca, por certo, uma ruptura no paralelismo que Piaget estabelece, ainda que parcialmente, entre a psicogénese e a evolução da ciência; dando como exemplo a Física, a psicogénese da maioria das pessoas atinge, na melhor das hipóteses, o paradigma newtoniano.

O efectivo entendimento dos princípios subjacentes tanto à teoria da relatividade como à mecânica quântica dificilmente estarão ao alcance de um ensino obrigatório (ensino básico) ou mesmo de um ensino secundário. Até no ensino universitário estas matérias são abordadas de uma forma superficial ou

demasiado formalista, exceptuando-se, obviamente, os cursos nestas áreas específicas. De facto, o formalismo conceptual e matemático inerente tanto à mecânica relativista como à mecânica quântica afastam-nas do domínio público. Como constata Stephen Hawking (2000), apesar das profundas implicações que o princípio da incerteza teve na maneira de ver o mundo, estas, mais de cinquenta anos depois, ainda não foram devidamente apreciadas por muitos filósofos e continuam a ser objecto de grande controvérsia (pp. 71-72).

Quando, e ainda assim num quadro revestido de um grande optimismo, a maioria das pessoas tem acesso a uma física que termina em Newton (séc. XVII e XVIII), não é de admirar que, aos poucos, à ciência se vá colando uma imagem de alguma estagnação. Para um grande número de pessoas, a física morre, efectivamente, em Newton.

Também não sabemos até que ponto esta insurreição contra a ciência não virá sobretudo de pessoas afastados do meio científico. O afastamento entre “o trabalho do cientista, por um lado, e o do intelectual que está fora do campo da ciência, por outro, está a aumentar e a aceitação genuína da ciência como parte válida da cultura verifica-se cada vez menos” (Holton, 1998, p. 57).

Hoje em dia, é extremamente improvável que até mesmo um epistemólogo das ciências domine toda a extensão do conhecimento científico em todos os seus ramos especializados. Koyré, citado em Carrilho (1989, p. 25), diz mesmo que, perante esta abundância de material e crescente especialização disciplinar, “ninguém poderá escrever uma história das ciências, nem mesmo uma história de uma ciência”.

Também a velocidade espantosa a que, por vezes, se sucedem os avanços científicos, trilhando caminhos sinuosos e nem sempre confluentes, parece trazer alguma desconfiança junto da opinião pública:

No preciso momento em que compreendemos finalmente uma coisa de que os cientistas estão a falar, eles vêm dizer que isso afinal está errado. E, mesmo que esteja certo, há uma quantidade enorme de novas coisas – coisas de que nunca ouvimos falar, coisas difíceis de acreditar, coisas com implicações pouco tranquilizadoras – que afirmam ter descoberto recentemente. Pode parecer que os cientistas estão a brincar connosco, que querem virar tudo do avesso, que são socialmente perigosos. (Sagan, 1998, p. 252)

A imagem de cientista “socialmente perigoso” de que nos fala Carl Sagan não é exclusiva dos dias de hoje e está bem patente em alguns clássicos da literatura e cinema de ficção científica. Poderíamos aqui fazer referência a inúmeros exemplos nos quais o cientista é apresentado como um indivíduo treloucado e sem escrúpulos, que coloca a sua vontade de manipular a natureza à frente dos interesses do seu semelhante. É altamente provável que existam cientistas desonestos e até mesmo “socialmente perigosos”, assim como existem pessoas desonestas e “socialmente perigosas” nas mais diversas actividades humanas. Qualquer generalização será, no entanto, abusiva e extremamente injusta.

O carácter quase dogmático por vezes apontado à ciência parece não ser (nem nunca ter sido) próprio desta, assim como o epíteto de “perigosa” parece ter origem em algumas confusões às quais faremos referência mais à frente. E quem pratica as chamadas ciências exactas ou duras será que preconiza uma ciência dogmática? Vejamos o que refere Feynman (2001), relativamente à natureza da ciência:

Esta liberdade de duvidar é uma questão importante em ciência e, creio, também noutros campos. Nasceu de uma luta. Foi uma luta ser permitido duvidar, não ter certezas. Não queria que esquecêssemos a importância dessa luta e, como consequência, que a abandonássemos. Sinto uma grande responsabilidade enquanto cientista que sabe do grande valor de uma filosofia da ignorância e do progresso que essa filosofia tornou possível, progresso esse que é fruto da liberdade de pensamento. Sinto a

responsabilidade de proclamar o valor dessa liberdade e de ensinar que não devemos temer a dúvida, mas antes devemos acolhê-la como a possibilidade de um novo potencial para os seres humanos. Se sabemos que não temos a certeza, temos a possibilidade de melhorar a situação. Quero exigir esta liberdade para as gerações futuras. (p. 37)

1.3. Ciência e tecnologia

Aí verifiquei uma vez mais que assim como a Literatura não é um sacrário de frases também a Ciência não é um sacrário de tecnologias.

José Cardoso Pires.

Algumas das ideias deturpadas que surgem em torno do conceito de ciência parecem ter origem na confusão muitas vezes estabelecida entre ciência e tecnologia. A ciência é frequentemente confundida com a tecnologia, talvez por esta constituir, muitas vezes, o espelho mais visível e mediático da primeira, por intermédio de algumas das suas aplicações:

A ciência significa umas vezes um método especial de descobrir coisas, outras o corpo de conhecimentos resultante dessas descobertas. Pode também significar as novas coisas que podem fazer-se quando se descobre algo, ou mesmo a realização dessas novas coisas. A este último campo chamam-se habitualmente tecnologia – mas, se costumam ver a secção de ciência da revista *Time*, sabem que, aproximadamente, 50% cobrem novas coisas que foram descobertas e outros 50% as novas coisas que podem ou estão já a ser feitas. Portanto, a definição popular de ciência é, em parte, também tecnologia. (Feynman, 2001, p. 15)

É nesta confusão que encontramos explicação para algumas das “acusações” que recaem sobre a ciência, pois não há dúvida que até as mais “inocentes” teorias ou descobertas científicas são capazes de originar, por vezes, aplicações tecnológicas com efeitos desastrosos para o homem. Não nos parece, apesar de tudo, legítimo apontar o conhecimento científico como responsável pelas aplicações desviantes que dele o homem faz. A ambulância que é usada para salvar vidas também pode ser usada para atropelar, assim como o medicamento que cura pode também matar caso seja mal utilizado. É também a forma como se aplica o conhecimento científico que o torna ou não perigoso, não tendo este, em si mesmo, propriedades maléficas.

Raquel Gonçalves (1991) lança mesmo o alerta para a tentação de se valorizar apenas a vertente da ciência que tem aplicação directa na tecnologia, desvalorizando-se todo o suporte teórico. Esta tendência para reduzir a ciência à sua aplicação na tecnologia de impacte mais imediato e mediático faz com que tudo o que não seja imediato e de grande visibilidade não seja considerado digno de relevo, não seja considerado progresso.

É certo que, se a tecnologia é muitas vezes vista como um produto da ciência, ou como o seu “braço-armado” (Baptista, in Feynman, 1988, p. 7), também a tecnologia faz progredir a ciência. De acordo com Fernández et al. (2003), a actividade científica estará mesmo dependente da tecnologia:

No se trata, pues, de señalar, como a veces se hace, que '*algunos*' desarrollos tecnológicos han sido imprescindibles para hacer posible '*ciertos*' avances científicos, como, por ejemplo, el papel de las lentes en la investigación astronómica. La tecnología está *siempre* en el corazón de la actividad científica y la expresión *diseño* experimental es perfectamente ilustrativa a este respecto. (p. 8)

Poderia surgir aqui, relativamente à ciência e à tecnologia, a velha “questão da galinha e do ovo”. Se pensarmos no exemplo clássico que é o da

tecnologia do telescópio ao serviço de Galileu, poderemos ser levados a concluir, precipitadamente como se verá, que a ciência de Galileu teria nascido da tecnologia do telescópio. Para que não restem dúvidas, lembremo-nos que Galileu não foi a primeira pessoa a espreitar a Lua através de um telescópio – há registos de observações efectuadas pelo inglês Thomas Harriot alguns meses antes de Galileu –, mas tudo indica que terá sido o primeiro a ver, entre outras novidades curiosas e polémicas, uma Lua cheia de rugosidades, cavidades e proeminências, pondo em causa a ideia até então sustentada de que esta seria toda perfeita e uniforme.

Aquilo que cada um viu foi condicionado por dois quadros conceptuais bastante distintos. Poderemos facilmente admitir, recorrendo às personagens do “Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo”, que Simplicio e Salviati veriam, também eles, dois mundos extraordinariamente diferentes, ainda que espreitassem pelo mesmo telescópio. É assim, antes de mais, a ciência de Galileu que dá um carácter científico ao telescópio.

Segundo Gil Pérez e Vilches (2005), será igualmente errado apresentar a tecnologia como subproduto da ciência, uma vez que a primeira precede a segunda em milénios:

A este respecto, cabe subrayar que los dispositivos e instalaciones, y en general los inventos tecnológicos, no pueden ser considerados como meras aplicaciones de determinadas ideas científicas, en primer lugar, porque ellos tienen una prehistoria que muchas veces es independiente de dichas ideas como, muy en particular, necesidades humanas que han ido evolucionando, otras invenciones que le precedieron o conocimientos y experiencia práctica acumulada de muy diversa índole. (p. 311)

Para estes autores, a tecnologia e a investigação tecnológica estão mais viradas para as aplicações práticas e úteis e menos para aspectos teóricos, não fazendo parte dos objectivos da tecnologia a construção de um corpo coerente de

conhecimentos. Apesar de tudo, a investigação tecnológica terá incorporado características da investigação científica e não poderemos ignorar a importância de uma notória dialéctica que parece ser responsável por um impulsionamento mútuo.

1.4. Ciências naturais, ciências sociais e humanas e ciências ocultas

Aproveitando a ainda recente tentativa de aproximação entre as ciências sociais e humanas e as chamadas ciências exactas (ou “ciências duras”), muitos têm aproveitado para lançar dúvidas sobre o rigor e a validade destas últimas. Para complicar ainda mais a situação, as brechas abertas na couraça positivista, outrora impenetrável, têm sido aproveitadas para que um sem número de disciplinas ligadas ao “oculto” e ao “para-normal” venham agora reivindicar o estatuto de ciências. O problema não reside, como veremos, na inclusão, no mundo da ciência, das disciplinas que, com todo o mérito, graças a um enorme desenvolvimento no sentido de uma crescente organização e sistematização, constituem hoje a área das ciências sociais e humanas.

Como já anteriormente foi referido, a ciência especializou-se de tal forma que as descobertas ou os conhecimentos produzidos numa determinada área são acessíveis quase só aos especialistas. O facto de a ciência se desenvolver, hoje em dia, em campos que se afastam fortemente do observável (pensemos nos casos da física de partículas, da mecânica quântica e da genética) coloca-a, aos olhos de grande parte das pessoas, ao nível das chamadas “ciências ocultas”. Pensemos no exemplo da teoria da relatividade que é muitas vezes apresentada como uma perigosa mistura entre ficção científica e ciência, tal a forma como a referida teoria se afasta do senso comum.

1.5. Ciência e crença

Os mecanismos de aceitação de uma teoria científica que não se compreende não serão muito distintos daqueles que justificam uma crença. Haverá então alguma razão que justifique a adesão de alguém cientificamente iletrado a uma teoria científica complexa e quase inacessível? Esta questão é extremamente polémica. Para pensadores como Khun e Feyerabend, tal adesão não será necessariamente condicionada por factores racionais, nem mesmo ao nível do corpo científico. Imre Lakatus, na linha de Karl Popper, tentando evitar o irracionalismo, rejeita o conceito de “ciência normal”, que corresponderia, segundo Khun, a períodos dominados por uma ciência dogmática:

De facto, o traço distintivo do comportamento científico é um certo cepticismo mesmo em relação às teorias mais acalentadas. A adesão cega a uma teoria não é uma virtude intelectual é um crime intelectual. (Lakatus, 1998, p. 12)

Apresentando-nos uma visão radicalmente diferente da de Lakatus, Feyerabend (1989) defende que “uma ciência que insiste em ser detentora do único método correcto e dos únicos resultados aceitáveis é ideologia e como tal deverá ser separada do Estado e, especialmente, dos processos de educação” (p. 464). Sem dúvida alguma polémico, Feyerabend considera que a ciência só provará ser detentora dos melhores modelos explicativos da realidade se for colocada em pé de igualdade com a mitologia, a astrologia, a alquimia e a religião, e as pessoas escolherem a ciência. Uma separação clara entre a ciência e a educação, tal como existe em relação à religião, será, no seu entender, a única forma de garantir que, caso a opção recaia sobre a ciência, esta seja fruto de um exercício racional. Feyerabend desejava, porventura, evitar uma “contaminação científica” precoce que privilegiasse a ciência em detrimento de outras formas de explicar o mundo.

Mas, se durante séculos tivemos uma sociedade alicerçada na crença religiosa, hoje temos uma sociedade cujos ideais de desenvolvimento estão inevitavelmente ligados à ciência e aos seus frutos. Parece ser perfeitamente aceitável (e indispensável) que a ciência esteja desde cedo ligada às escolas, permitindo não só a preparação do indivíduo para ser integrado na sociedade, mas também investindo numa literacia científica crescente dessa mesma sociedade:

A ciência e a tecnologia invadem hoje por completo as nossas vidas. Pode inclusivamente prever-se que, no futuro, tal invasão será ainda mais efectiva. Não só é provável termos de vir a tomar decisões de raiz científica e tecnológica em número crescente, como necessitamos de uma aptidão cada vez maior para lidar com a mudança assim induzida. Tal não se aplica apenas a um pequeno número de cidadãos interessados em seguir carreiras específicas; aplica-se a todos nós, praticamente sem distinção. Se isto pode ser descrito como uma faceta da literacia, na sua dimensão científica e tecnológica, então a literacia científica e tecnológica há-de constituir uma indeclinável necessidade futura para toda a gente. (Neto, 2001)

Se considerarmos que a aprendizagem das ciências desempenha um papel importante no desenvolvimento cognitivo, ou até mesmo no desenvolvimento holístico do próprio indivíduo, seria um erro deixar a escolha do “caminho” a quem não tivesse tido ainda a oportunidade de adquirir “capacidades de orientação” (não tivesse desenvolvido um cepticismo saudável). Uma vez que a compreensão do mundo através da ciência exige algum esforço (ao contrário das outras “alternativas”), esta poderia ser preterida pelo simples uso do critério da “lei do menor esforço”. Na verdade, não se trata simplesmente de interpretar a natureza, mas principalmente de prever o seu comportamento nas mais variadas situações. Quando Feyerabend pretende colocar áreas científicas como a física em pé de igualdade com a mitologia, a astrologia ou a religião, qual destas “disciplinas” será capaz de efectuar previsões que, efectivamente, possam ser

verificadas? O relativismo é, apesar de tudo, uma tentação que facilmente se transforma em moda, como refere Popper (1989):

O relativismo filosófico que se esconde por detrás da “velha e famosa questão ‘O que é a verdade?’” abre as portas à apetência pelo falso que é própria dos homens. [...] O relativismo é um dos muitos crimes dos intelectuais. É uma traição à razão e à humanidade. (p. 19)

Feyerabend poderia argumentar dizendo que a racionalização da natureza seria consequência de uma “contaminação” por uma ciência que desde cedo nos fosse imposta, naquilo que Habermas (2001) designa como “pervasão”² das esferas institucionais da sociedade” pela ciência e pela tecnologia. Neste caso, deveríamos considerar o homem não como um ser racional mas antes como um ser racionalizado. Este argumento poderá, contudo, ser facilmente rebatido: o homem cria a ciência a partir de uma necessidade natural de racionalização do mundo e não o contrário:

The methods of science were perhaps first introduced when people attempted to reduce the apparently chaotic yet recurring motions of the stars, sun, moon, and planets to an orderly system. (Holton e Brush, 2001)

1.6. Literacia científica e desenvolvimento sustentado

A aceitação e a sobrevivência de um paradigma científico poderá estar dependente do desenvolvimento generalizado de toda uma população; isto é, a não ser que o paradigma seja aceite por simples crença (havendo aí o perigo de não haver uma distinção clara entre ciência e crença), será necessário que a

² Trata-se de um anglicismo não dicionarizado na língua portuguesa, significando em inglês, no contexto da citação, “impregnação”.

literacia científica chegue a muito mais pessoas e de uma forma mais eficaz. Apesar de, segundo Lakatus, a validade de uma teoria científica não depender da sua aceitação (contrariando, de certa forma, Khun), essa mesma aceitação é muito importante, uma vez que sabemos ser o desenvolvimento científico indissociável de todo o contexto social, económico, ideológico e político. O desenvolvimento científico e a literacia científica relacionam-se, assim, de uma forma sistémica: se, por um lado, o desenvolvimento da ciência condiciona o ensino da ciência, também não é menos verdade que a alfabetização científica condiciona o desenvolvimento científico.

Estamos, de facto, perante um fenómeno de grande complexidade e não será difícil prever as dificuldades que uma iliteracia científica generalizada poderá trazer “às ‘negociações’ que constantemente a comunidade científica tem de manter com a sociedade para conseguir o seu apoio e também para criar a atmosfera apropriada (em particular no sistema educativo) em que se pode desenvolver mais adequadamente e contribuir para o desenvolvimento de uma cultura civilizacional de que é alicerce” (Baptista, 2002, p. 18).

Como convencer uma população cientificamente iletrada a canalizar parte dos seus impostos para a promoção da educação em ciência ou para o apoio a projectos de investigação científica que, para além de não terem uma fundamentação teórica acessível, não tenham também uma aplicação tecnológica imediata e mediática? Imaginemos que se tinha feito depender o trabalho de Galileu, Newton, Einstein ou Darwin da utilidade pública imediata das suas investigações...

Apesar de existir um consenso alargado quanto à importância que a alfabetização científica adquire na sociedade dos nossos dias, muitos defendem que constitui uma ilusão acreditar que toda uma população fique capaz de tomar decisões com base em conhecimentos científicos, relativamente a assuntos de grande complexidade, como a energia nuclear, a coíncineração, o aquecimento

global, entre outros. Para Gil-Pérez e Vilches (2005), não se trata de dotar toda uma população de conhecimentos científicos profundos e complexos; trata-se, isso sim, de garantir um mínimo de conhecimentos fundamentais para o exercício pleno de uma cidadania consciente e responsável:

En definitiva, la participación ciudadana en la toma de decisiones es hoy un hecho positivo, una garantía de aplicación del principio de precaución, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecnocientífico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente. Dicha participación, hemos de insistir, reclama un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de los problemas y de las opciones - que se pueden y se deben expresar con un lenguaje accesible - y no ha de verse rechazada con el argumento de que problemas como el cambio climático o la manipulación genética sean de una gran complejidad. (p. 307)

Em última análise, não será exagerado concluir que a alfabetização científica constitui um importante investimento na própria democracia, se considerarmos que dela dependerá, em parte, o exercício pleno da cidadania.

1.7. Ciência vs filosofia das ciências?

A crescente especialização e complexidade da ciência parece fazer com que, para a maioria das pessoas, esta não esteja acessível senão através de “caricaturas” mais ou menos grosseiras. Este facto reflecte-se, obviamente, no ensino.

Neste momento, a ciência actual é incapaz de chegar directamente aos níveis mais baixos do ensino. A epistemologia das ciências poderá desempenhar, principalmente aqui, um papel fundamental. Existe, contudo, uma certa tensão

entre epistemólogos e cientistas (principalmente físicos), não reconhecendo estes últimos competência aos primeiros para realizarem leituras correctas do seu trabalho.

A especialização parece isolar cada vez mais o cientista, ao passo que a criança está muito ligada ao seu próprio contexto. Isto deita por terra toda e qualquer tentativa de fazer uma transposição pontual do meio de origem do conhecimento científico para os ambientes de aprendizagem. Parece-nos que uma mais forte ligação entre o meio científico e a epistemologia das ciências poderia resultar em vantagens bastante significativas para ambas as áreas. Bachelard defendia uma filosofia científica do detalhe epistemológico (próximo do que Piaget designa por epistemologias internas), para contrabalançar a filosofia generalizadora integral dos filósofos. Manuel Maria Carrilho (1989) propõe mesmo uma efectiva renovação da filosofia das ciências:

Ela [a filosofia das ciências] desconhecia, na sua preocupação com a aquisição da verdade, o papel do erro; ela exagerava, na caracterização da actividade do cientista, o papel da intuição, confundindo a intuição natural e a intuição “trabalhada”; ela naturalizava, ao procurar determinar-lhe o valor, o objecto científico, desconhecendo o seu modo específico de constituição. Pelo contrário, a nova filosofia das ciências deve precaver-se contra a generalização e a superficialidade, ela deve praticar, filosoficamente é certo, a ciência [...]. (p.36)

Feyerabend, por outro lado, não equaciona sequer a hipótese de ser a filosofia a aproximar-se da ciência. Este autor coloca o problema ao nível de uma possível reforma das ciências, mostrando-se, contudo, extremamente céptico. Referindo-se a Lakatos, Feyerabend (1989, pp. 286-287) refere que é “ele um dos poucos pensadores a notar a enorme distância que existe entre as várias imagens da ciência e a ‘coisa mesma’; e percebeu também que a tentativa de reformar as ciências, fazendo com que se aproximem da imagem, está fadada a prejudicá-las

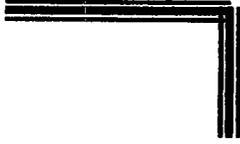
e poderá, talvez, destruí-las”. De facto, não será difícil encontrar exemplos que nos permitam associar a ciência a uma postura de índole positivista:

If we are discussing were a point of law or the humanities, in which neither true or false exists, one might trust in subtlety of mind and readiness of tongue and in the greater experience of the writers, and expect him who exceeded in those things to make is reasoning most plausible, and one might judge it to be the best. But in the natural sciences, whose conclusions are true and necessary and have nothing to do with human will, one must take care not to place oneself in the defense of error; for here a thousand Demostheneses and a thousand Aristoteles would be left in the lurch by every mediocre wit who happened to hit upon the truth for himself. (Galileu Galilei, 1967, pp. 53-54)

Em consonância com a proposta de Carrilho, John Losee (1998) aponta um caminho que nos parece equilibrado e capaz de promover a desejável aproximação entre a filosofia das ciências e a ciência propriamente dita:

A ortodoxia começou a ficar preocupada com os problemas criados pela reformulação da ciência nas categorias da lógica formal. Feyerabend estava correcto ao apontar a irrelevância do logicismo excessivo. O relativismo histórico, por outro lado, reduz a filosofia da ciência a uma perspectiva descritiva da prática real. Mas registar apenas a prática real é abandonar a investigação de normas de avaliação. Seguramente que um filósofo da ciência deverá estar preocupado em distinguir ciência de não ciência e “boa ciência” de “má ciência”. Uma filosofia da ciência viável deve ter relevância para a história e prática da ciência sem ser absorvida na história da ciência ou na sociologia da ciência. (p. 267)





Capítulo 2.
O ENSINO DAS CIÊNCIAS:
PERSPECTIVAS, PARADIGMAS,
MITOS E “SLOGANS”



2. O ENSINO DAS CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS, PARADIGMAS, MITOS E “SLOGANS”

Um dos grandes obstáculos com que se confronta o professor contemporâneo é tornar-se o receptor e executor de “slogans”, em vez de assimilador crítico e construtor de ideias.

Manuel Patrício.

2.1. Ensino por transmissão

Referindo-se à discrepância existente entre aquilo que é reclamado à escola no que concerne à promoção do desenvolvimento cognitivo do aluno e aquilo que a escola consegue efectivamente proporcionar, Neto (1998), numa referência a Hills, afirma que “o vencer desta discrepância passa necessariamente pelo assegurar de novas formas de actuação pedagógica e didáctica que, ao invés de contribuírem para ‘encher a cabeça dos alunos de ideias inertes’, lhes possam proporcionar conhecimento vivo, capaz de [...] constituir um ‘pavimento’, um ‘caminho para o futuro’”.

O “encher a cabeça de ideias inertes” relaciona-se perfeitamente com o paradigma ou perspectiva³ de ensino normalmente designada por “ensino por transmissão”.

³ O termo “perspectiva”, tal como é sugerido por Cachapuz, Jorge e Praia (2001), parece ser mais adequado, uma vez que o termo paradigma (no sentido khuniano) poderia dar a ideia que, durante um determinado período de tempo, todo o ensino das ciências se havia pautado pela perspectiva correspondente. Esta ideia não parece ser de todo razoável: sabe-se que há uma coexistência de perspectivas. As perspectivas são apresentadas como “perspectivas de ensino” e não como “perspectivas

A perspectiva de Ensino por Transmissão (EPT), fortemente marcada por abordagens de natureza expositiva, coloca o professor no centro de todo o processo, no pressuposto de que “o professor pode transmitir ideias, pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos), ao aluno que os armazena sequencialmente no cérebro (receptáculo)” (Cachapuz, Jorge e Praia, 2001, p. 7). Esta é uma visão marcada por concepções de carácter behaviorista, sendo estimulada a actividade cognitiva ligada sobretudo ao acumular e reproduzir de informações. “O EPT radica no pressuposto epistemológico de que os conhecimentos existem fora de nós, e de que, para os aprender, é suficiente escutar – ouvir com atenção” (Cachapuz, Jorge e Praia, 2001, p. 7). Pressupõe-se, assim, a existência um conhecimento absoluto (conteúdos) e independente do aluno. Neto (1998) refere-se à conduta pedagógica inerente a esta perspectiva, relacionando-a com o que Popper designa, em jeito de caricatura, por *teoria da cuba* do espírito humano. Desenganem-se aqueles que pensam que estas são práticas do passado. Ainda segundo Neto (1998), “não será difícil, mesmo numa análise sumária, encontrar nos currículos, programas e livros de texto utilizados nas nossas escolas, e na prática quotidiana da sala de aula, reflexos vivos desta perspectiva. [...] Matérias ‘inertes’ que, em vez de potenciarem o desenvolvimento do cérebro dos alunos como ‘instrumento de conhecimento’, o enchem de ‘nevoeiro’ e ‘teias de aranha’” (p. 19).

O conhecimento substantivo é claramente privilegiado em detrimento do conhecimento processual, com os efeitos comprometedores, nefastos, que este facto acarreta. Assim, é hipotecada a possibilidade de proporcionar ao aluno um desenvolvimento cognitivo pleno.

de aprendizagem”, tendo-se respeitado a terminologia utilizada pelos referidos autores. Alguns autores defendem que o enfoque deverá ser colocado na aprendizagem e no aluno, e não no ensino e no professor. Não discordando desses autores, considera-se aqui que não será abusivo utilizar a designação de “perspectivas de ensino”, um vez que a existência destas perspectivas não está dependente de as mesmas resultarem necessariamente em aprendizagens.

Carl Sagan (1998) ilustra bem, na seguinte passagem, os malefícios do ensino por mera transmissão, descrevendo o ensino das ciências a que ele próprio havia sido sujeito:

Havia a memorização maquinal da tabela periódica dos elementos, alavancas e planos inclinados, a fotossíntese das plantas verdes e a diferença entre a antracite e a hulha. Mas não havia um sentimento de exultação e de deslumbramento, o menor vestígio de perspectiva evolucionista e nada sobre ideias erradas em que toda a gente acreditara. Nas aulas laboratoriais do liceu havia uma resposta que devíamos dar e, se não o conseguíamos, tínhamos nota negativa. Não havia estímulo para nos debruçarmos sobre os nossos interesses, palpites ou erros conceptuais. [...] Tudo o que tínhamos a fazer era recordar o que nos tinham mandado fazer. Dá a resposta certa e não te rales se não percebes o que estás a fazer. (p. 12)

Vygotsky (2000) considera mesmo ~~ser~~ infrutífero o ensino directo de conceitos, não trazendo este mais resultados que um papaguear de palavras que, para o aluno, não passa de um simular do conhecimento.

2.2. Ensino por descoberta

Como alternativa ao Ensino por Transmissão, prolifera nos finais dos anos 70 do século XX uma perspectiva muitas vezes designada por Ensino por Descoberta (EPD) ou Aprendizagem por Descoberta (APD). Nesta perspectiva pedagógica, o aluno surge como um “pequeno cientista” que, seguindo, supostamente, o método científico (apresentado como uma receita quase milagrosa), faz as suas aprendizagens de forma relativamente autónoma. Este modelo, bastante idealista e irrealista, cria a ilusão de que o aluno poderá efectuar, durante as aulas, “descobertas” que tinham sido fruto do trabalho árduo e muitas vezes moroso de cientistas. António Manuel Baptista (2002) caricatura, com alguma ironia, esta perspectiva:

Mas é de uma especial *autonomia* o que pensam esses educadores quando propõem, só para citar um exemplo, que praticamente sem guia de professores, sem a sua *opressiva autoridade*, os jovens alunos deixados numa sala com abundantes recursos experimentais, conseguirão por si mesmos descobrir a lei de Arquimedes da impulsão dos corpos mergulhados num fluido! E, conseqüentemente, pensam que os alunos, não guiados pelos opressivos professores, podem “descobrir” quase tudo (o ruído ensurdecedor de *eurekas* deve ecoar por todo o mundo) por que a humanidade teve de esperar séculos e séculos para conhecer, geralmente através de génios que hoje justamente celebramos, como Arquimedes, por exemplo. (p.49)

Cria-se assim um preconceito em relação à exposição de saberes, a ponto de a suposta experimentação ser equacionada na ausência de um quadro conceptual que a suporte, cuja importância Warburton (1998) deixa bem explícita na seguinte passagem:

A teoria vem sempre primeiro: a perspectiva simples do método científico está completamente enganada ao supor que a observação imparcial precede sempre a teoria. O que vemos depende do que sabemos e as palavras que escolhemos para descrever o que vemos pressupõem sempre uma teoria sobre a natureza do que vemos. Estes são dois factos inescapáveis acerca da natureza da observação objectiva, sem preconceitos e neutra. (p. 171)

Postura semelhante apresentava, aliás, Karl Popper (1999, p. 27), ao afirmar que “todas as observações se encontram impregnadas de teorias. Não existe observação pura, desinteressada, isenta de teorias”.

A perspectiva EPD tem tanto de idílica como de redutora em relação à ciência. Tentar reduzir a ciência e a sua aprendizagem a uma “pseudo-experimentação ingénua” é fazer uma caricatura grosseira desta área do conhecimento humano. Numa referência a Koyré, Carilho (1989, p.27) afirma que “o que foi essencial, e decisivo, no processo de constituição da ciência moderna, não foi o desenvolvimento do experimentalismo mas a eclosão da

ciência matemática da natureza, que tornou *simultaneamente possível e necessária* a experimentação. É a teoria que orienta a observação, suscita a experiência e lhes dá um sentido científico”. De facto, tentar promover aprendizagens através de uma suposta experimentação, na ausência de uma base conceptual sólida, não traz melhores resultados que tentar retirar água de um poço com a ajuda de um balde sem fundo. Apesar de tudo, o trabalho experimental parece continuar a ser uma espécie de “D. Sebastião” do ensino das ciências em Portugal.

2.3. Trabalho experimental no ensino das ciências em Portugal: o mito e o método

É ainda esta a ciência para filósofos que ensinamos aos nossos filhos. É a ciência experimental das instruções ministeriais: pesem, meçam, contem; desconfiem do abstracto, da regra; liguem os espíritos jovens ao concreto, ao facto. Ver para compreender, tal é o ideal desta estranha pedagogia. Pouco importa se o pensamento for, por consequência, do fenómeno mal visto para a experiência mal feita.

Bachelard.

A obrigatoriedade do ensino experimental das ciências, de acordo com o Decreto-Lei nº 6/2001, assume-se como um dos pontos de maior relevo na reorganização curricular em curso. Um dos princípios orientadores aos quais se subordinam a organização e a gestão do currículo é, nos termos da alínea e) do artigo 3º do Capítulo I do referido decreto-lei, “a valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões

teórica e prática”. Esta referência a uma obrigatoriedade do ensino experimental das ciências surge, aqui, suficientemente vaga para que se tenha transformado num autêntico “slogan”, não raras vezes interpretado como “obrigatoriedade do ensino exclusivamente experimental das ciências”. De que forma deveremos interpretar a “valorização das aprendizagens experimentais [...] com carácter obrigatório, no ensino das ciências”? Não estará a experimentação a ser sobrevalorizada? Um dos argumentos usados pelos defensores do ensino predominantemente experimental das ciências é o de ter sido a experimentação a principal responsável pelo emergir da ciência clássica. Será este argumento válido?

Falou-se também frequentemente do papel da experiência, do nascimento de um “sentido experimental”. E, sem dúvida, o carácter experimental da ciência clássica forma um dos seus traços mais característicos. Mas, de facto, trata-se de um equívoco: a experiência, no sentido de experiência bruta, de observação do senso comum, não desempenhou qualquer papel, a não ser o de obstáculo, no nascimento da ciência clássica; e a física dos nominalistas parisienses – e mesmo a de Aristóteles – estava, frequentemente, bem mais próximo dela do que a de Galileu. Quanto à experimentação – interrogação metódica da natureza – ela pressupõe quer a linguagem a qual faz as suas perguntas, quer um vocabulário que permita interpretar as respostas. Ora se é numa linguagem matemática, ou mais exactamente geométrica, que a ciência clássica interroga a natureza, essa linguagem, ou mais exactamente a decisão de a empregar – decisão que corresponde a uma mudança de atitude metafísica –, não poderia, por sua vez, ser ditada pela experiência que ia condicionar. (Koyré, 1992, p. 16)

Parece, assim, ter sido a matematização e não a experimentação a assumir o papel mais importante no desenvolvimento da ciência. Como se justificará então tamanha obsessão em relação ao ensino experimental quando nem na história das ciências encontramos justificação para tal? De facto, as actividades experimentais simples realizadas nas aulas de ciências nos níveis de ensino mais

baixos apresentam sem dúvida um carácter lúdico que poderá ter consequências bastante positivas ao nível da motivação. Só não sabemos se essa motivação será efectivamente direccionada para a aprendizagem das ciências. Muitas das actividades realizadas, principalmente as relacionadas com a química, pouco têm que as distinga de alquimia elementar. Tudo fica subordinado à espectacularidade de uma combustão ou a uma mudança de cor. Tenta-se fazer crer que ciência e magia andam de mãos dadas. Foge-se de qualquer interpretação que envolva raciocínios mais “dolorosos”...

Mas o que é o raciocínio “experimental”? Se passarmos os olhos pela vasta literatura do séc. XVII sobre feitiçaria, encontramos-la repleta de relatos de observações cuidadosas e testemunhos prestados sob juramento – até mesmo de experiências”. (Lakatus, 1998, p. 12)

Quando se fala em ensino experimental surge, quase inevitavelmente, o fantasma da “aprendizagem por descoberta”, a que já fizemos referência e que viria a ser considerado pelos especialistas em didáctica das ciências como um fiasco (Gil Pérez, 1993). Parece paradoxal que o actual ensino das ciências tenda a ter um carácter predominantemente empírico e indutivista, pelo menos no que diz respeito às orientações para a organização e gestão do currículo no âmbito da reorganização curricular em curso no nosso país. Será o renascer do método científico único, do receituário milagroso que, segundo alguns, foi responsável não só pelo aparecimento da ciência moderna mas também por todas as aquisições científicas e tecnológicas por ela proporcionadas? Na verdade, “cai por terra [...] qualquer postura metodológica que advogue um único ‘método científico’, fecundo e perene no tempo, encarado, até aqui, como chave-mestra que o cientista deve procurar para aceder à descoberta científica” (Matos, 2000, p. 9). Trata-se de um mito que, hoje em dia, é alimentado por muito poucos. Como exemplo, António Manuel Baptista, que apresenta uma postura normalmente conotada com concepções de tendência positivista, exprime, a este

respeito, uma opinião que poderia perfeitamente ser confundida com alguma citação retirada de “Against Method” de Paul Feyerabend:

Quanto ao método científico de que tanto se fala, podemos dizer que aqui *vale tudo* [itálico nosso] o que ajude a elaborar a teoria, a realizar as experiências e observações e, finalmente, a assegurar a correspondência entre a teoria e a experiência. (Baptista, 2002, p. 114)

Ensina-nos a história das ciências que, para além de não haver método “milagroso” que conduza inevitavelmente a descobertas científicas, estas surgem, por vezes, de forma aparentemente acidental:

Mil vezes a experiência tem demonstrado, mesmo em pessoas não particularmente dadas à reflexão, que a melhor maneira de chegar a uma boa ideia é ir deixando discorrer o pensamento ao sabor dos seus próprios acasos e inclinações, mas vigiando-o com uma atenção que convém parecer distraída, como se se estivesse a pensar noutra coisa, e de repente saltar-se em cima do desprevenido achado como um tigre sobre a presa. (Saramago, 1997, p. 70)

Em toda a história das ciências não faltarão situações que ilustrem a curiosa afirmação de José Saramago que, apesar de não se referir especificamente ao trabalho em ciência, não deixa de nos remeter para exemplos como o de Kékulé e a estrutura do benzeno, Oersted e o campo magnético num circuito eléctrico, e Roentgen e os raios-X. Existem ainda alguns casos, de veracidade não comprovada, como a célebre lenda de Newton e a maçã ou Arquimedes e a banheira. Mesmo nestes casos, não nos deixemos embalar pela imagem romântica de um cientista essencialmente dependente da sorte. Parece ser óbvio que toda uma estrutura conceptual prévia será indispensável, pois que um “tigre sem unhas” não conseguiria mais que acariciar a sua presa. De facto, mesmo nos casos em que parece ter sido a sorte o principal ingrediente, não nos esqueçamos que uma descoberta científica, ainda que casual, não poderá partir do nada ou de

uma observação neutra e descomprometida. Como concluem Piaget e Garcia (1987), “o quadro de qualquer observável [...] é, assim, antes de tudo, o produto da união entre um conteúdo dado pelo objecto e uma forma exigida pelo sujeito a título de instrumento necessário a qualquer verificação” (p. 31).

A experimentação não pode, em suma, partir do zero; ela deverá surgir como uma necessidade decorrente de um problema envolvido por um determinado quadro conceptual. De qualquer forma, a observação e o surgir de problemas poderão constituir situações privilegiadas para o despoletar de aprendizagens significativas tendo a experimentação como um meio e não como um fim.

2.4. Ensino por mudança conceptual

Eles parecem-se connosco, respondi. E, antes de mais, pensas que nesta situação eles tenham visto, deles mesmos e dos outros, mais do que sombras projectadas pela luz do fogo na parede da caverna que lhe fica de frente? [...] Que se liberte um destes cativos, que se force a endireitar-se de repente, a virar o pescoço, a andar, a erguer os olhos para a luz [...].

Platão.

Sendo hoje praticamente consensual que o conhecimento prévio condiciona inevitavelmente as novas aprendizagens, sobretudo no quadro de posturas cognitivistas-constructivistas, torna-se indispensável partir sempre de um diagnóstico das concepções que o aluno já possui. Esta é a base do chamado Movimento das Concepções Alternativas, com origem na década de 70 do séc. XX, caracterizado pela importância atribuída às representações espontâneas e alternativas dos alunos, pressupondo-se que estas poderão interagir com os

conceitos científicos no momento da aprendizagem, ou funcionar mesmo como obstáculo (no sentido bachelardiano) à aquisição desses mesmos conceitos. A ênfase é colocada no conteúdo conceptual e cognitivo do aluno, na sua reconstrução e reestruturação. Ao Movimento das Concepções Alternativas, enquanto linha de investigação, surgiu frequentemente associada uma perspectiva de ensino a que chamamos Ensino por Mudança Conceptual (EMC) ou, numa designação mais fiel aos pressupostos do próprio movimento, Aprendizagem por Mudança Conceptual (AMC). Com esta perspectiva morrem a ingenuidade e a superficialidade pedagógica que caracterizavam tanto a perspectiva do Ensino por Transmissão como a perspectiva do Ensino por Descoberta. A aprendizagem passa a ser vista como um processo marcadamente pessoal e dependente de factores intrínsecos. Sendo a aprendizagem centrada no indivíduo aprendente, é atribuída à metacognição uma importância fundamental. Surge igualmente um interesse renovado pela história das ciências, em parte por algum paralelismo estabelecido entre esta e a psicogénese.

Apesar da enorme quantidade de estudos efectuados nesta linha de investigação, principalmente durante os anos 80, o impacto da perspectiva EMC nas práticas lectivas parece não ter sido significativo. Com ele estavam, contudo, abertas as portas da modernidade para a didáctica das ciências, num movimento renovador e reformista que hoje prossegue.

2.5. Ciência e natureza humana

Há hoje vozes que se levantam contra aquilo que consideram ser uma predominância excessiva da ciência nos currículos escolares. Argumentam que a ciência condiciona o pensamento, desviando o homem da sua própria natureza. Será isso bom ou mau? Qual será, afinal, a “natureza humana”?

A emancipação e o desenvolvimento do homem enquanto espécie, relativamente a outros primatas, terão estado intimamente ligados à aquisição

gradual da capacidade de transmitir conhecimentos e promover o desenvolvimento de capacidades nos seus semelhantes, de uma forma cada vez mais sistemática e até mesmo organizada. A nossa espécie tem-se desenvolvido através daquilo que poderemos designar como “construtivismo histórico”. Há toda uma bagagem que vai sendo transmitida de forma cumulativa de geração em geração, por via não genética. A maioria dos animais nasce já apetrechada com um “kit de sobrevivência” adequado ao seu meio natural. Qual será o meio natural do homem? O homem nasce com uma bagagem genética notoriamente insuficiente para enfrentar o meio que o espera, meio esse que não poderemos considerar natural, uma vez que é o resultado de modificações infligidas numa natureza que desde sempre se lhe apresentou hostil. Geneticamente, somos ainda caçadores-recolectores. A educação visa, antes de mais, providenciar o “kit de sobrevivência” para um meio humanizado, alterado ou criado pelo próprio homem. O conhecimento científico faz parte desse “kit de sobrevivência”, dessa bagagem que vai sendo transmitida de forma cumulativa, por via não genética, responsável principal pela evolução civilizacional. A ciência assume-se, cada vez mais, como parte integrante e indispensável da cultura humana. Pensamos que é neste sentido que aponta Boaventura de Sousa Santos (1997), quando afirma que “todo o conhecimento científico visa constituir-se em senso comum” (p. 55). Apesar de a afirmação de Boaventura de Sousa Santos ser bastante controversa, por exemplo à luz de pressupostos de tipo bachelardiano, há de facto conhecimentos de cariz científico de tal forma assimilados pela “cultura geral” que acabamos por não reconhecer neles esse mesmo cariz.

É perfeitamente normal que crianças que não tenham sido ainda sujeitas a uma educação formal em ciências, ou mesmo pessoas não escolarizadas, saibam, hoje em dia, que existem seres “invisíveis” responsáveis por doenças, que uma exposição prolongada ao Sol pode provocar doenças graves ou que a Lua não é uma esfera lisa e perfeita. Estes são apenas três exemplos de aquisições humanas

relativamente recentes, incorporadas de forma natural na “cultura geral”, ou, como diria Piaget, que compõem o quadro epistémico do nosso tempo.

2.6. *Que futuro?*

Vivemos numa sociedade em mutação acelerada. Quanto mais elevado for o ritmo mutacional, mais será exigido dos sistemas educativos. Como afirma Perrenoud (2001, p. 5), “a instrução é uma condição necessária da democracia e da capacidade de construir uma ordem negociada, de não aumentar a violência ou o fanatismo quando a sociedade é rompida por crises”.

A actividade docente não poderá, definitivamente, ser o simples “dar aulas”, aplicar o mesmo receituário a todos e em qualquer circunstância, transmitir um saber acabado e estático. Exige-se hoje uma profissão em constante renovação e evolução, capaz de prever e responder de forma eficaz a novos desafios e a níveis de exigência cada vez mais elevados. “É também neste quadro de necessidade constante de avaliação e reavaliação crítica que há-de situar-se a Didáctica, enquanto campo epistemológico e unidade curricular especialmente vocacionada para o desenvolvimento de uma profissionalidade docente informada, construtiva, crítica e reflexiva” (Neto, 2001).

O “ensino por competências” procura responder às exigências de uma sociedade em constante mudança. Tradicionalmente, a escola justifica uma determinada aprendizagem com o facto de esta vir a ser necessária para o prosseguimento do estudos, por fazer parte de uma sequência de conteúdos pré-definida. Os alunos são levados a acumular saberes sem que nunca tenham de os mobilizar em situações de carácter prático, algo que Dewey (1897), já nos finais do séc. XIX, considerava inaceitável, manifestando-o no 1º ponto do artigo IV da sua famosa declaração acerca da educação a que chamou “my pedagogic creed”,

onde afirma que sem a prática, mais não fazemos que apresentar à criança uma amálgama de “símbolos arbitrários e sem significado”. De acordo com Dewey, a teoria (ou os símbolos a que se refere) deverão surgir como uma necessidade proveniente do envolvimento com a prática, constituindo ferramentas resultantes de um desenvolvimento mental no sentido de haver uma posterior economia esforços (pela construção de modelos aplicáveis a situações semelhantes).

Um ensino por competências implica que seja dado um sentido prático, utilitário, ligando situações reais a cada aprendizagem, valorizando a mobilização de saberes e capacidades.

2.7. Ensino por pesquisa: uma perspectiva congregadora

Conhecer é investigar: é partir do problema para chegar à solução, que é uma solução prática, fonte de novos problemas que exigem novas e cada vez mais elevadas soluções.

Manuel Patricio.

Sabe-se, por exemplo, que alguns problemas se resolvem de repente, num único passo. A maior parte deles, mobiliza, no entanto, mecanismos bem mais longos e mais complexos.

António Neto.

Numa sociedade como a nossa, erguida e, em grande parte, sustentada pela ciência e pela tecnologia, torna-se imprescindível que qualquer cidadão, independentemente do nível de escolaridade alcançado, seja dotado de ferramentas que lhe permitam não só ter uma compreensão básica do que é a

ciência mas, principalmente, que lhe permitam responder de forma activa e eficaz a problemas, pessoais ou comunitários, do quotidiano (cada vez mais marcado pelo uso das mais variadas tecnologias). O tradicional ensino das ciências, excessivamente livresco e orientado para a aquisição de conhecimentos e capacidades necessárias ao prosseguimento de estudos, revela-se insatisfatório, sobretudo para quem não vai além da escolaridade básica ou, prosseguindo estudos, segue outra área que não a científico-natural. É essencial que seja desenvolvida no aluno a capacidade de mobilizar os seus próprios recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações, etc.) em situações reais, contextualizadas. O aluno deverá desenvolver, efectivamente, competências, promovendo-se assim uma verdadeira literacia científica.

Cachapuz, Praia e Jorge (2001) propõem, no seguimento do modelo que Gil Pérez (1993) havia baptizado de “Aprendizaje como Investigación”, a perspectiva de Ensino por Pesquisa (EPP), caracterizada por uma grande abertura ao pluralismo metodológico. Parece haver, efectivamente, vantagens no recurso ao ensino por pesquisa, não como uma “reencarnação” do ensino por descoberta, mas como um ensino no qual os temas são introduzidos através de questões/problema que poderão contribuir para justificar e motivar aprendizagens, não deixando estas de ser orientada pelo professor. A pesquisa propriamente dita surgirá como um meio e não um fim. A aprendizagem surgirá aqui, para os alunos, como uma necessidade, devendo esta recorrer a um pluralismo metodológico ao nível das estratégias de trabalho: pesquisa bibliográfica e na Internet, trabalho experimental, leitura e análise de textos e outras estratégias que se justifiquem, por constituírem meios apropriados para alcançar o fim pretendido. A formação de um quadro conceptual, eventualmente necessário ao prosseguimento da pesquisa, poderá justificar, sem qualquer preconceito, momentos de exposição por parte do professor.

Perante a grande variedade de metodologias que poderão ser utilizadas, caberá ao professor planear a sua intervenção dando resposta às especificidades dos alunos e dos contextos escolares.

As aprendizagens em ciências deverão assim surgir, sempre que possível, como necessárias à resolução de problemas ou à resposta a questões que normalmente motivam os alunos. Este tipo de abordagem permite e promove uma mobilização de saberes e uma aquisição de competências, muito para além dos conteúdos tradicionalmente ensinados.

Uma situação de Ensino por Pesquisa poderá, a título de exemplo, seguir os seguintes passos:

1º Levantamento de uma questão-problema.

2º Debate.

3º Procura qualitativa de soluções.

4º Constatação da necessidade de aprender mais sobre determinado assunto com vista à resolução da questão-problema.

5º Pesquisa.

6º Apresentação de resultados e debate.

7º Conclusões e Reflexão.

Note-se que estes passos constituem apenas um exemplo, e não uma receita, um método ou um fluxograma rígido, conducente ao sucesso garantido.

Surge também a necessidade de proceder a um aperfeiçoamento do “aprender fazendo” de Dewey: julgamos que um “aprender para fazer e fazer para aprender” estará mais de acordo com a forma como poderão ser fomentadas, de acordo com a perspectiva EPP, aprendizagens significativas.

Esta nova perspectiva é congregadora, sistémica e holística, no sentido em que não despreza as mais recentes contribuições da didáctica das ciências,

nomeadamente no que respeita à importância das metodologias de resolução de problemas, da linguagem e da comunicação, do trabalho experimental, da mudança conceptual e da história e filosofia das ciências.



Capítulo 3.
INVESTIGAÇÃO DAS
CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS
PROFESSORES: PORQUÊ,
QUANDO E COMO?



3. INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES: PORQUÊ, QUANDO E COMO?

Sempre que penso uma cousa, traio-a.
Só tendo-a diante de mim devo pensar nela,
Não pensando, mas vendo,
Não com o pensamento, mas com os olhos.

Alberto Caeiro

3.1. Concepções e quadros conceptuais

Alberto Caeiro tenta, através do seu “sensacionismo”, despojar toda e qualquer observação de contaminações cognitivas ou conceptuais, considerando que estas desvirtuam a pureza da imagem obtida. Trata-se da ambição de ver sem pensar. Simplesmente ver como sentir e não inferir ou atribuir quaisquer significados. Será que a observação defendida por Alberto Caeiro não encerra em si mesma uma concepção acerca da existência e natureza das coisas? Semelhante ambição pressupõe a crença na existência de uma realidade que nos poderá ser oferecida directamente através dos sentidos, numa forma pura, sem a interferência de quaisquer mecanismos cognitivos. Será tal pureza alcançável? Se pensarmos no homem enquanto ser racional, que formata o universo à medida exacta da sua racionalidade, seremos levados a responder, sem qualquer margem para dúvida, que não. No entanto, não é necessário invocar a racionalidade humana para ferir de morte o sonho do poeta. Será que a apreensão do mundo não será condicionada mesmo pelos instintos mais básicos? Caso a resposta fosse

negativa, os animais considerados irracionais teriam o “privilégio” da observação pura e isenta. Não nos parece, contudo, que os sentidos possam ser dissociados de qualquer substracto (racional ou não) que será inerente ao seu próprio fim. Atente-se ao facto de ter sido aqui referido “sentidos” e não “órgãos dos sentidos”, uma vez que os sentidos não se reduzem aos órgãos a eles associados. O dizer popular “a beleza está nos olhos de quem vê” poderá ser entendido, em maior profundidade, como “a beleza está no substracto por detrás dos olhos de quem vê”. Popper (2001) recorre à teoria darwiniana da evolução das espécies para explicar a evolução dos sentidos. Sentidos mais apurados e órgãos dos sentidos mais poderosos proporcionarão vantagens de acordo com as necessidades de ordem biológica. Estas necessidades reflectem-se, em última análise, nos instintos.

Voltando a centrar a nossa atenção no caso específico humano, as concepções e quadros conceptuais assumem um papel que Ponte (1992) descreve de forma clara e sucinta:

As concepções têm uma natureza essencialmente cognitiva. Actuam como um espécie de filtro. Por um lado, são indispensáveis pois estruturam o sentido que damos às coisas. Por outro lado, actuam como elemento bloqueador em relação a novas realidades ou a certos problemas, limitando as nossas possibilidades de actuação e compreensão. (p. 185)

Podemos dizer que as concepções, para além de funcionarem como um filtro, funcionarão mesmo como uma lente, através da qual lemos tudo o que nos rodeia.

No caso dos professores, assumindo que os mesmos proporcionarão a outros uma importante ajuda na construção da sua própria “lente”, as concepções destes, não só acerca dos domínios leccionados mas também do próprio ensino, deverão desempenhar um papel preponderante, estando desde já justificado o especial interesse de que esta matéria se tem revestido.

Investigar concepções, em quem quer que seja e qualquer que seja a natureza das mesmas, tem tanto de interessante como de problemático. As concepções, formadas através de processos de origem tanto pessoal como social e cultural, apesar de constituírem um abstracto que determina acções e pensamentos, têm uma natureza diferente dos saberes e das competências cognitivas, não se reduzindo a aspectos directamente observáveis. Tendo uma natureza igualmente diferente das crenças e das convicções, interagem com estas de uma forma suficientemente promíscua para que este seja um campo no qual a investigação se afigura uma tarefa de contornos ainda mais complicados.

Pelo menos no que concerne aos professores, alguns estudos têm revelado que estes vêm nos resultados das investigações potenciais fontes para a avaliação do seu desempenho, pelo que a sua colaboração poderá ser condicionada por esse mesmo facto (Magalhães, 2002).

Não nos esqueçamos também, sem nos deixarmos cair em relativismos desnecessários, que qualquer investigação sobre as concepções se apoiará necessariamente num determinado quadro conceptual. Como ultrapassar a existência de tantas condicionantes?

É prática comum, em revistas especializadas em fotografia, cada fotografia exposta ser acompanhada de uma série de especificações técnicas relacionadas com o material usado e com as condições nas quais a imagem foi captada. O resultado apresentado foi obtido com o uso do material referido e nas condições enunciadas. A mesma realidade, captada por meios diversos e em diferentes condições, daria certamente origem a uma fotografia diferente: uma diferente leitura, um diferente quadro obtido a partir da mesma realidade. Desta forma, tão importante como conhecer o resultado é conhecer os meios utilizados. Em que condições, com que máquina, através de que lente. Como vamos poder constatar, esta situação aplica-se, de certa forma, à investigação sobre as concepções de ciência.

3.2. Investigação sobre as concepções de ciência dos professores: breve história

Apesar de, com alguma frequência, ser uma área designada de emergente, o facto é que a investigação sobre as concepções acerca da ciência e o ensino das ciências conta já com um enorme percurso, encontrando-se a sua origem remota em trabalhos como os de Ernst Mach, nos finais do século dezanove, e John Dewey, no início do século vinte (Bell, Abd-El-Khalick, Lederman, McComas e Matthews, 2001).

No que toca à investigação em educação, os paradigmas dominantes até à década de 1960 seguiam a linha da chamada racionalidade técnica, baseados em metodologias de carácter experimental e estatístico. Mais tarde surgiram os paradigmas naturalistas ou etnográficos, baseados em metodologias predominantemente qualitativas. Estes últimos concebem o professor como um sujeito reflexivo, com conhecimentos e crenças que terão implicações ao nível do seu desenvolvimento profissional e, supostamente, ao nível das práticas lectivas (Mellado, 1997).

A ideia de que os alunos possuíam, na sua maioria, concepções de ciência deturpadas levou a que, há cerca de 50 anos, surgisse a linha de investigação das concepções dos estudantes acerca da natureza de ciência. Apesar da enorme dissonância verificada entre muitos dos resultados publicados, a generalidade dos estudos nesta área veio comprovar as suspeitas. Havendo necessidade de actuar sobre o problema, foi dada prioridade a duas novas linhas de investigação, uma das quais centrada nos currículos e no seu melhoramento e a outra centrada nos professores e na sua formação. A investigação sobre as concepções de ciência dos professores começou a ganhar especial destaque quando os resultados sobre a variável curricular revelaram que esta não seria determinante no desenvolvimento de concepções adequadas por parte dos alunos. Partiu-se assim do pressuposto que residiria essencialmente no professor (nas suas concepções e crenças) a chave para a resolução do problema:

As crenças acerca do conhecimento científico detidas pelos professores podem constituir um mediador importante entre estes e os seus alunos, na medida em que podem afectar a forma como os conhecimentos e os factos científicos são transmitidos. (Canavarro, 2000, p. 35)

Tendo-se começado por utilizar com os professores os instrumentos primeiramente usados na investigação dos alunos, curiosamente não foram raros os casos em que os professores não conseguiram obter resultados mais animadores. Os estudos revelavam, regra geral, não haver uma correspondência directa entre a formação académica e experiência docente e as concepções manifestadas. Normalmente, a frequência de cursos sobre História e Filosofia da Ciência era apontada como positiva neste campo.

As investigações realizadas, sobretudo a partir de meados do século passado, fundam-se em geral no pressuposto de que as concepções dos professores influenciam as respectivas práticas e, desse modo, as concepções dos próprios alunos. A validade dos resultados inicialmente obtidos, decorrentes, em grande medida, da aplicação em larga escala de simples questionários, foi, no entanto, desde sempre posta em causa (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz, 2002). Questionava-se, nomeadamente, a tendência para atribuir aos professores de ciências, enquanto grupo, concepções rígidas e homogéneas. Essa suposta homogeneidade poderá ser mais o reflexo de enviesamentos metodológicos associados ao uso recorrente de abordagens quantitativas, geradoras de evidência reducionista, do que a manifestação de epistemologias pessoais uniformes entre os professores de ciências.

Tal argumentação é reforçada pelo facto de a homogeneidade empiricamente inferida não encontrar total sustentação teórica, dada a forte dependência contextual dos sistemas de construtos dos indivíduos (Kelly, 1991). Apesar de tudo, é de admitir que tal dependência ajude parcialmente a explicar a verificação de algumas tendências culturais neste âmbito. A recente derivação para metodologias mais diversificadas e de ênfase qualitativa tem permitido

investigar em maior profundidade essa problemática, contribuindo para a clarificação progressiva das dissonâncias equacionadas. Mesmo os estudos mais recentes têm, de facto, evidenciado que a maioria dos professores apresenta concepções deturpadas de ciência, com predominância de perspectivas ingênuas, reducionistas, de toque positivista (Mellado, 1997). Se, apesar de não se pautarem propriamente pela coerência, os resultados têm revelado concepções de ciência menos adequadas junto dos professores, qual seria então a imagem de ciência ideal, ou pelo menos a mais adequada?

3.3. Ciência: o que é e o que não é

Curiosamente, um grande número de estudos revela enorme preocupação na detecção de concepções deturpadas, sem que nunca seja explicitada a imagem de ciência considerada pelos seus autores como verdadeira ou adequada. Parece haver algum consenso relativamente à explicitação daquilo que a ciência não é. Estamos muito longe de poder dizer o mesmo relativamente ao que a ciência é. Quem nos poderá fornecer uma imagem satisfatória de ciência? Os cientistas?

De acordo com Pomeroy (1993), os cientistas apresentam visões de ciência que, afastando-se das imagens mais tradicionais do chamado cientismo, têm ainda alguma tendência positivista e empírico-indutivista, não muito distantes das apresentadas por professores de ciências do ensino secundário. Pomeroy justifica esta proximidade com a partilha de normas semelhantes e uso de uma mesma linguagem, considerando que a absorção dos profissionais pelo meio de que fazem parte não lhes permitirá ostentar uma visão adequada do mesmo. Thomas Khun (1989) considera que é precisamente a partilha de uma linguagem e significados específicos que, por um lado, aproxima os membros de uma determinada comunidade, mas, por outro, a torna, em parte, indecifrável e a isola do exterior. Diferentes linguagens e diferentes referenciais constituirão, por certo, um dos principais obstáculos a um verdadeiro entendimento nesta matéria.

Estamos perante uma questão bastante discutível e, pelo menos aparentemente, sem resolução à vista.

Magueijo (2003) oferece-nos uma interessante visão dos bastidores da ciência, rompendo com a imagem idílica do cientista que descobre factos naturais para, de forma gloriosa, os revelar ao mundo. Um dos mais famosos (para alguns infame) cientistas portugueses da actualidade revela uma ciência fortemente condicionada por factores de ordem psicológica e socio-política, que se defende resguardando tenazmente as suas bases quase dogmáticas de teorias exteriores que as possam pôr em causa, numa visão que vai ao encontro da ideia de “paradigma dominante”, defendida por Khun (1989).

Não havendo consenso quanto à imagem mais correcta de ciência, há alguns pontos que têm vindo a repetir-se em estudos efectuados ao longo dos últimos anos e que são apresentados como fazendo parte de uma lista de asserções caracterizando uma ciência de natureza multi-facetada (McComas, Almazroa e Clough, 1998; Meichtry, 1999; Schwartz e Lederman, 2002; Lederman et al. 2002; Osborne et al. 2003):

- *o conhecimento científico não se baseia exclusivamente na observação, experimentação, argumentos racionais e cepticismo;*
- *as evidencias empíricas são recolhidas e interpretadas com base nas perspectivas científicas correntes;*
- *a ciência é relativa e incerta;*
- *não há uma forma única de fazer ciência. Não existirá, portanto, um método científico único;*
- *o conhecimento científico é produto da imaginação e da criatividade humanas;*
- *a investigação e a produção científicas são influenciadas pela sociedade e cultura na qual se desenvolvem.*

Podemos facilmente constatar que os pontos supracitados denotam, essencialmente, uma preocupação em afastar a tradicional imagem de ciência, de carácter positivista, empírico-indutivista. Se um positivismo “ingénuo” poderá estar por detrás de concepções deturpadas ou redutoras de ciência, o mesmo se poderá dizer em relação à sua negação extrema. O rótulo de “positivista” chega a assumir, no ensino das ciências, um estatuto semelhante ao de “terrorista”, como refere Matthews (2004):

It is difficult to think of any term in the educational lexicon so laden with negative connotations as ‘positivism’. ‘Positivist’ is to education, what ‘terrorist’ is to geo-politics. (p. 7)

De acordo com Matthews, a conotação extremamente negativa atribuída ao positivismo tem origem nas caricaturas do mesmo que foram sendo sistematicamente apresentadas e atacadas na literatura. Também aqui, os ataques contra o positivismo descambam facilmente em relativismos anti-ciência. Baseando-se o funcionamento da ciência na criação de modelos explicativos de realidades passadas e presentes e antevisão de realidades futuras, não poderá ser negada a raiz positivista que serve de base a toda a racionalidade envolvida no processo de construção científica.

Qualquer conjunto de pontos procurando caracterizar a ciência deverá, para além de afastar imagens redutoras ou deturpadas, permitir igualmente a distinção entre a ciência e as chamadas pseudo-ciências. Parece ser na conjugação destes dois objectivos que reside a principal dificuldade. Continuamos a não encontrar, na literatura, uma imagem de ciência que seja suficientemente completa e inteiramente satisfatória. Talvez a chave se encontre na assunção do uso consciente, por parte da ciência, daquilo que podemos designar como um “positivismo instrumental”, isto é, a utilização de uma postura positivista perante a Natureza por forma a garantir os pressupostos necessários à sua interpretação. Parece-nos, nesse sentido, que a melhor caracterização de ciência deverá ser aquela que melhor conseguir escapar a modas e tendências interpretativas de base preconceituosa.

3.4. Concepções de ciência dos professores e possíveis repercussões nas práticas lectivas

No professor coexistem, para além de concepções e crenças acerca da ciência, concepções, crenças e tradições acerca da suposta melhor maneira de leccionar determinado conteúdo. Ainda que tal possa não acontecer de forma explícita, essas mesmas tradições e crenças vão sendo transmitidas ao professor ao longo do seu percurso escolar e profissional. Será a relação que o professor estabelece entre o conteúdo científico e a forma de o ensinar, naquilo que Shulman (1987) designa como “conhecimento pedagógico do conteúdo”, a diferenciar o conhecimento do docente de ciências do de um cientista ou especialista. Para além disso, o conhecimento dos conteúdos por parte do professor não se limitará aos factos e conceitos, podendo ser enriquecido com elementos relativos à estruturação e evolução da respectiva área, bem como alguns conhecimentos de história e filosofia da ciência.

Investigações recentes, tentando estabelecer uma correspondência entre as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e as concepções dos mesmos relativamente ao ensino das ciências, não têm, contudo, sido conclusivas, sendo os resultados marcados pela existência de contradições. De igual modo, não são conclusivos os resultados de investigações que tentam estabelecer uma relação entre as concepções de ciência dos professores e as respectivas práticas lectivas Mellado (1997).

Os resultados obtidos por Mellado revelaram não haver, por parte dos sujeitos, uma reflexão prévia acerca da natureza do conhecimento científico. Também não foi encontrada uma correspondência significativa entre a formação escolar do professor e as suas concepções. Mesmo em professores com um elevado grau de conhecimentos científicos, foram encontradas contradições e uma ausência de reflexões prévias sobre o assunto. Em vez de uma concepção única para cada professor, foram encontradas tendências ou orientações. Os

sujeitos do referido estudo deixaram transparecer a ideia de um conhecimento científico associado ao cumprimento rigoroso das etapas de um método científico único, ele também alegadamente rigoroso. A falta de reflexão prévia terá levado a que os professores caíssem em contradições e incorressem em clichés. As práticas lectivas dos mesmos revelaram-se de carácter intuitivo, marcadas essencialmente pelo improvisado.

De que factores dependerá então a imagem de ciência veiculada em contexto de sala de aula?

Bartholomew, Osborne e Ratcliffe (2004) identificam, a esse propósito, cinco dimensões envolvidas na veiculação de elementos acerca da natureza da ciência pelo professor:

- 1. Conhecimento do professor acerca da natureza da ciência (nível de confiança).*
- 2. Concepções do professor acerca do seu próprio papel (concepções de natureza pedagógica).*
- 3. Discurso do professor (clima de comunicação).*
- 4. Concepções do professor acerca dos objectivos da aprendizagem.*
- 5. Natureza das actividades em contexto de sala de aula.*

A intenção, por parte do professor, de promover o desenvolvimento de concepções adequadas de ciência junto dos alunos parece ser determinante (Akerson e Abd-El-Khalick, 2003). No entanto, além dos factores potencialmente condicionantes inerentes ao professor (pessoais), existem outros, de natureza contextual, como os constrangimentos curriculares e institucionais, o tempo disponível e a motivação e maturidade dos alunos (Schwartz e Lederman, 2002).

Dependendo, sem dúvida alguma, da natureza das actividades desenvolvidas em contexto de sala de aula, os manuais escolares parecem ser também uma variável importante no que toca à imagem de ciência fomentada nos alunos por intermédio do ensino. Estes encerram vulgarmente em si, segundo Canavarro (2000), uma imagem associada ao que se designa por “cientismo”, potenciada muitas vezes por um ensino centrado na memorização mecânica de conceitos, regras e leis. É veiculada a imagem de uma ciência estática e dogmática. Mesmo quando integram elementos da História das Ciências, estes limitam-se normalmente a referências biográficas e factos históricos apresentados em anexo aos conteúdos (Carvalho e Vannucchi, 2000), ficando quase sempre de fora toda e qualquer referência às controvérsias tantas vezes envolvidas na produção científica, bem como ao papel da comunidade científica na construção dos conceitos (Leite, 2002). Independentemente da adequabilidade e correcção da imagem de ciência presente nos manuais escolares, o seu uso como principal fonte de informação, associado a práticas lectivas de carácter mais expositivo, é normalmente conotado com a promoção do desenvolvimento de imagens redutoras e deturpadas.

Mesmo relativamente aos conhecimentos acerca da História e da Filosofia das Ciências, desde sempre apontados como imprescindíveis ao desenvolvimento de concepções de ciência adequadas (Canavarro, 2000; Leite, 2002), não têm sido encontrados indícios inequívocos de tal relação (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000). Para além disso, também o próprio recurso a elementos da História das Ciências poderá constituir uma fonte de concepções deturpadas, decorrendo este facto essencialmente de simplificações ou caricaturizações (Leite, 2002; Allchin, 2004).

Distinguishing between history and pseudohistory is essential for the teacher in the classroom. To begin, then, I show just how the difference can matter – not about the historical details themselves, but about how those details shape perceptions of the nature of science. (Allchin, 2004, p. 180)

Allchin alerta mesmo para os perigos do recurso a uma história das ciências que use os factos selectivamente, à semelhança daquilo que sucede com as pseudo-ciências.

Como se pode constatar, são tantas as variáveis envolvidas que tem sido extremamente difícil estabelecer, neste campo, relações de causa/efeito que nos permitam retirar conclusões providas da validade desejável.

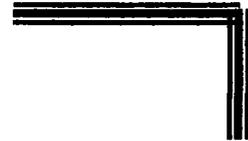
3.5. Que futuro?

Um primeiro passo determinante para promover o ensino acerca das concepções e natureza da ciência passa por compreender que a ciência tem uma natureza e que esta pode e deve ser ensinada. Neste aspecto, a vontade do próprio professor será, sem margem para dúvida, determinante. E é aqui que se levantam algumas questões providas de enorme interesse: De que dependerá a vontade do professor, relativamente ao ensino de elementos acerca da natureza da ciência? Dependerá da sua formação neste campo? Haverá alguma relação entre as concepções de ciência de um professor e a intenção de promover a aprendizagem destas junto dos alunos?

Tendo muito já sido feito, muito estará ainda por fazer neste campo, a avaliar pelos resultados dos estudos mais recentes. A problemática inerente às investigações mantém-se de algumas décadas a esta parte, sem que os resultados pareçam ter motivado mudanças significativas. E foi, precisamente, no sentido de contribuir construtivamente para o encontrar de possíveis respostas para algumas das questões entretanto levantadas que foi desenvolvida esta investigação, de cuja componente empírica se dará conta na segunda parte do presente relatório.

2ª PARTE

VERTENTE EMPÍRICA



Capítulo 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS



4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Num certo sentido, os acontecimentos vulgares tornam-se dados quando vistos de um ponto de vista particular – o do investigador.

Bogdan e Biklen.

4.1. Questões de pesquisa

Assumindo-se que o professor constitui um importante vector a ter em conta quanto à desejável inclusão, no ensino, de elementos acerca da natureza da ciência, e que a sua própria vontade poderá, a este respeito, ser determinante, afigurou-se-nos pertinente procurar respostas possíveis para as seguintes questões:

- Que concepções de ciência têm os professores de ciências?
- Qual a origem dessas concepções?
- Haverá alguma relação entre as concepções de ciência dos professores e a sua intenção de promover ou não o desenvolvimento destas junto dos alunos?

Foi assim a procura de respostas para estas questões que motivou e norteou a pesquisa descrita no presente relatório. Foi igualmente com base nas mesmas que foram definidos os objectivos da pesquisa.

4.2. Objectivos

Tendo em conta as questões de pesquisa previamente formuladas e entendendo-se a pesquisa como a busca de “algo”, é de todo vantajoso definir com a maior clareza e objectividade possíveis esse “algo” que se busca. Esta pesquisa, em concreto, foi assim dirigida no sentido de serem alcançados os seguintes objectivos:

- conhecer as concepções de professores de ciências dos ensinos básico e secundário (Ciências da Natureza, Ciências Naturais, Ciências da Terra e da Vida e Ciências Físico-Químicas) acerca da ciência;
- identificar fontes potenciais dessas concepções;
- inferir até que ponto poderá haver relação entre as concepções de ciência dos professores e a sua intenção de promover ou não o desenvolvimento destas junto dos alunos.

4.3. Natureza do estudo

Não existirão, por certo, dúvidas quanto à importância de se escolher uma metodologia adequada ao estudo delineado. Desta escolha dependerá todo o desenrolar da investigação e, conseqüentemente, o atingir dos objectivos pretendidos.

Independentemente de todas as vantagens e desvantagens associadas às várias metodologias, a escolha das mesmas estará sempre dependente do número de indivíduos participantes no estudo (Bogdan e Biklen, 1994). Tradicionalmente, as metodologias de cariz mais quantitativo estão associadas a estudos envolvendo um número elevado de participantes, tirando-se

posteriormente partido da aplicação de métodos de análise estatística. Os estudos de natureza predominantemente qualitativa estão associados, normalmente, a um número reduzido de participantes.

Tendo em conta a natureza das questões de investigação e de, em consequência, se ter optado por fazer incidir o presente estudo sobre um número relativamente reduzido de professores, não foi completamente colocada de parte a possibilidade de retirar partido, sempre que tal se justificasse, da riqueza proporcionada por uma abordagem multiparadigmática, ultrapassada (ou, pelo menos, amenizada) que está a designada “guerra dos paradigmas” no campo da investigação educacional, que, de acordo com alguns autores, terá tido o seu auge no final da década de 80 do século XX (Neto, 1998). Aceita-se perfeitamente, hoje em dia, o recurso, num mesmo estudo, a metodologias antes consideradas antagónicas, tal como é referido na seguinte passagem:

Os investigadores acabam por perceber que entre as posições objectivo-quantitativas, subjectivo-qualitativas ou ético-sociais não têm necessariamente de existir conflitos ou antagonismos insuperáveis – as rupturas epistemológicas para que apontavam filósofos da ciência como Bachelard, Khun ou Feyerabend necessitam de ser, no mínimo, reinterpretadas. (Neto, 1998, p. 264)

Apesar de tudo, optou-se, em concreto, por uma abordagem de cariz essencialmente qualitativo, inspirada na metodologia de “estudo de caso”, seguindo a recente derivação para metodologias mais diversificadas que tem vindo a permitir um progressivo aprofundamento na investigação da problemática em questão.

4.4. Participantes

Numa primeira fase, foi realizado um *estudo piloto* junto de dois professores que não viriam a ser incluídos no grupo do estudo definitivo. Afinados e refinados que foram os métodos e instrumentos de pesquisa, deu-se início ao estudo efectivo que decorreu junto de dez professores de Ciências dos segundo e terceiro Ciclos do Ensino Básico e do Ensino Secundário, em funções em oito escolas (na sua grande maioria, no Alentejo). Os participantes, três do sexo masculino e sete do sexo feminino, tinham idades compreendidas entre os 22 e os 42 anos, oscilando o tempo de serviço entre 1 e 15 anos. Sendo todos eles professores profissionalizados e com formação superior, apenas um não havia frequentado formação inicial especificamente dirigida ao ensino.

A selecção teve como critérios a representação, com dois sujeitos cada, das disciplinas de Ciências da Natureza, do 2º Ciclo do Ensino Básico; Ciências Naturais, do 3º Ciclo do Ensino Básico; Ciências Físico-Químicas, do 3º Ciclo do Ensino Básico; Ciências Físico-Químicas, do Ensino Secundário e Ciências da Terra e da Vida, do Ensino Secundário. O critério utilizado na escolha das escolas foi também o da proximidade geográfica relativamente ao local de trabalho do investigador, igualmente professor de ciências. Alguns autores consideram que, nestas circunstâncias, o investigador dificilmente conseguirá ser imparcial, nunca conseguindo despir a “pele” de colega. Consideram igualmente que o facto de estar relativamente envolvido no contexto da investigação poderá constituir uma desvantagem, afastando a hipótese de haver neutralidade ou imparcialidade da parte de quem recolhe a informação. Bogdan e Biklen (1994, p. 86) advertem para as inconveniências que poderão advir desta situação, “apesar de alguns investigadores já terem efectuado, com sucesso, estudos em que se encontravam, pessoalmente, envolvidos”. Os resultados obtidos, principalmente os decorrentes da aplicação da entrevista, parecem mostrar não só que a relativa proximidade entre investigador e sujeitos não terá constituído uma

desvantagem significativa, como poderá ter sido vantajosa a partilha de referenciais e significados, decorrente dessa mesma proximidade profissional.

4.5. Recolha de dados

Se a escolha da metodologia constitui um dos passos mais difíceis e, ao mesmo tempo, mais importantes a tomar pelo investigador, menor importância não deverá ser atribuída a todo o processo que começa com a elaboração dos instrumentos de recolha de dados e culmina com a recolha propriamente dita:

Os dados são simultaneamente as provas e as pistas. Coligidos cuidadosamente, servem como factos inegáveis que protegem a escrita que possa ser feita de uma especulação não fundamentada. Os dados ligam-nos ao mundo empírico e, quando sistemática e rigorosamente recolhidos, ligam a investigação qualitativa a outras formas de ciência. Os dados incluem os elementos necessários para pensar de forma adequada e profunda acerca dos aspectos da vida que pretendemos explorar. (Bogdan e Biklen, 1994, p.149)

Deverá então ser garantida a obtenção de dados com um grau de validade e fiabilidade aceitáveis. Tal dependerá, em boa parte, da qualidade dos instrumentos utilizados na recolha. Assim como acontece com qualquer medição ou recolha, os instrumentos devem ser adequados à natureza dos dados e do meio no qual é feita essa mesma medição ou recolha. Garantir a fiabilidade e validade dos instrumentos deverá merecer um investimento considerável por parte de qualquer investigador. Quem solicitaria os préstimos de um carpinteiro que usasse nas suas medições uma fita métrica defeituosa?

Tendo em conta a natureza e os objectivos do estudo, optou-se pela elaboração e aplicação individual de um *questionário*, logo seguido de uma *entrevista semi-estruturada*, orientada a partir de um guião articulado com a matriz nuclear do primeiro, visando a entrevista o aprofundamento da informação

obtida por intermédio do questionário. A realização do questionário permitiu igualmente levar os sujeitos a efectuarem uma reflexão prévia sobre os assuntos a explorar na entrevista, sem a interferência inicial do investigador.

4.5.1. O questionário

O questionário era constituído por dez *afirmações*, perante as quais os sujeitos se deveriam posicionar, utilizando para tal uma escala (tipo Likert) de quatro graus, num estudo prévio (Anexo 1), tendo esta escala sido posteriormente ampliada para cinco graus, na versão definitiva (Anexo 2). Na elaboração das afirmações, utilizou-se como referência o levantamento de concepções de ciência efectuado por Cachapuz, Carrascosa, Fernández e Gil (2002). A partir dele, os autores identificaram e caracterizaram as sete concepções deturpadas de ciência que mais frequentemente surgem na literatura e que mais parecem influenciar o pensamento dos professores. Trata-se, naturalmente, de um inventário de concepções abstractas que, de modo algum, pretendem isoladamente tipificar o conhecimento de um dado professor, esse mais identificado com um agregado complexo e dinâmico de construtos, com ampla variabilidade intra e interpessoal. Tais concepções são, por aqueles autores, assim caracterizadas:

a) Concepção empírico-indutivista, ateórica

Esta concepção é caracterizada por uma sobrevalorização do papel da observação e da experimentação, supostamente “neutras”, e até da própria sorte, em detrimento da importância dos quadros conceptuais. Parece não haver uma relação directa entre a defesa desta concepção e a sua aplicação na prática. Surge bastante ligada a adesões primárias a perspectivas como a da designada “aprendizagem por descoberta” e à defesa da primazia do suposto trabalho experimental, que constitui ainda hoje, para muitos

professores, o “Eldorado” do ensino das ciências. É também centrado no mitificado método científico, alegadamente único, algorítmico e infalível.

b) Concepção rígida, algorítmica

É mais uma das concepções centradas no “método científico”. O trabalho científico surge como algo que passa por um conjunto de etapas mecanicamente cumpridas. Valoriza-se o controlo rigoroso e o tratamento quantitativo. No que respeita à avaliação, há uma preocupação excessiva em eliminar fontes de possível ambiguidade. Tudo o que seja difuso, ambíguo ou intuitivo é ignorado. A esta concepção opõe-se, por vezes, uma outra, caracterizada por um relativismo extremo (vale tudo).

c) Concepção aproblemática e ahistórica, fechada e dogmática

São transmitidos conhecimentos acabados, subvalorizando-se toda a problemática que terá estado na origem da construção desses mesmos conhecimentos. É ignorada a evolução, sendo posta em causa a aprendizagem da racionalidade do processo científico.

d) Concepção exclusivamente analítica

A ciência é apresentada como tendo um desenvolvimento essencialmente especializado e desconexo. Segundo esta concepção, não existe uma, mas sim muitas ciências independentes. São ignoradas as pontes entre os vários ramos da ciência. Também com alguma frequência surge uma concepção oposta a esta que toma a unidade (ou o saber unificado) como ponto de partida, ignorando toda a análise que antecede a síntese.

e) Concepção exclusivamente cumulativa do desenvolvimento científico

O conhecimento científico é apresentado como tendo um crescimento linear, puramente cumulativo. São ignoradas as crises e os períodos de revolução. Esta é uma concepção simplista acerca da evolução do conhecimento científico.

f) Concepção individualista e elitista da ciência

De acordo com esta visão, os conhecimentos científicos surgem como obra de génios isolados, ignorando-se o papel do trabalho colectivo. Faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou por uma única equipa podem bastar para verificar ou falsear uma hipótese, ou mesmo toda uma teoria. O trabalho científico é apresentado como estando reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo-se uma ideia de discriminação social e de género (ciência essencialmente masculina). Existe uma concepção oposta a esta que apresenta a ciência demasiado próxima do senso comum.

g) Concepção descontextualizada, socialmente neutra

Trata-se de uma perspectiva “ingénua”, de cariz positivista. São ignoradas as relações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ou CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A ciência é apresentada como se crescesse isolada do ambiente sócio-natural. Existe uma concepção oposta que coloca na ciência a responsabilidade de todos os males da sociedade.

Posteriormente, foram formuladas afirmações conotadas com cada uma das concepções acima referidas, ou com concepções diametralmente opostas a

estas (igualmente deturpadas ou desadequadas). Não se pense que constituiu acto de alguma arrogância a elaboração de um questionário baseado em concepções “erróneas”. Poderá parecer que se terá partido para o estudo com a sobrançeria de quem teria a certeza de encontrar nos professores unicamente concepções simplistas ou deturpadas acerca da ciência. Tal não corresponde minimamente à verdade. Procurámos, de facto, que o estudo não se limitasse à averiguação da presença ou não de determinada concepção, sendo cada uma das respostas explorada em maior profundidade por intermédio da já referida entrevista. De qualquer forma, o estudo das concepções docentes acerca da natureza da ciência tem revelado a existência das já referidas deturpações e visões reducionistas ou ingénuas, com possíveis consequências ao nível da prática docente, justificando-se assim o renovado interesse pela investigação neste campo, algo bem expresso na seguinte citação:

[...] una de las razones que explican el interés por el estudio de las concepciones docentes sobre la naturaleza de la ciencia estriba en el convencimiento de que dichas concepciones incluyen reduccionismos y deformaciones que pueden estar obstaculizando una correcta orientación de la enseñanza. (Cachapuz et al., 2002, p. 478)

A construção de um questionário é seguramente um processo delicado que passa por uma série de etapas até o podermos considerar um instrumento dotado do rigor e da precisão pretendidos (Ghiglione e Matalon, 1992). Como refere Bell (1997, p.100), “serão necessárias várias tentativas para formular as questões, não só para eliminar o factor ambiguidade, como também para obter o grau de precisão necessário que faça com que os indivíduos compreendam o que lhes é perguntado exactamente”.

No caso deste estudo, foi, em concreto, elaborada uma primeira versão do questionário (Anexo 1) e testada num estudo piloto com dois sujeitos. No cabeçalho do questionário, era pedido aos respondentes que, perante cada uma das afirmações, colocassem a si próprios a seguinte questão: “Em que medida é que esta afirmação reflecte o verdadeiro funcionamento da ciência?”. Eram

depois apresentadas as várias possibilidades de resposta (Hill e Hill, 2000), de acordo com a seguinte chave: Não Concordo (NC); Concordo Pouco (CP); Concordo Bastante (CB) e Concordo Completamente (CC). Os sujeitos do estudo piloto manifestaram algum “desconforto” relativamente à inexistência de uma possibilidade de resposta intermédia entre as opções “Concordo Pouco” e “Concordo Bastante”. Pelo referido motivo, na versão definitiva do questionário (Anexo 2) foi acrescentada a opção de resposta “Concordo Moderadamente”. Apesar de este tipo de questionário, em que as respostas estão limitadas às opções apresentadas, condicionar, logo à partida, a informação a obter, podendo conduzir a conclusões reducionistas (Hill e Hill, 2000), a sua aplicação articulada com a entrevista permitiu contrariar esta possibilidade.

Integraram as duas versões do questionário aplicado (Anexos 1 e 2) as seguintes afirmações:

- **Afirmção 1** (conotada com a concepção empírico-indutivista, atórica):

“É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico”.

- **Afirmção 2** (conotada com a concepção rígida, algorítmica):

“É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação”.

- **Afirmção 3** (conotada igualmente com a concepção rígida, algorítmica):

“O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos”.

- **Afirmção 4** (conotada com a concepção aproblemática e ahistórica, fechada e dogmática):

“Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de ‘factos naturais’”.

- **Afirmção 5** (representa uma visão associada ao relativismo, conotada com uma oposição extrema à concepção rígida e algorítmica):

“Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo”.

- **Afirmção 6** (conotada com a concepção exclusivamente analítica):

“O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais desconexos”.

- **Afirmção 7** (representa uma negação da importância da especialização, constituindo uma oposição extrema à concepção exclusivamente analítica):

“A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, é provido de um carácter predominantemente sistémico”.

Em virtude de a palavra “sistémico” ter gerado alguma confusão, esta afirmação sofreu uma alteração (Anexo 2) após a aplicação do questionário no estudo piloto. A redacção na versão definitiva passou a ser a seguinte:

“A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, não fica isolado na sua especificidade”.

- **Afirmação 8** (conotada com a concepção exclusivamente cumulativa do desenvolvimento científico):

“O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos”.

- **Afirmação 9** (conotada com a concepção individualista e elitista da ciência):

“Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo”.

- **Afirmação 10** (conotada com a concepção descontextualizada, socialmente neutra):

“A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política”.

4.5.2. A entrevista

Com o objectivo de aprofundar o teor das informações recolhidas com o questionário e procurar obter informações acerca das possíveis origens das concepções de ciência dos professores e da eventual intenção de estes promoverem o seu desenvolvimento nos alunos, realizou-se, como antes foi assinalado, uma entrevista, cujo guião (Anexo 3) teve como base a estrutura nuclear do próprio questionário. Como se vai poder constatar, o uso articulado do questionário e da entrevista proporcionou um enriquecimento considerável do estudo.

A entrevista de investigação é levada a cabo com o propósito específico de obter informação no âmbito de um determinado estudo, devendo essa mesma informação ir rigorosamente ao encontro dos objectivos previamente definidos (Carmo e Ferreira, 1998). É um método que envolve a recolha de dados, através de uma interacção oral directa entre indivíduos, constituindo este facto, simultaneamente, a fonte de todas as vantagens e desvantagens da entrevista. O seu uso como técnica de recolha de informação exige, por isso, alguma precaução.

Existe, regra geral, uma assimetria entre os dois interlocutores: o entrevistador possui um estatuto que o distancia do entrevistado, o qual pode limitar a comunicação (Carmo e Ferreira, 1998), quer inibindo este último de colaborar abertamente, quer levando-o a responder às questões que lhe são colocadas, de acordo com aquilo que pensa que o entrevistador quer ouvir. O risco aumenta se o entrevistador for pouco cuidadoso na forma como coloca as perguntas, induzindo as respostas com formas demasiadamente enfáticas de perguntar ou conduzindo à exclusão precoce de algumas das respostas possíveis. Há igualmente questões que são extremamente claras para o entrevistador e que poderão não o ser para os entrevistados. No caso concreto do presente estudo,

como já foi referido, a relativa proximidade entre o entrevistador e os professores participantes poderá ter constituído uma vantagem.

Independentemente da maior ou menor proximidade entre os intervenientes, de um modo geral, ao preparar uma entrevista, deveremos estar conscientes de que há um grande número de factores que poderão, de uma forma ou de outra, reflectir-se tanto no seu decorrer como nos resultados desta (Carmo e Ferreira, 1998). Entre estes são de destacar: as atitudes e opiniões do entrevistador; habitual tendência por parte do entrevistador para procurar respostas que vão ao encontro das suas ideias preconcebidas; percepções erróneas do que é dito pelo entrevistado e mal-entendidos, por parte deste, relativamente ao que está a ser perguntado. O entrevistador terá igualmente de ter em conta que o modo como põe as questões e como as enquadra em termos não verbais é tão importante como o seu conteúdo, devendo ter tantos cuidados com a estratégia formal a adoptar como com a estruturação do guião. De facto, a comunicação não verbal poderá constituir tanto uma vantagem como uma desvantagem relativamente ao uso desta técnica. Talvez a maneira mais eficaz de combater estes problemas seja, antes de mais, ter noção da existência dos mesmos.

Apesar de tudo, as vantagens conseguidas num estudo deste género, por intermédio do uso da entrevista, superam claramente eventuais desvantagens. Constitui, por exemplo, uma vantagem o facto de se conseguir uma profundidade dificilmente alcançável por intermédio da aplicação isolada de um questionário escrito. Bell (1997, p. 118) justifica o recurso à entrevista em investigação, do seguinte modo:

A grande vantagem da entrevista é a sua adaptabilidade. Um entrevistador habilidoso consegue explorar determinadas ideias, testar respostas, investigar motivos e sentimentos, coisa que o inquérito [questionário] nunca poderá fazer. A forma como cada resposta é dada (o tom de voz, a expressão facial, a hesitação, etc.) pode fornecer informações que uma resposta escrita nunca revelaria. As respostas a questionários

devem ser tomadas pelo seu valor facial, mas uma resposta numa entrevista pode ser desenvolvida e clarificada.

Com plena consciência tanto das virtudes como das limitações inerentes à metodologia adoptada (Hill e Hill, 2000), e com a convicção de que as primeiras superariam de forma bastante clara as segundas, foi construído o guião de forma articulada com o questionário. Para além de se ter partido da necessidade de explorar em maior profundidade cada uma das respostas ao questionário, foram ainda incluídas no guião questões com o objectivo de conhecer as possíveis fontes das concepções evidenciadas e de inferir até que ponto poderia ser estabelecida uma relação entre as perspectivas e vivências dos professores no que toca à abordagem explícita desta temática com os alunos e as referidas concepções.

Os professores participantes foram informados acerca da finalidade do questionário e da entrevista, tendo sido realçada a importância da sua colaboração para o sucesso da investigação. Foi, além disso, pedida autorização a autorização destes para que fosse efectuada uma captura sonora das entrevistas.

4.6. Análise de dados

Uma vez recolhidos os dados por intermédio do questionário e respectivas entrevistas, procedeu-se à sua organização e análise.

Os dados obtidos directamente a partir das opções seleccionadas no questionário foram organizados, primeiramente, em tabelas individuais. Da organização dos dados individuais passou-se para a distribuição e agrupamento das repostas pelas várias opções possíveis em cada item. Foram elaborados, para cada item, gráficos de barras ilustrando a frequência absoluta com que os

respondentes assinalaram cada uma das suas opções, de acordo com o respectivo grau de concordância com cada afirmação. Tendo-se optado por uma abordagem de cariz essencialmente qualitativo, e tendo em conta o número de participantes, não houve recurso à aplicação de métodos estatísticos complexos.

As entrevistas foram cuidadosamente transcritas, na íntegra, a partir do registo sonoro magnético, apresentando-se um exemplo de transcrição e respectivo tratamento como Anexo 4. A entrevista foi dividida em três partes que designámos como “Parte A”, “Parte B” e “Parte C”. Na primeira parte (Parte A) foi solicitado aos entrevistados que justificassem as opções de resposta seleccionadas relativamente a cada item do questionário. As várias opções de resposta constituíram assim, em cada item, as categorias pelas quais foram distribuídas as unidades de sentido resultantes (a que chamámos ilustradores de opção). De uma primeira análise das partes B e C da entrevista resultou a identificação das correspondentes unidades de registo, a partir das quais foram posteriormente definidas as categorias e sub-categorias que passamos a apresentar:

Parte B – Origem das concepções de ciência do entrevistado.

• nunca pensou no assunto ou não sabe		
• percurso pessoal gradual		
• percurso escolar enquanto estudante	2º ciclo do ensino básico	
	3º ciclo do ensino básico	
	ensino secundário	componente laboratorial
		frequência da área científico-natural
		manuals escolares
	formação inicial e outros cursos superiores	no geral
		disciplinas científicas
componente laboratorial		
	disciplinas pedagógicas	

Parte C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos.

<ul style="list-style-type: none"> • intenção efectiva de promover explicitamente 	- contrariando concepções de ciência deturpadas prévias
	- recorrendo à história das ciências
	- abordando os conteúdos como um meio e não como um fim
	- recorrendo a actividades laboratoriais
	- promovendo de debates sobre a ciência
	- recorrendo ao “método científico”
	- apresentando uma perspectiva evolutiva da ciência
	- desenvolvendo trabalhos sobre a “actualidade científica”
<ul style="list-style-type: none"> • dúvidas quanto aos efeitos práticos dessa intenção 	- promovendo o desenvolvimento de concepções não necessariamente coincidentes com as do professor
	- devido à falta de maturidade dos alunos
	- devido ao peso excessivo dos conteúdos programáticos
<ul style="list-style-type: none"> • atribuição de pouca relevância a esta problemática 	- por ter reservas quanto à efectiva utilidade das actividades laboratoriais
	- devido à existência de múltiplos factores que podem induzir concepções deturpadas
<ul style="list-style-type: none"> • desenvolvimento de concepções de ciência por parte dos alunos, independentemente da intenção do professor 	

Distribuídas que foram as unidades de registo pelas respectivas categorias (Anexo 5), procedeu-se ao cruzamento dos resultados do questionário e diferentes partes da entrevista, com vista à procura de eventuais relações entre as variáveis em causa.



Capítulo 5.
APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E
DISCUSSÃO DE RESULTADOS



5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1. Considerações gerais

O questionário e a respectiva entrevista foram aplicados a 10 participantes (de P1 a P10), entre Fevereiro e Julho de 2004. O tempo de resposta ao questionário oscilou entre os 5 e os 11 minutos. As entrevistas tiveram uma duração que oscilou, aproximadamente, entre os 40 e os 60 minutos. Depois de transcritas as entrevistas foi efectuado o seu primeiro tratamento, no qual se procedeu a um levantamento exaustivo individual dos ilustradores de opção relativamente às respostas ao questionário e outros possíveis indicadores, no que respeita à Parte A, e ao levantamento das unidades de significado (ou unidades de registo) relativos às partes B e C, como é ilustrado através do Anexo 4. As unidades de significado identificadas deram posteriormente origem à definição de categorias e sub-categorias (Anexo 5). Impôs a individualidade dos participantes e correspondentes resultados obtidos que fosse efectuada uma análise descritiva individual detalhada, a qual não foi incluída no corpo do presente estudo, por uma questão de fluidez, tendo a mesma sido remetida para os anexos (Anexo 6).

Posteriormente, e na sequência da análise descritiva individual, foi efectuada uma análise item a item, por forma a poderem ser encontradas tendências de resposta e respectivos ilustradores de opção, dentro das limitações impostas pelo reduzido número de sujeitos em estudo (Hill e Hill, 2000), mas com a profundidade e detalhe permitidos por esse mesmo facto. Os dados coligidos foram organizados por frequências absolutas para cada opção de

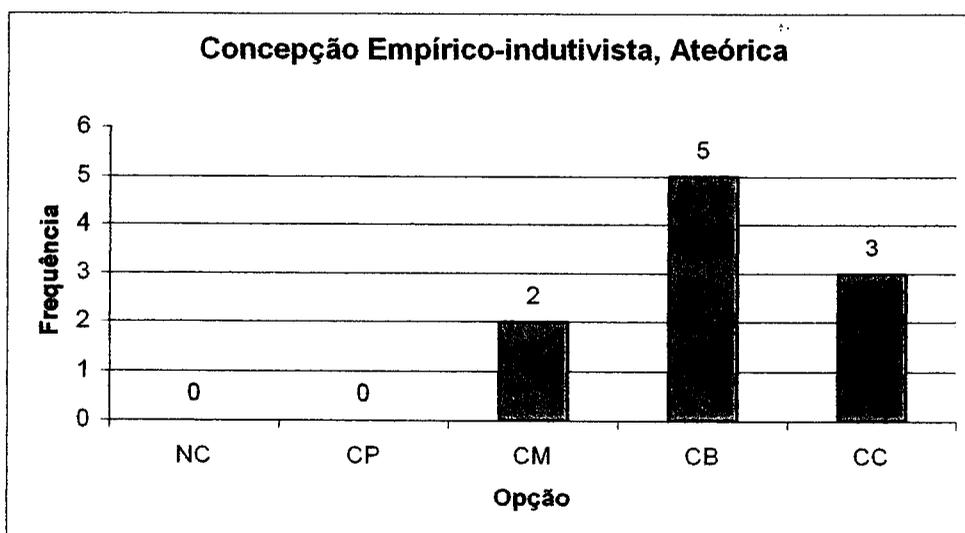
resposta em cada uma das questões, tendo-se recorrido à apresentação de diagramas de barras, elaborados por intermédio da utilização do programa informático “Microsoft Excel”.

5.2. Análise descritiva das respostas ao questionário e Parte A da entrevista

Pretendeu-se com a análise descritiva das respostas ao questionário em articulação com a *Parte A* da entrevista encontrar tendências de resposta e respectivos ilustradores de opção, item a item, dentro das limitações impostas pelo reduzido número de sujeitos em estudo, mas com a profundidade e detalhe permitidos por esse mesmo facto. A frequência absoluta das escolhas dos respondentes pelas opções possíveis, em cada um dos itens, foi ilustrada através da construção de diagramas de barras.

5.2.1. Afirmação 1 – Concepção empírico-indutivista, atórica

“É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 1 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 1.

O posicionamento dos professores participantes perante esta afirmação, conotada com uma visão de ciência de cariz empírico-indutivista e atórica, reparte-se entre o “Concordo Moderadamente” (2), o “Concordo Bastante” (5) e o “Concordo Completamente” (3).

Tendo em conta que sobre as opções “Não Concordo” e “Concordo Pouco” não recaiu a escolha de qualquer dos participantes, parece ser unânime a atribuição de uma importância considerável à experimentação e à observação, enquanto componentes de uma ciência de base experimental, como o ilustra na perfeição a seguinte afirmação de P6: “É fundamental, pois é a partir da observação é que se parte para uma experimentação que vai conduzir ao conhecimento científico”.

P2 relaciona mesmo esta concepção com o ensino: “Acho que o ensino das ciências (...) deve ser considerado como um ensino essencialmente experimental”.

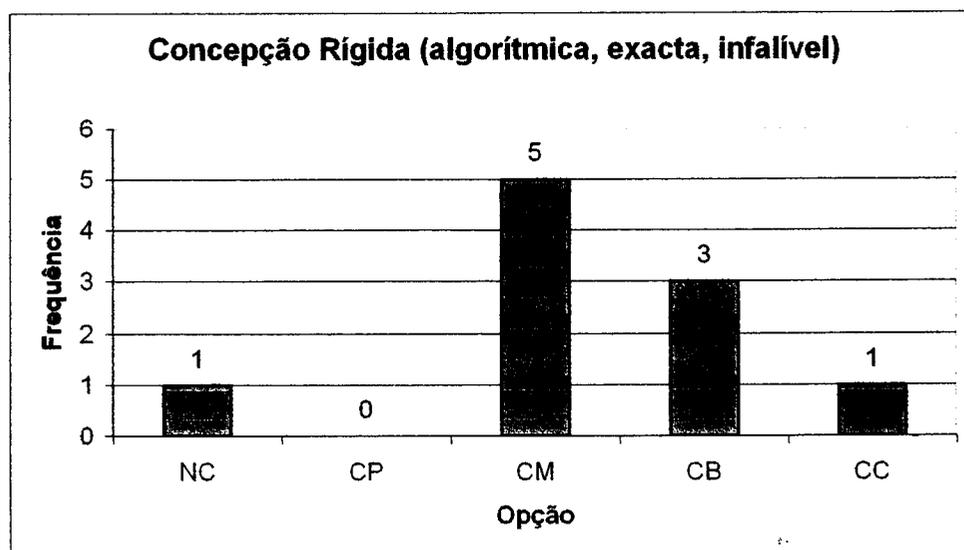
Independentemente do grau de adesão dos participantes a esta concepção, é assumido por estes que a génese do conhecimento científico não estará somente dependente da experimentação e da observação, com excepção para P6 que refere que “poderá haver situações em que é só de uma”, e para P10 quando afirma: “De momento não me ocorrem assim outros factores”.

P7 relaciona esta afirmação com a existência de um suposto método científico rígido e algorítmico: “Porque se não seguirmos esse caminho, parece-me que as conclusões a que podemos chegar podem sair sempre um bocadinho deturpadas”.

De um modo geral, constata-se que a adesão dos participantes a esta afirmação não implica a existência de uma visão atórica de ciência, verificando-se, isso sim, uma valorização unânime da componente experimental.

5.2.2. Afirmação 2 – Concepção rígida (algorítmica, exacta, infalível).

“É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 2 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 2.

A esmagadora maioria das respostas (8) encontram-se distribuídas entre o “Concordo Moderadamente” (5) e o “Concordo Bastante” (3). As opções “Não Concordo” e “Concordo Completamente” foram alvo de selecção apenas por parte de um participante.

A presente afirmação, relativa à concepção de uma ciência algorítmica, rígida, supostamente baseada num método único, encontra eco significativo junto de alguns participantes, como é bem ilustrado pela seguinte afirmação da autoria de P4: “É mesmo a palavra-chave que está aí. A palavra ‘rigor’”. O rigor surge assim como atributo que permitirá distinguir a ciência da especulação.

Alguns participantes estabelecem uma ligação clara entre a presente afirmação e a afirmação conotada com uma visão de cariz “empírico-indutivista”,

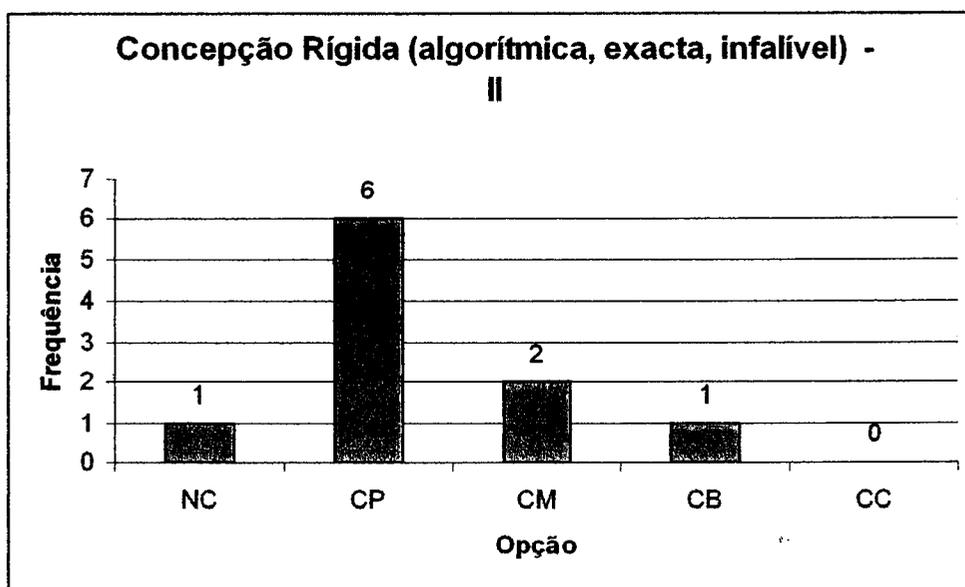
como é o caso de P10: “O método científico... É preciso, mais uma vez, como na primeira afirmação, experimentar as coisas para termos a certeza delas”.

Apesar de tudo, a quase generalidade dos participantes não confere um carácter único, dogmático ou intocável ao suposto “método científico”. P2 considera mesmo que o “método científico” pertence ao passado: “O método científico, encarado como foi há uns anos atrás, está posto de parte. (...) Cada pessoa que investiga e tenta desenvolver alguns conhecimentos tem o seu próprio método científico”.

Constata-se que as opções dos participantes relativas ao respectivo posicionamento perante a presente afirmação reflectem a imagem de uma ciência que se pauta por um grande rigor, apesar de esse mesmo rigor não estar necessariamente associado ao cumprimento escrupuloso das etapas de um método científico único.

5.2.3. Afirmação 3 – Concepção rígida (algorítmica, exacta, infalível) – II

“O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 3 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 3.

Apesar de a *afirmação 3* estar conotada com a visão de uma ciência também relacionada com as duas afirmações anteriores, não se repete aqui a tendência de resposta anteriormente manifestada.

A maior parte dos inquiridos (6) seleccionou a opção “Concordo Pouco”, sendo essa mesma opção justificada com a não identificação do “qualitativo” com o “especulativo”, considerando a quase generalidade dos participantes que há na ciência espaço para o “qualitativo”.

Alguns dos participantes consideram mesmo que também a especulação poderá ter o seu papel na génese do conhecimento científico, como podemos verificar na afirmação de P7: “A especulação e o qualitativo também têm a sua importância, à vezes para nos abrir o caminho”.

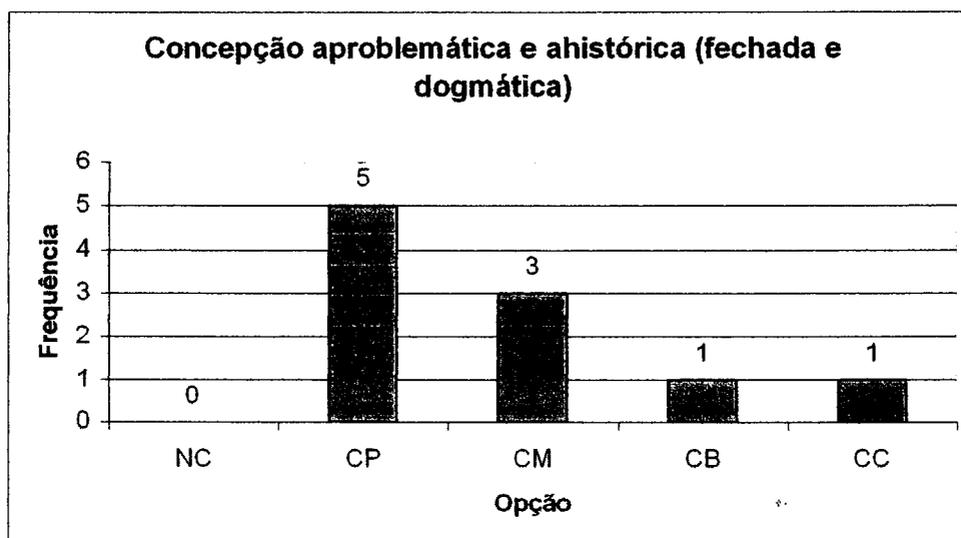
A opção “Concordo Moderadamente” foi seleccionada por dois participantes, não parecendo as respectivas justificações diferir apreciavelmente das apresentadas pelos participantes que seleccionaram a opção “Concordo Pouco”.

Apenas P3 seleccionou a opção “Concordo Bastante”, justificando da seguinte forma: “Do âmbito da ciência, objecto da ciência, será aquilo que se pode medir. (...) Sendo mensurável, ou ‘é’ ou ‘não é’”. Curiosamente, P3, sendo o único participante a seleccionar a opção “Não Concordo”, afasta por completo a ideia de poder haver em ciência lugar para a especulação: “Ciência não tem nada a ver com especulação”.

De um modo geral, reconhecendo a importância da quantificação em ciência, os professores participantes não a limitam ao domínio do quantificável.

5.2.4. Afirmação 4 – Concepção aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)

“Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de ‘factos naturais’”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 4 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 4.

As opções de resposta recaíram maioritariamente (8) sobre o “Concordo Pouco” (5) e o “Concordo Moderadamente” (3), revelando os participantes que, tendo como base a “descoberta de factos naturais”, também haverá na ciência lugar à criação e construção, como afirma P8: “Para mim, há construção científica e há criação científica. É claro que é muito importante o cientista descobrir os factos naturais, descobrir o que a Natureza lhe dá, o que o rodeia. Tentar interpretar os fenómenos”.

P9, tendo seleccionado a opção “Concordo Bastante”, justifica a sua opção da seguinte forma: “Os factos naturais... A Natureza tem tanto para descobrir, que está interligado, e que faz parte do que a ‘Mãe-Natureza’ é constituída”.

Um dos participantes (P3) nega por completo a ideia de “construção científica”, tendo concordado completamente com a presente afirmação: “É o que acontecia na Natureza, só faltava ser descoberto. Não foi construído”.

P10 não limita o trabalho científico à “descoberta de factos naturais”, defendendo que a ciência, hoje em dia, também se desenvolve apoiada na tecnologia, em particular na informática.

Dois dos participantes (P2 e P3) fazem referência ao papel que poderá ser desempenhado pelo acaso ou pela sorte no que respeita às “descobertas científicas”.

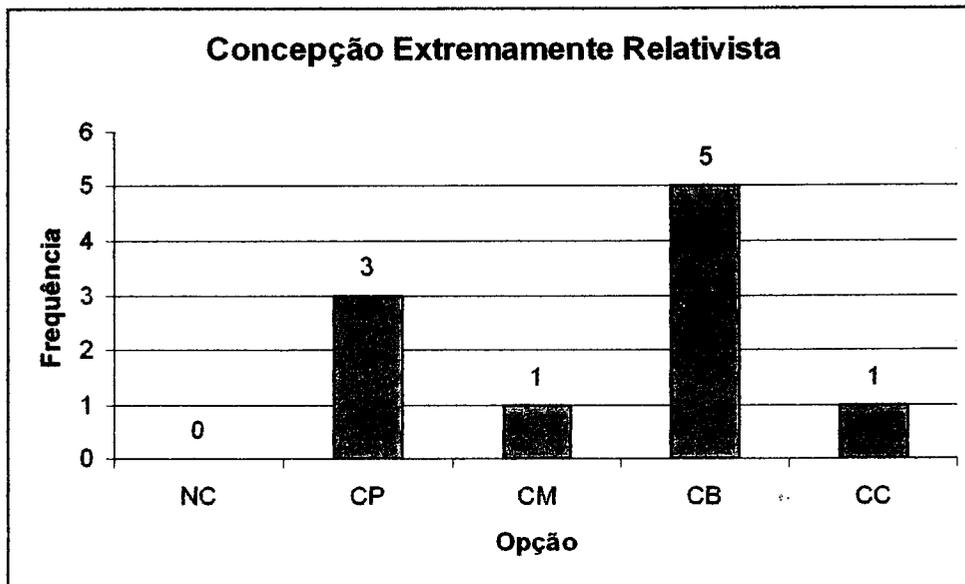
Apesar de as opções e respectivas justificações serem concordantes com concepções de ciência de raiz positivista, os sujeitos não rejeitam, de um modo geral, a ideia de um conhecimento científico construído. Já a ideia de “criação científica” e o sugerido paralelismo entre a produção científica e a produção artística não encontram eco significativo junto dos entrevistados, sendo disso mesmo exemplo a seguinte afirmação de S2: “Penso que pode ter um bocadinho de arte, no sentido de se conseguir chegar a um determinado resultado. No entanto, não pode ser abstracta como a arte. (...) Em termos de conhecimento científico, não é possível termos cada um a sua interpretação”.

A ideia de uma ciência limitada à “descoberta de factos naturais” parece estar associada ao passado, como refere S2: “Hoje, penso que é mais que isso”.

O posicionamento dos participantes perante a presente afirmação revela uma visão de ciência de raiz positivista, havendo a assunção quase generalizada da existência de “factos naturais” que serão objecto de “descoberta”.

5.2.5. Afirmação 5 – Concepção extremamente relativista

“Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 5 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 5.

A concepção de uma ciência baseada em consensos e negociações parece ser bem aceite por um número significativo de participantes, tendo 5 concordado bastante, 1 concordado completamente e 1 concordado moderadamente. Os restantes 3 participantes seleccionaram a opção “concordo pouco”.

Estes últimos (P1, P6 e P9) não pareceram encontrar no consenso um factor necessário à validação do conhecimento como científico, referindo mesmo P9 que “não deve haver é consenso”. P6, por seu lado, defende a ideia de um consenso geralmente necessário, mas que poderá ser dispensado pelo uso da experimentação: “Mas por vezes há trabalhos que não têm de partir do consenso dos investigadores (...) desde que seja provado experimentalmente”.

Concordando moderadamente, P8 vê o consenso como necessário à produção do conhecimento científico, admitindo contudo a existência de exceções: “No entanto não posso concordar totalmente porque há investigadores que continuam a fazer o seu trabalho, apesar de esse núcleo... (...) Pessoalmente, acho que sim, que devia ser reconhecido como científico, porque já tem acontecido que afinal quem estava certo era esse investigador que trabalhou à margem. Que acreditou naquilo que fez”.

Apesar de P10 ter começado por seleccionar a opção “Concordo Completamente”, acabaria por referir, na entrevista, que o consenso poderá não ser necessário no caso de estarmos perante uma “descoberta” individual: “No caso de ser só uma pessoa a fazer essa descoberta, se calhar não se mete muito ideia do consenso. Só uma pessoa fez essa descoberta”.

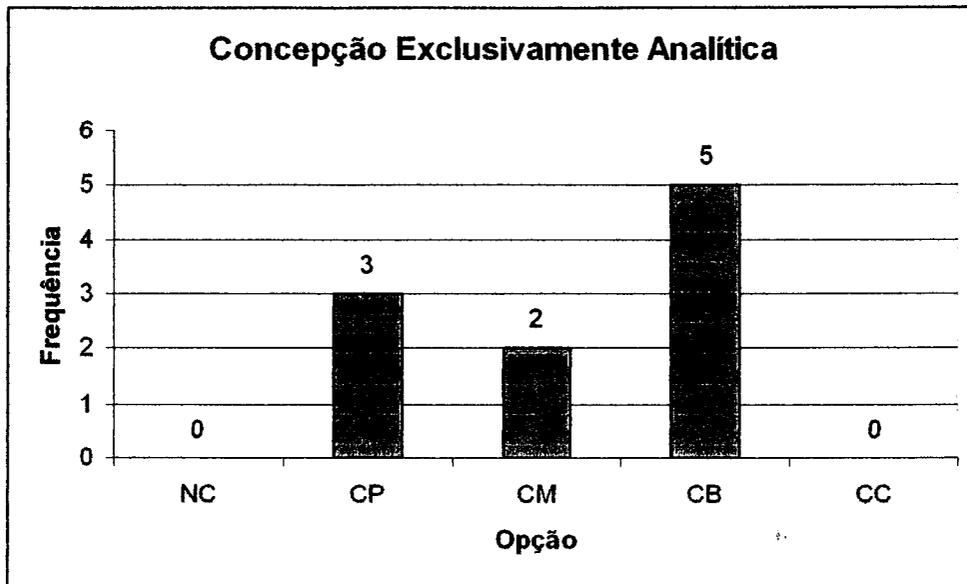
A adesão a uma afirmação conotada com uma concepção de carácter relativista parece ter gerado, da parte de alguns participantes, alguma contradição, dada a dificuldade que estes encontraram, quando entrevistados, em conciliar a “descoberta de factos naturais”, anteriormente defendida, com a necessidade de consenso.

P3 justifica a necessidade de consenso com o carácter dinâmico e de validade temporalmente limitada do conhecimento científico.

É também de realçar o facto de dois participantes (P5 e P7) tenderem a conferir um carácter negativo ao consenso e negociação na produção do conhecimento científico. P5 apresenta mesmo a visão de uma ciência negociada nos “bastidores”, surgindo a comunidade de investigadores quase como uma “sociedade-secreta”: “Pode ser ignorância da minha parte, mas acho que isso ainda é feito de uma forma um bocadinho pior do que a questão da produção legislativa. (...) A gente só vê aquilo que nos mostram”.

5.2.6. Afirmação 6 – Concepção exclusivamente analítica

“O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 6 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 6.

De um modo geral, os professores participantes que consideraram a especialização como sendo o caminho natural para o desenvolvimento da ciência, não excluem que daí poderá advir um isolamento, como é o caso de P5: “(...) pode-se correr o risco de perder a visão global de ciência”.

P2, por seu lado, considera que a especialização poderá contribuir mesmo para uma aproximação entre os vários ramos da ciência: “Cada vez mais os biólogos se aproximam dos químicos e os matemáticos dos físicos. (...) Cada vez há uma maior interdisciplinaridade”.

Parecendo apresentar uma visão algo utilitarista de ciência, P2 vê na especialização e aproximação entre os vários ramos uma necessidade: “(...) a ideia de ciência, hoje, no sentido de a ciência ser algo útil e que nos permite

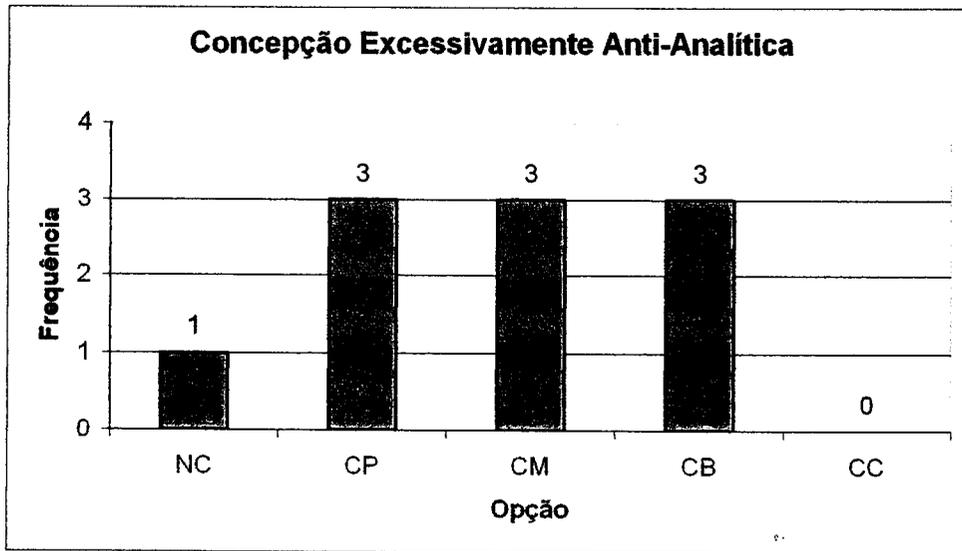
melhores condições de vida, (...) leva que tenha que haver cada vez mais um entrosamento entre os vários ramos da ciência”.

Apenas P3 vê na especialização um factor essencialmente negativo, afirmando que esta “não concorre nada para que a evolução do conhecimento científico tome um bom caminho”.

Em suma, a especialização é vista por grande parte dos participantes como importante, natural e até mesmo imprescindível para o desenvolvimento da ciência, apesar de alguns não excluïrem a hipótese de esta mesma especialização poder contribuir para um progressivo isolamento de conhecimentos.

5.2.7. Afirmação 7 – Concepção excessivamente anti-analítica

“O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 7 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 7.

Sendo a presente afirmação conotada com uma concepção de ciência diametralmente oposta da ilustrada pela afirmação anterior (afirmação 6), os participantes revelaram-se algo coerentes nas respostas, não considerando, de uma modo geral, a especialização como inimiga do conhecimento científico. A especialização pareceu, de facto, ser vista pela quase totalidade dos sujeitos como inevitável e natural.

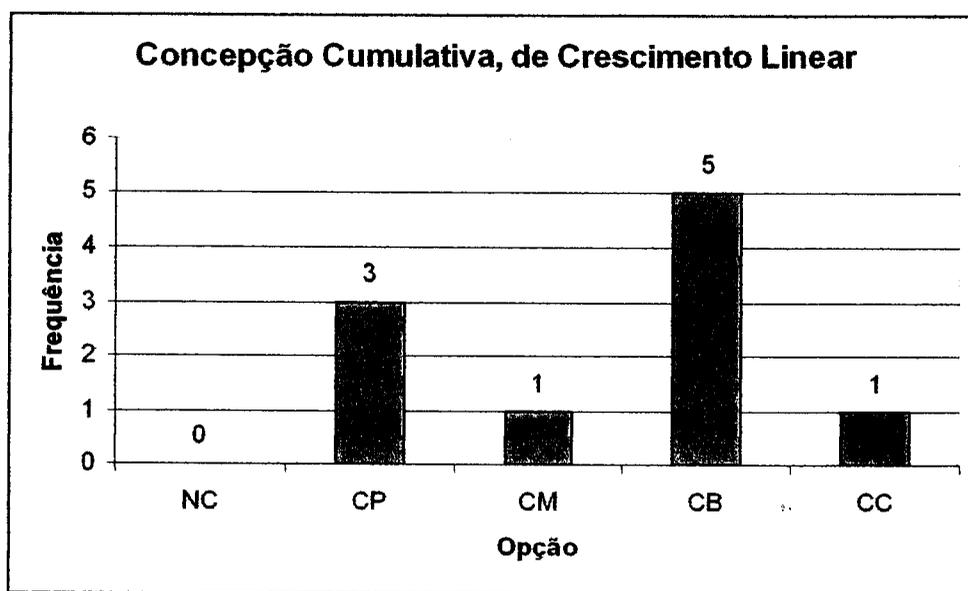
Apesar de cinco dos participantes considerarem que a especialização não é inimiga do conhecimento científico, impõem como condição o não isolamento dos conhecimentos específicos.

P1 considera que a especialização poderá condicionar de forma negativa a possível aplicação do conhecimento científico. Pelo contrário, P2, mostrando-se coerente com a opinião manifestada relativamente ao item anterior, considera que

a especialização poderá contribuir para uma maior partilha do conhecimento científico: “É inimiga? Não é nada. Antes pelo contrário. (...) a grande vantagem desse conhecimento é ele ser partilhado e não se isolar. (...) Eu penso que a especialização acaba por ser uma aproximação às outras disciplinas. (...) um dos ramos da Química é a Bioquímica (...) ela é uma aproximação a outra ciência que é a Biologia”.

5.2.8. Afirmação 8 – Concepção cumulativa, de crescimento linear

“O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 8 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 8.

Apesar de apenas três participantes (P2, P3 e P6) terem concordado pouco com a presente afirmação, pondo desde logo em causa o suposto carácter linear, cumulativo e convergente do conhecimento científico, mais concretamente no que toca ao seu desenvolvimento, os restantes viriam, durante as respectivas entrevistas, a questionar esse mesmo carácter, com excepção para P4 que, tendo concordado completamente, se mostrou coerente ao longo da entrevista. P4 afasta mesmo a hipótese da existência de verdadeiras roturas ou revoluções científicas, da forma que passamos a citar: “Será que há alguma teoria que rompa completamente com o que está atrás? Ou rompe apenas parcialmente?”.

Por seu lado, P7 refere-se ao trabalho dos cientistas como essencialmente divergente, fazendo contudo uma distinção entre o passado e o presente: “(...) ao

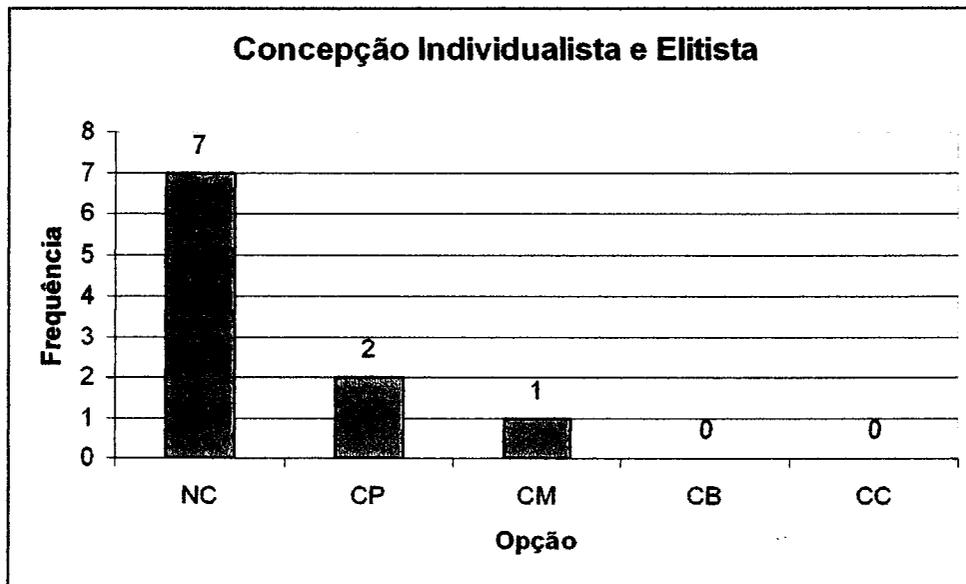
longo dos tempos o trabalho dos cientistas não foi propriamente convergente. Divergiu a maior parte do tempo. (...) Aliás, eu acho que ele só começou a ser convergente agora há poucos anos para cá, porque até há um tempo atrás eu acho que eles tentavam ser o menos convergente possível”.

P8 é exemplo do desfasamento que se verificou entre algumas opções seleccionadas no questionário e as justificações dadas na entrevista, em cinco sujeitos que seleccionaram a opção “Concordo Bastante”: “Aqui no linear, não concordei completamente porque nem sempre o conhecimento é linear. (...) Cumulativo... Nem sempre. Mas é importante... (...) Nem sempre foi convergente. Houve alturas em que sim, mas em alguns casos, existir uma divergência também importante”.

Pode-se relacionar a adesão significativa de alguns participantes à ideia de um conhecimento científico resultante de um trabalho essencialmente convergente, com as concepções de cariz positivista anteriormente manifestadas, nomeadamente no que respeita à ideia de “descoberta de factos naturais”.

5.2.9. Afirmação 9 – Concepção individualista e elitista

“Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 9 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 9.

A concepção de ciência ilustrada pela presente afirmação foi aquela que mereceu uma menor adesão por parte dos participantes, tendo estes rejeitado, quase na generalidade, a ideia do cientista enquanto génio isolado.

Apenas P4 e P7 fazem referência a uma ciência na qual os “génios” desempenharão, eventualmente, um papel importante, mas não estando necessariamente isolados.

P6 refere-se ao cientista enquanto génio isolado como sendo um elemento do passado: “Houve uma série de génios isolados que foram mais mediáticos e que têm mais reconhecimento hoje em dia (...)”.

Encontrando-se no grupo de sete participantes que seleccionaram a opção “Não Concordo”, P1 justifica a sua opção da seguinte forma: “A minha ideia de

trabalho de génios, dá-me sempre aquela ideia de filmes do génio, do ‘cientista-louco’ isolado do mundo. (...) Acho que é muito mais um trabalho de interesse e dedicação”.

P5 questiona o conceito de “génio” associado ao cientista: “Se calhar, uma cozinheira também é um génio. (...) O trabalho de génio... O que é isso do trabalho de génio?”.

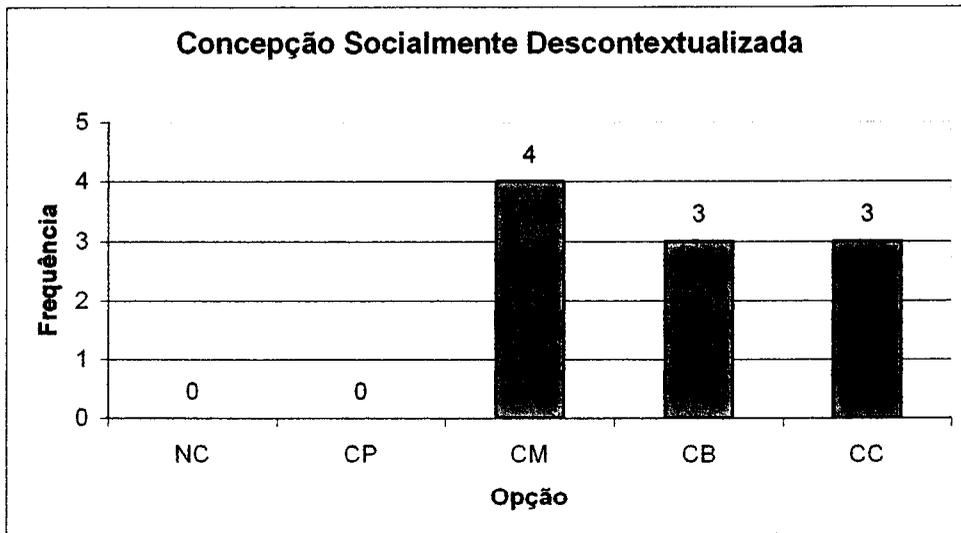
Num posicionamento diametralmente oposto à ideia do cientista enquanto génio isolado, P9 vulgariza o trabalho de produção científica: “Até gente simples e com fracos conhecimentos pode realizar muitos trabalhos, por vezes, que podem ajudar ao conhecimento científico. Podem não saber interpretar mas podem realizar um belo trabalho que depois pode ser aproveitado. Não é nada de génios”.

P10 justifica o facto de não concordar com a imagem de uma ciência associada à presente afirmação, referindo-se à concepção ilustrada pela afirmação 5, de uma ciência dependente de negociações e consensos: “Claro que há grandes nomes das ciências, que fizeram grandes descobertas. Mas eu já, em afirmações anteriores, concordei que o conhecimento científico parte de estudos feitos por diversas pessoas e entidades que depois chegam a um consenso”.

À semelhança do que havia já sucedido em relação à afirmação 4, surge também aqui, por parte de P2 uma referência ao suposto papel da sorte ou do acaso: “(...) não é preciso ser grande génio para descobrir coisas acidentalmente”.

5.2.10. Afirmação 10 – Concepção socialmente descontextualizada

“A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política”.



NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Figura 10 – Posicionamento dos participantes perante a afirmação 10.

À primeira vista, atendendo apenas às opções seleccionadas relativamente ao questionário, poderíamos ser levados a concluir que a concepção de uma ciência socialmente descontextualizada estaria bem enraizada junto dos participantes. Curiosamente, as entrevistas viriam a revelar exactamente o contrário.

Na realidade, seis dos participantes seleccionaram, no questionário, a opção que estava mais de acordo com o respectivo “ideal de ciência” e não a que corresponderia à imagem do verdadeiro funcionamento da ciência. Pode-se constatar este facto, a título de exemplo, na seguinte afirmação de P2: “O que eu quero aqui dizer é que a ciência devia tratar de factos rigorosos. (...) Concordo bastante que a ciência não devia de ser assim. Se calhar não devia ter respondido ‘Concordo Bastante’”. É curioso que, tendo P2 defendido anteriormente a ideia

de uma ciência de carácter utilitário, acabe por considerar negativa qualquer influência psicológica ou socio-política sobre a produção científica.

Apenas um dos participantes (P5) considera natural e não negativa a influência psicológica e socio-política: “Não é possível, do meu ponto de vista, dissociar a pessoa enquanto indivíduo que está inserido num determinado contexto que tem esta questão socio-política... Não é possível dissociar essa pessoa completamente para poder fazer ciência à margem de tudo o resto”.

O ideal de uma ciência centrada na experimentação e “descoberta de factos naturais”, imune a influências exteriores, aqui apresentado pela quase totalidade dos sujeitos é coerente com a visão de raiz positivista manifestada ao longo dos itens anteriores.

5.3. Origem das concepções de ciência dos participantes

Da análise das respostas dos entrevistados relativamente à *Parte B* da entrevista, na qual lhes era solicitado que reflectissem sobre as possíveis origens da suas próprias concepções acerca da ciência, emergiram as categorias e sub-categorias que passamos a apresentar:

• nunca pensou no assunto ou não sabe		
• percurso pessoal gradual		
• percurso escolar enquanto estudante	2º ciclo do ensino básico	
	3º ciclo do ensino básico	
	ensino secundário	componente laboratorial
		frequência da área científico-natural
		manuais escolares
	formação inicial e outros cursos superiores	no geral
		disciplinas científicas
componente laboratorial		
	disciplinas pedagógicas	

Quando questionados acerca das possíveis origens da imagem que têm acerca da ciência, três dos participantes (P1, P3 e P7) afirmaram não saber ou nunca ter pensado no assunto. P7 não teria mesmo reflectido sobre esta questão até ao momento da entrevista:

P7.A.3 - Também nunca pensei nisto a sério. Se calhar, é a primeira vez que estou a pensar assim um bocadinho mais sobre o assunto.

A maioria dos participantes (P1, P2, P3, P4, P6, P7 e P8) fornece indicações no sentido de podermos considerar que as concepções que possuem acerca da ciência serão fruto, pelo menos em parte, de um percurso pessoal, gradual e não necessariamente orientado. De entre os indicadores fornecidos neste sentido, destacamos as referências de P1 e P8 ao gosto pessoal pela ciência; as referências de P3 e P6 a eventuais características de ordem pessoal; as referências de P2, P4 e P8 à leitura de divulgação científica e as referências de P2 e P8 ao debate de ideias acerca da ciência.

Apenas P2 não faz qualquer referência no sentido de atribuir importância ao seu percurso escolar enquanto estudante no desenvolvimento das concepções de ciência que hoje possui. P4 e P9, por seu lado, fazem referência ao segundo ciclo do ensino básico e, no caso específico de P4, à importância que, para o efeito, terá tido o alegado primeiro contacto com o “método científico”:

P4.A.2 – Tenho ideia de ter havido aí uma professora que tive, de ciências [Ciências da Natureza], no que é hoje o 5º ou o 6º ano. Era muito ligada à ciência, ao método científico, a olhar o mundo só pelos factos naturais. (...) Ela ensinou-nos, em crianças, outra maneira de ver o mundo.

Encontramos igualmente referência, por parte de P7, a um suposto primeiro contacto, verdadeiramente marcante, com o “método científico”, que para este participante terá acontecido ao nível do terceiro ciclo do ensino básico:

P7.A.2 – A primeira vez que ouvi falar no método científico foi há uns anos. Bastantes... Foi na minha adolescência, para aí no oitavo ano, quando nós começámos a estudar isto em “ciências” [disciplina de Ciências Naturais]. E marcou-me até hoje e continuo a acreditar piamente no método científico.

A opção de enveredar pela área científico-natural no ensino secundário é apontada como determinante por P1, P5 e P6, havendo uma referência explícita ao contacto com a componente laboratorial das disciplinas desta área por parte dos participantes P6 e P10. Já P4 salienta a importância que terá tido a componente laboratorial, mas ao nível do ensino superior, no desenvolvimento da imagem de uma ciência que se distingue pelo rigor:

P4.A.3 – Agora, também não deixa de ser importante as disciplinas que nós tivemos na universidade, relativas às actividades práticas. Daí um certo rigor, quer na observação dos factos experimentais, quer depois na posterior elaboração dos relatórios.

Os manuais escolares são apontados por P5 como a fonte de concepções deturpadas:

P5.A.1 – A ideia inicial que tinha de ciência, do que me lembro, o máximo que eu consigo recuar é, realmente, ao tempo do secundário (...). A questão do “cientista-

-maluco”, aliás, lembro-me que os livros de Química tinham um símbolo de um boneco que dava muito essa ideia.

P5.A.2 – Tudo o que era imagens que tivessem a ver com experimentação, era sempre a imagem de um “cientista-maluco”.

No que respeita ao papel da formação inicial e outros cursos superiores, este é, de alguma forma, referido por todos os participantes, com excepção para P2. A este nível, são mencionadas tanto as disciplinas científicas (P5, P6, P8 e P10) como as disciplinas pedagógicas (P3, P5, P6 e P7). P1 e P9 fazem referência à importância que, no geral, terá tido a formação superior, sem ligar essa mesma importância a algum conjunto de disciplinas em particular. P4, tal como já foi referido, salienta a importância que terá tido a componente laboratorial ao nível do ensino superior, tendo proporcionado o desenvolvimento da imagem de uma ciência pautada por um grande rigor.

Independentemente das possíveis influências admitidas pelos professores participantes, a imagem de ciência que cada um apresenta parece ser fruto de um percurso não orientado. Se é bastante discutível a ideia de haver a promoção do desenvolvimento de determinada imagem de ciência (supostamente correcta) ao nível da formação inicial de professores, não nos parece de todo descabido que a análise e discussão em torno de concepções deturpadas pudesse ser extremamente positiva.

5.4. Intenção de promover o desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos

Analisada a *Parte C* da entrevista, as unidades de significado apuradas deram origem às categorias e sub-categorias que passamos a apresentar:

<ul style="list-style-type: none"> • intenção efectiva de promover explicitamente 	- contrariando concepções de ciência deturpadas prévias
	- recorrendo à história das ciências
	- abordando os conteúdos como um meio e não como um fim
	- recorrendo a actividades laboratoriais
	- promovendo de debates sobre a ciência
	- recorrendo ao “método científico”
	- apresentando uma perspectiva evolutiva da ciência
	- desenvolvendo trabalhos sobre a “actualidade científica”
	- promovendo o desenvolvimento de concepções não necessariamente coincidentes com as do professor
	- promovendo o desenvolvimento de concepções não necessariamente coincidentes com as do professor
<ul style="list-style-type: none"> • dúvidas quanto aos efeitos práticos dessa intenção 	- devido à falta de maturidade dos alunos
	- devido ao peso excessivo dos conteúdos programáticos
	- por ter reservas quanto à efectiva utilidade das actividades laboratoriais
	- devido à existência de múltiplos factores que podem induzir concepções deturpadas
<ul style="list-style-type: none"> • atribuição de pouca relevância a esta problemática 	
<ul style="list-style-type: none"> • desenvolvimento de concepções de ciência por parte dos alunos, independentemente da intenção do professor 	

A grande maioria dos professores participantes revelaram que, de algum modo, terão intenção de promover o desenvolvimento de concepções acerca da ciência nos alunos. Apenas P6 não deu qualquer indicação nesse sentido, tendo considerado, no entanto, à semelhança do que sucede com P1, P2, P7 e P8, que haverá um desenvolvimento de concepções acerca da ciência por parte dos alunos, independentemente da intenção do professor:

P6.C.1 – Acho que, se calhar, mesmo sem querer, acabo por passar essas ideias aos alunos.

Contrariar as concepções prévias dos alunos foi a forma através da qual P1, P5 e P10, numa postura, diríamos, “bachelardiana”, referiram levar a cabo a intenção manifestada. P5 justificou tal postura com a existência de concepções deturpadas que é necessário contrariar:

P5.C.3 – Porque eu continuo a ter, todos os anos, alunos que chegam com uma concepção, pelo menos, do “cientista-maluco”, do génio, e a questão do método.

P5.C.4 – Os alunos que chegam ao sétimo ano vêm muito com aquela ideia do método científico certinho.

P5.C.5 – (...) uma das coisas a que eu os obrigava era a ter bata, e já deixei de os obrigar, exactamente porque acho que lhes estava a alimentar essa ideia errada. Eles achavam que a bata era quase ficar com aquele tal perfil do “cientista-maluco”.

P7, P8 e P9 consideraram importante que fosse transmitida a imagem de uma ciência em constante evolução e de um conhecimento científico temporal limitada. Estes participantes não fizeram, contudo, qualquer referência explícita ao recurso à história das ciências. De todos os professores participantes, apenas P2 fez essa referência.

P4 afirmou tentar promover o desenvolvimento das concepções acerca da ciência que considera adequadas através do recurso a actividades laboratoriais:

P4.C.1 – Tento fazer, pelo menos uma vez por mês, uma “experienciazita”.

A importância atribuída ao suposto método científico ficou implícita tanto nas palavras de P4 como de P7, tendo este último participante feito mesmo uma referência bastante explícita ao facto:

P7.C.2 – E muitas vezes, ao nível do oitavo ano, em que no início do ano falo exactamente do método científico, por exemplo.

P3 fez referência à abordagem dos conteúdos como um meio e não como um fim, sem especificar o tipo de estratégias que empregaria nesse sentido. Parece ser num espírito semelhante que P5 e P9 fizeram referência à promoção de debates sobre a ciência, e P10 referiu preocupar-se em fazer trabalhos sobre a “actualidade científica”.

Curiosamente, mais de metade dos professores que revelaram ter intenção de promover o desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos, manifestou algum cepticismo quanto ao efectivo efeito prático dessa mesma intenção. P2

justifica tal cepticismo com uma alegada falta de maturidade dos alunos, considerando ser mais profícua a abordagem desta temática conjuntamente com outros professores:

P2.B.6 - Não tenho com os meus alunos grandes discussões sobre estes assuntos, até porque a tal questão da maturidade não é irrelevante. (...) Acho que mais importante que discutir isto com os alunos, é discutir com os colegas.

P2 e P3 encontram num alegado excessivo peso dos conteúdos programáticos a justificação para o cepticismo manifestado relativamente a esta problemática. Vejamos, a título de exemplo, a seguinte afirmação de P2:

P2.C.2 – Há um programa, há prazos, e depois nós temos “conteúdos”, “conteúdos”, “conteúdos”, “objectivos”.

Apesar de P4 associar a promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos ao recurso a actividades laboratoriais, o mesmo acaba por duvidar da eficácia dessas actividades:

P4.C.4 – Os miúdos fazem experiências porque “é giro”. Gostam de mexer mas não percebem.

P1 e P5 justificam o já referido cepticismo com a existência de múltiplos factores, nem sempre controláveis, que podem induzir concepções deturpadas nos alunos e pode verificar nas seguintes citações. A preocupação de P1 e P5 a este respeito está bem patente nos seguintes excertos:

P1.C.3 – Não sei se consigo. Sinceramente, não sei se consigo. (...) Eles acreditam muito no que está escrito. Se aquilo está escrito, é porque é uma verdade.

P5.C.7 – Mas não sei se é fácil, porque eu cada vez sinto mais que os alunos chegam ao sétimo ano com concepções muito erradas sobre algumas coisas das ciências.

P5.C.9 – Eu acho que aquilo que eles trazem não só da escola mas também de casa, as próprias concepções que os pais têm sobre os mais variados assuntos, a própria sociedade em que eles vivem, o meio em que eles vivem, influencia muito as concepções que eles têm de ciência ou de outra questão qualquer.

Apesar de manifestarem alguma intenção de promover o desenvolvimento de concepções acerca da ciência nos alunos, tanto P2 como P9 atribuem pouca relevância a esta problemática, duvidando P2 que a abordagem explícita desta temática com os alunos pudesse ser útil:

P2.C.3 – Esta parte, eu confesso que não falo muito sobre ela. (...) Não sei até que ponto falar sobre estas coisas os ajudaria a ter uma visão diferente do conhecimento científico.

P9 confessa não estar preocupado com a imagem de ciência que os alunos possam eventualmente desenvolver, considerando que o desenvolvimento de concepções de ciência deverá constituir um processo pessoal:

P9.C.2 – Preocupo-me mais com que eles falem sobre as dúvidas do que estarem assim a construir uma imagem de ciência muito bonita. (...) Não estou preocupado com essa imagem.

P9.C.3 – Criar concepções de ciência... Depois cada um cria à sua maneira, conforme os conhecimentos que tem.

De um modo geral, houve coerência entre a postura dos participantes perante uma eventual promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos e a própria imagem de ciência que haviam revelado ao longo dos itens anteriores.

Os participantes que revelaram uma postura de carácter mais empírico-indutivista, positivista, foram aqueles que admitiram a intenção de transmitir uma ideia correcta de ciência, que será a ideia que os próprios possuem. Foi nestes participantes que encontramos referências ao “rigor científico” e à importância das “experiências”.

Os participantes que apresentaram uma visão de ciência menos “rígida”, mais aberta, fizeram referência à importância dos factores psico-sociais e das concepções prévias, deixando ao aluno o desenvolvimento das suas concepções pessoais, que não serão necessariamente coincidentes com as do professor. Foram igualmente estes que referiram procurar dar aos alunos a ideia de uma ciência em constante evolução, não compatível com verdades absolutas.

5.5. Análise global e inferencial dos resultados

5.5.1 Considerações prévias

No sentido de dar resposta às preocupações que desde há algum tempo têm vindo a ser manifestadas relativamente às aparentes limitações de validade dos resultados dos estudos feitos com base na aplicação massiva de simples questionários, optou-se, como já foi referido, por enveredar pela aplicação de metodologias de base essencialmente qualitativa, de certa forma inspiradas nos estudos de caso. Considerando-se que, apesar de tudo, a aplicação de questionários encerra em si algumas virtudes, não se abdicou, neste estudo, da sua utilização. Neste caso concreto, a aplicação de um questionário a cada sujeito, seguido da respectiva entrevista, revelou-se bastante profícua. Questionário e entrevista complementaram-se de uma forma dinâmica, permitindo atingir uma profundidade que certamente não teria sido conseguida com o uso de apenas um dos instrumentos isoladamente.

Poder-se-á questionar o porquê de ter sido aplicado um questionário quando os mesmos itens iriam ser abordados na entrevista. Acreditamos será exactamente neste ponto que reside a principal virtude da metodologia combinada posta em prática. A reflexão inicial individual levada a cabo pelos sujeitos aquando da resposta ao questionário permitiu evitar uma possível “contaminação” prévia por parte do investigador, tendo depois sido possível detectar dissonâncias e contradições que de outra forma passariam despercebidas.

Não nos esqueçamos também de toda a problemática associada à investigação de concepções e às cautelas que deverão ser tomadas por quem pretender retirar quaisquer ilações a partir da presente investigação empírica. Apesar de estarmos em crer que a metodologia usada proporcionou a obtenção de resultados providos de uma validade perfeitamente satisfatória, convém não esquecer que neste tipo de investigação, muitas vezes, as respostas dos sujeitos

acabam por reflectir uma tensão entre as concepções e convicções mais enraizadas e o “politicamente correcto” ou teoricamente desejável. Tal não passará necessariamente pela existência de respostas menos honestas, devendo-se antes ao facto de estarmos perante um abstracto que, não só não se reduz a aspectos mais directamente observáveis ou mesmo inferíveis como também não se revela com facilidade nem aos outros nem a nós próprios (Ponte, 1992).

Independentemente do carácter dos resultados que posteriormente viriam a ser obtidos, considerou-se logo à partida bastante positivo todo o entusiasmo com o qual a generalidade dos sujeitos se envolveu na abordagem de uma problemática que, de acordo com alguns, não teria sido, até à data, alvo de reflexões pessoais significativas.

5.5.2 Concepções de ciência dos sujeitos

Antes de mais, deverá deixar-se bem claro que não constituiu objectivo do presente estudo rotular os professores, encaixando-os em modelos predefinidos. Procurou-se, com a aplicação da entrevista em articulação com o questionário, evitar o reducionismo tantas vezes apontado às investigações que, nesta área, começaram por ter um carácter essencialmente quantitativo. De facto, a complexidade e a riqueza dos resultados obtidos veio confirmar esta convicção.

Os resultados obtidos com o questionário são sintetizados na tabela que se segue, nele se incluindo ainda as concepções de ciência investigadas, as afirmações que as pretendiam veicular e a adesão tendencial dos inquiridos às mesmas.

Tabela 1 - Síntese de Resultados Obtidos no Questionário

CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA	AFIRMAÇÕES	Posicionamento (Frequência)				
		NC	CP	CM	CB	CC
1. Empírico-indutivista, ateorica	É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico.			//	////	///
2. Rígida (algorítmica, exacta, infalível)	É o percorrer rigoroso das etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação.	/		////	///	/
3. Rígida (algorítmica, exacta, infalível)	O trabalho científico incide apenas sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos.	/	/////	//	/	
4. Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)	Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de “factos naturais”.		////	///	/	/
5. Extremamente relativista	Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais do que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo.		///	/	////	/
6. Exclusivamente analítica	O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos, cada vez mais demarcados.		///	//	////	
7. Excessivamente anti-analítica	A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, não fica isolado na sua especificidade.	/	///	///	///	
8. Cumulativa, de crescimento linear	O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos.		///	/	////	/
9. Individualista e elitista	Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de grandes cientistas, geralmente isolados do resto do mundo.	/////	//	/		
10. Socialmente descontextualizada	A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política.			///	///	///

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Um aspecto que imediatamente ressalta da evidência apresentada é a expressiva adesão dos inquiridos a concepções ingénuas de cariz positivista, identificadas com os itens 1 e 2. Embora se detecte alguma incoerência entre

essas posições e a expressa no item 3, aqueles resultados são tendencialmente concordantes com a maioria dos estudos realizados nesta área (Bell, Lederman e Abd-Ell-Khalick, 2000; Mellado, 1997).

A aplicação da entrevista revelou que os sujeitos partilham a imagem de uma ciência associada ao rigor, sem que esse mesmo rigor esteja necessariamente ligado ao cumprimento escrupuloso das etapas de um método científico único. Talvez tenha sido essa mesma ideia de rigor que levou a que os inquiridos respondessem ao questionário no sentido de ser negada a possibilidade da ciência poder ser condicionada por factores psicológicos e socio-políticos. No entanto, durante a entrevista, a generalidade dos sujeitos fez referência à inevitabilidade dos referidos condicionamentos, sendo estes apontados como nefastos.

O trabalho do cientista é visto por um número significativo de inquiridos como um trabalho essencialmente de “descoberta de factos naturais”. A especialização é vista como incontornável, acarretando, contudo, alguns perigos. A concepção individualista e elitista foi completamente rejeitada pela grande maioria dos professores, verificando-se, por outro lado, que tanto a adesão completa como a negação total relativamente aos vários itens foram pouco escolhidas, tendo a maior parte dos inquiridos assinalado opções diversas de tendência central, configurando uma teia complexa de construtos pessoais, matizada por elementos semânticos típicos das várias concepções.

Vale a pena retomar a referência à falta de coerência evidenciada pelos inquiridos nas afirmações 2 e 3, ambas conotadas com a mesma imagem de ciência. Poder-se-ia pensar que tal disparidade se devesse sobretudo a eventuais ambiguidades na formulação dos itens. Estamos, porém, convencidos de que esse não será o único factor explicativo a considerar. O posicionamento de grande parte dos professores nas respostas ao questionário acabou, na verdade, por não ser confirmado na entrevista. Alguns deles incorreram mesmo em visíveis contradições, supostamente devidas à coexistência de concepções dissonantes (Nott & Wellington, 1998). Como o prevê a *teoria dos construtos pessoais* de Kelly (1991), é perfeitamente possível a um sujeito manter em coexistência

sistemas inferencialmente incompatíveis, tolerando interpretações diversas e até contraditórias, dependentes da situação em que se encontra. A detecção de tais contradições só foi possível graças ao par sequenciado *questionário-entrevista*, partilhando-se assim as reservas de muitos autores no que diz respeito à validade da evidência recolhida através de simples questionários.

5.5.3. Origem das concepções de ciência dos sujeitos

Os professores tenderam a associar a gênese das suas concepções a um processo casuístico, fortemente pessoal e implícito, verificado não só ao longo do seu percurso como estudantes, mas também como professores (Mellado, 1997). Foram várias as referências ao contacto inicial com a componente experimental das disciplinas de ciências, enquanto alunos, como marco importante no desenvolvimento da imagem de ciência que ainda hoje possuem. Tais referências estão de acordo com a importância atribuída à experimentação pela generalidade dos sujeitos e com a adesão bastante significativa a concepções de tendência empírico-indutivista. Não foi encontrado qualquer indício que apontasse no sentido de estarmos perante concepções de ciência que fossem o fruto de um processo de formação minimamente orientado no sentido da promoção do seu desenvolvimento.

5.5.4. Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos

De um modo geral, pareceu haver coerência entre a imagem de ciência evidenciada pelos inquiridos e as práticas ou intenções por estes referidas, relativamente a uma eventual promoção de concepções de ciência nos alunos. Os professores que tenderam a evidenciar perspectivas de marca empírico-indutivista foram também aqueles que mais afirmaram a sua preocupação em veicular uma ideia supostamente correcta de ciência, que será por certo a que os próprios possuem. Foi nestes sujeitos que encontramos referências ao “rigor científico” e à importância das “experiências”. Os professores que, ao contrário,

denotaram perspectivas menos rígidas e mais abertas de ciência, tenderam a relevar a influência dos factores psicossociais e das concepções prévias no desenvolvimento das concepções de ciência, indiciando posturas bastante flexíveis no que tem a ver com o desenvolvimento das concepções pessoais dos alunos, que não serão necessariamente coincidentes com as do professor. Foram também estes a testemunhar mais claramente a sua preocupação em levar os alunos a uma ideia de ciência em constante evolução, não compatível com dogmas ou verdades absolutas.

Curiosamente, foi no grupo de professores que apresentou concepções consideradas na literatura actual como mais adequadas (McComas, Almazroa e Clough, 1998; Meichtry, 1999; Schwartz e Lederman, 2002; Lederman et al., 2002; Osborn et al., 2003) que menos foi manifestada a intenção de promover um desenvolvimento orientado de concepções de ciência junto dos alunos. Este facto levanta algumas preocupações, se considerarmos que a intenção do professor constitui neste campo um dos factores determinantes (Akerson e Abd-El-Khalick, 2003). Na verdade, uma concepção mais flexível de ciência parece estar emparelhada com concepções igualmente flexíveis acerca do processo de aprendizagem dos alunos.



Capítulo 6.
CONCLUSÕES



6. CONCLUSÕES

Constituíram objectivos centrais deste estudo conhecer as concepções de um grupo de professores acerca da ciência, conhecer a forma como estes teriam desenvolvido essas mesmas concepções e procurar perceber até que ponto poderia haver uma relação entre as variáveis já referidas e a intenção (ou não) de promover o desenvolvimento de determinadas concepções de ciência junto dos alunos.

Numa primeira parte, foi feito o enquadramento teórico para a concretização dos referidos objectivos. Começou por fazer-se uma reflexão em torno da vertente histórica e epistemológica de muito daquilo que tem vindo a ser escrito acerca do conhecimento científico, da ciência e do seu funcionamento. A este respeito, verifica-se a existência de uma tensão entre as correntes mais tradicionais associadas ao positivismo e ao racionalismo e as correntes neo-modernas associadas a visões de toque relativista e irracionalista (Holton, 1998). Das considerações iniciais de Khun acerca da natureza não necessariamente racional da evolução da ciência, ao anarquismo epistemológico de Feyerabend, foi apenas um passo. Na defesa da racionalidade, contrariando a futilidade do relativismo extremo neo-sofista, destacam-se nomes como Popper, Lakatos e, em Portugal, Carrilho.

Na prática, é uma ciência de múltiplas caras a que chega junto dos cidadãos em geral, suscitando reacções que vão desde a admiração e respeito ao medo e à desconfiança (Sagan, 1998). A assunção da ciência enquanto parte

integrante da cultura humana está longe de ser generalizada. Considerando o importante papel que é desempenhado pela ciência na sociedade dos nossos dias, será difícil conceber o exercício pleno da cidadania a quem não possua conhecimentos acerca da natureza do conhecimento científico e do funcionamento da própria ciência, ou a quem possua a este respeito imagens deturpadas ou caricaturais. A escola constituirá o meio privilegiado para uma promoção orientada de concepções adequadas acerca da ciência e do conhecimento científico.

Também em relação ao ensino das ciências podemos encontrar várias concepções ou perspectivas, relacionadas em maior ou menor grau com as principais concepções acerca da ciência. As perspectivas mais actuais de ensino das ciências, nomeadamente a perspectiva de Ensino por Pesquisa (Cachapuz, Jorge e Praia, 2001), pautam-se pela promoção do recurso a metodologias bastante diversificadas, indo ao encontro das visões externalistas e racionalistas contemporâneas.

Independentemente das perspectivas de ensino em causa, os mais variados estudos ao longo das últimas décadas revelaram que os alunos possuíam, na sua maioria, concepções de ciência deturpadas. Tal constatação pôs em causa a adequabilidade dos currículos no que toca à promoção do desenvolvimento de imagens adequadas de ciência. Daqui viria a resultar uma linha de investigação cujos resultados foram apontando, na generalidade, no sentido de a variável curricular ter uma influência mínima. As atenções passaram a centrar-se, inevitavelmente, no professor.

Admitindo uma acção determinante por parte do professor ao nível da interpretação e aplicação do currículo, será de esperar que seja igualmente este o principal responsável pela imagem de ciência veiculada em contexto escolar. Curiosamente, tendo começado por ser aplicados, aos professores, questionários semelhantes aos que haviam primeiramente permitido detectar concepções

deturpadas nos alunos, também os professores acusaram a presença dessas mesmas concepções.

Entretanto, e depois de um grande número de investigações realizadas neste âmbito, não foi ainda inequivocamente validada a relação entre as concepções de ciência do professor e as concepções cujo desenvolvimento é directa ou indirectamente promovido em contexto de sala de aula (Mellado, 1997). De que factores dependerá então a promoção do desenvolvimento de concepções de ciência adequadas junto dos alunos? Os mais recentes estudos neste campo revelam que, sendo importante um bom domínio curricular e pedagógico por parte do professor, não é, contudo, suficiente (Bartholomew, Osborne e Ratcliffe, 2004). A chave parece encontrar-se no reconhecimento do facto de a ciência ter uma determinada natureza que deverá ser contemplada no ensino das disciplinas científicas.

Tudo indica que a intenção, por parte do professor, de promover junto dos alunos o desenvolvimento de concepções acerca da ciência é aqui determinante (Akerson e Abd-El-Khalick, 2003). No entanto, além dos factores potencialmente condicionantes inerentes ao professor (pessoais), existirão outros, de natureza contextual, como os constrangimentos curriculares e institucionais, o tempo disponível e a motivação e maturidade dos alunos (Schwartz e Lederman, 2002).

Na segunda parte do presente trabalho partiu-se para um estudo empírico junto de dez professores de ciências, através do qual se procurou diagnosticar as concepções que estes detinham acerca da ciência, perceber a forma como estes as haviam adquirido ou desenvolvido e estabelecer uma possível relação entre as concepções de ciência do professor e a intenção de promover o seu desenvolvimento junto dos alunos.

Optou-se por uma abordagem de carácter essencialmente qualitativo, tendo o estudo sido desenvolvido em torno da aplicação articulada de um questionário e de uma entrevista.

Foi a imagem de uma ciência associada ao rigor, a revelada pela quase generalidade dos participantes, sem que esse mesmo rigor tivesse sido necessariamente associado ao cumprimento escrupuloso das etapas de um método científico único. O trabalho do cientista é visto por um número significativo de inquiridos como um trabalho essencialmente de “descoberta de factos naturais”, tendo os mesmos afastado unanimemente a imagem do cientista enquanto “génio isolado”. Tanto a adesão completa como a negação total relativamente aos vários itens associados às concepções às concepções em causa foram pouco escolhidas, tendo os inquiridos configurando uma teia complexa de construtos pessoais. Foram detectadas importantes dissonâncias pessoais entre concepções de cariz empírico-indutivista, de uma ciência rígida e imune a influências exteriores, e concepções de uma ciência mais aberta e em constante evolução (Nott e Wellington, 1998).

Os professores tenderam a associar a génese dessas concepções a um processo casuístico, fortemente pessoal e implícito, verificado não só ao longo do seu percurso como estudantes, mas também como professores (Mellado, 1997).

De um modo geral, pareceu haver coerência entre a imagem de ciência transmitida pelos inquiridos e as práticas que disseram implementar, no que se refere à promoção de concepções actuais de ciência nos alunos. Os professores que tenderam a evidenciar perspectivas de marca empírico-indutivista foram também aqueles que mais afirmaram a sua preocupação em veicular uma ideia supostamente correcta de ciência, que será por certo a que os próprios possuem. Foi nestes sujeitos que encontramos referências ao “rigor científico” e à importância das “experiências”. Os professores que, ao contrário, denotaram perspectivas menos rígidas e mais abertas de ciência, tenderam a relevar a

influência dos factores psicossociais e das concepções prévias na construção científica, indiciando posturas mais flexíveis no que tem a ver com o desenvolvimento das concepções pessoais dos alunos, que não serão necessariamente coincidentes com as do professor.

De certa forma preocupantes são os indícios que apontam no sentido de serem os professores que possuem concepções de ciência consideradas mais adequadas também aqueles que não revelam intenção de condicionar significativamente o desenvolvimento destas por parte dos alunos. De facto, parece haver uma relação entre concepções de ciência menos rígidas e mais abertas e concepções acerca do ensino das ciências, igualmente menos rígidas e mais abertas.

Tendo em consideração o número de participantes envolvidos, não poderemos, obviamente, proceder à generalização dos resultados e das conclusões obtidas (Carmo e Ferreira, 1998), uma vez que não temos qualquer garantia de o grupo de professores participantes constituir uma amostra representativa do universo de professores de ciências do ensino básico e do ensino secundário (Hill e Hill, 2000). Convém igualmente não esquecer que o estudo foi efectuado com base em práticas declaradas e não observadas.

Pensamos que se justificará a aplicação do presente estudo (ou semelhante) a outros grupos de professores como forma de reforçar a validade dos resultados aqui obtidos. Importante seria também confrontar as concepções de ciência dos professores com as suas práticas efectivas e verificar o respectivo impacte nos alunos.

Face às dissonâncias conceptuais e epistemológicas identificadas, os resultados deste estudo dão força aos argumentos dos que defendem uma formação (inicial e contínua) de professores de ciências que adopte como estratégia transversal a discussão e a reflexão explícitas em torno desta temática. Tal formação é fundamental para o desenvolvimento de uma sólida e reflexiva

base de conhecimento didáctico em ciências, potenciadora da adaptação flexível e dinâmica dos professores a um sistema educativo em constante evolução, tal como a sociedade com que sistemicamente interactua e da qual é importante alicerce.



**REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. e LEDERMAN, N. (2000). The influence of history of science course on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 37 (10), pp. 1057-1095.
- ACOT, P. (2001). *História das ciências*. Lisboa: Edições 70.
- AKERSON, V., ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. (2000). Influence of a reflexive explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 37 (4), pp. 295-317.
- AKERSON, V., e ABD-EL-KHALICK, F. (2003). Teaching elements of nature of science: a year long case study of a fourth grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40, pp. 1025-1049.
- ALLCHIN, D. (1999). Values in science: an educational perspective. *Science & Education*, Vol. 8, pp. 1-12.
- ALLCHIN, D. (2004). Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, Vol. 13, pp. 179-195.
- BACHELARD, G. (1996). *O novo espírito científico*. Lisboa: Edições 70.

- BAPTISTA, A. M. (2002). *O discurso pós-moderno contra a ciência – obscurantismo e irresponsabilidade*. 3ª Edição. Lisboa: Gradiva.
- BARTHOLOMEW, H., OSBORNE, J. e RATCLIFFE, M. (2004). Teaching students ideas about science: five dimensions of effective practice. *Science Education*, Vol. 88 (5), pp. 655-682.
- BELL, R., LEDERMAN, L. e ABD-EL-KHALICK, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of the science: a follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 37 (6), pp. 563-581.
- BELL, J. (1997). *Como realizar um Projecto de Investigação*. Colecção Trajectos, nº 38. Lisboa: Gradiva.
- BELL, R. L., ABD-EL-KHALICK, F., LEDERMAN, N. G., MCCOMAS, W. F., e MATTHEWS, M. (2001). The nature of science and science education: A bibliography. *Science & Education*, Vol. 10, pp. 187-204.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora. (Tradução do original inglês *Qualitative research for education*)
- BRONOWSKI, J. (1991). *The ascent of man*. London: Futura publications.
- CACHAPUZ, A. PRAIA, J. e JORGE, M. (2001). *Perspectivas de Ensino: Textos de apoio nº 1*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- CACHAPUZ, A., CARRASCOSA, J., FERNÁNDEZ, I. e GIL, D. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 20 (3), pp. 477-488.

- CAEIRO, A. (1994). *Poemas Completos de Alberto Caeiro*. Lisboa: Editorial Presença.
- CANAVARRO, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- CARMO, H. e FERREIRA, M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem*. 1ª edição. Lisboa: Universidade Aberta.
- CARRILHO, M. M. (1989). *Itinerários da racionalidade*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- CARVALHO, A. e VANNUCCHI, A. (2000). History, philosophy and science teaching: some answers to "how?". *Science & Education*. Vol. 9 (5), pp. 427-448.
- COHEN, L. & MANION, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla. (Tradução do original inglês *Research methods in education*.)
- DEWEY, J. (1897). My pedagogic creed. *The School Journal*, 44 (3), 77-80. Disponível “on-line” em 13 de Janeiro de 2006, em <http://www.infed.org/archives/e-texts/e-dew-pc.htm>
- DEWEY, J. (1933). *How We Think. A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Revised edition. Boston: D. C. Heath.
- FEYERABEND, P. (1989). *Contra o método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

- FEYNMAN, R. (1988). *A estranha teoria da luz e da matéria*. Lisboa: Gradiva.
- FEYNMAN, R. (2001). *O significado de tudo: reflexões de um cidadão-cientista*. Lisboa: Gradiva.
- GALILEI, G. (1957). *Discoveries and opinions of Galileo*. New York: Anchor Books.
- GALILEI, G. (1967). *Dialogue concerning the two chief world systems*. Berkeley: University of California press.
- GHIGLIONE, R. e MATALON, B. (1992). *O Inquérito: teoria e prática*. Oeiras: Celta editora. (Tradução do original francês *Les enquêtes sociologiques: theories et pratique*.)
- GIL PEREZ, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 11 (2), pp. 197-212.
- GIL PÉREZ, D. e VILCHES, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2 (3), pp. 302-329.
- GONÇALVES, R. (1991). *Ciência, pós-ciência e metaciência – tradição, inovação e renovação* (2ª edição). Coleção Omnia. Lisboa: Discórdia editores.
- GUAYDIER, P. (1984). *História da física*. Coleção biblioteca básica de ciência. Lisboa: Edições 70.

- HABERMAS, J. (2001). *Técnica e Ciência como "Ideologia"*. Lisboa: Edições 70.
- HAWKING, S. (2000). *Breve história do tempo*. Lisboa: Gradiva.
- HILL, M. e HILL, A. (2000). *Investigação por questionário* (1ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- HOLTON, G. (1998). *A cultura científica e os seus inimigos: o legado de Einstein*. Lisboa: Gradiva.
- HOLTON, G. E BRUSH, S. (2001). *Physics, the human adventure: from Copernicus to Einstein and beyond*. (3ª ed.). New Jersey: Rutgers University Press.
- IZQUIERDO, M. (1996). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, Vol. 8 (3), pp. 7-21.
- KELLY, G. (1991). *The psychology of personal constructs*. Londres: Routledge.
- KUHN, T. (1989). *A Tensão Essencial*. Lisboa: Edições 70.
- KHUN, T. (1990). *A revolução copernicana*. Lisboa: Edições 70.
- KOYRÉ, A. (1992). *Estudos galilaicos*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- LAKATUS, I. (1998). *História das ciências e suas reconstruções racionais*. Lisboa: Edições 70.
- LEDERMAN, N., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. e SCHWARTZ, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment

of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 39 (6), pp. 497-521.

LEITE, L. (2002). History of science in science education: development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science and Education*, Vol. 11 (4), pp. 333-359.

LOSEE, J. (1998). *Introdução histórica à filosofia da ciência*. Lisboa: Terramar.

MAGALHÃES, O. (2002). *Concepções de história e de ensino da história: um estudo no Alentejo*. Lisboa: Edições Colibri/CIDEHUS-EU.

MAGUEIJO, J. (2002). *Mais rápido que a luz*. Lisboa: Gradiva.

MATTHEWS, M. (2004). Reappraising positivism and education: the arguments of Philipp Frank and Herbert Feigl. *Science & Education*, Vol. 13, pp. 7-39.

MCCOMAS, W., ALMAZROA, H. e CLOUGH, M. (1998). The nature of science in science education: an introduction. *Science & Education*, Vol. 7, pp. 511-532.

MEICHTRY, Y. (1999). The nature of science and scientific knowledge: implications for a preservice elementary methods course. *Science and Education*, Vol. 8, pp. 273-286.

MELLADO, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science and Education*, Vol. 6, pp. 331-354.

- MATOS, N. (2000). *Didáctica das ciências: passado, presente e algumas linhas de força para o futuro*. Trabalho não publicado, realizado no âmbito da componente curricular do mestrado em supervisão pedagógica, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. (2001). Decreto-Lei nº 240/2001. *Diário da República*, nº 201, I Série – A, 5569-5572.
- NETO, A. J. (1998). *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- NETO, A. J. (2001). *Documentos de apoio às aulas de mestrado em supervisão pedagógica*. Documento policopiado. Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- NOTT, M. e WELLINGTON, J. (1998). Eliciting, interpreting and developing teachers' understanding of the nature of science, *Science & Education*, Vol. 7 (6), pp. 579-594.
- OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R. e DUSCHL, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40 (7), 692-720.
- PATRÍCIO, M. (1993). *Lições de axiologia educacional*. Lisboa: Universidade Aberta.
- PERRENOUD, P. (2001). Dez novas competências para uma nova profissão. *Revista Pedagógica*, nº 17, 8-12.

- PIAGET, J. e GARCIA, R. (1987). *Psicogénese e história das ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- PIRES, J. C. (1997). *De profundis, valsa lenta* (13ª edição). Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- PLATÃO (2002). *A alegoria da caverna*. Lisboa: Ésquilo.
- POMEROY, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers and elementary teachers. *Science Education*, Vol. 77, pp. 261-278.
- PONTE, J. (1992). *Educação matemática: Temas de investigação*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- POPPER, K. (1989). *Em busca de um mundo melhor*. Lisboa: Editorial Fragmentos.
- POPPER, K. (1999). *O mito do contexto*. Lisboa: Edições 70.
- POPPER, K. (2001). *A vida é aprendizagem*. Lisboa: Edições 70.
- SAGAN, C. (1998). *Um mundo infestado de demónios* (2ª edição). Lisboa: Gradiva.
- SANTOS, B. S. (1997). *Um discurso sobre as ciências* (9ª edição). Porto: Edições Afrontamento.
- SARAMAGO, J. (1997). *O evangelho segundo Jesus Cristo*. Lisboa: Edições Cotovia.

SARAMAGO, J. (2000). *A caverna*. Lisboa: Editorial Caminho.

SHULMAN, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, Vol. 57 (1), pp. 1-22.

SCHWARTZ, R. E LEDERMAN, N. (2002). “It’s the nature of the beast”: the influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research on Science Teaching*, Vol. 39 (3), pp. 205-236.

VYGOTSKY, L. (2000). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

WARBURTON, N. (1998). *Elementos básicos de Filosofia*. Lisboa: Gradiva.

WELLINGTON, J. e NOTT, M. (1998). Eliciting, interpreting and developing teachers’ understandings of the nature of science. *Science and Education*, Vol. 7, pp. 579-594.

ANEXOS



QUESTIONÁRIO

Para cada uma das afirmações que se seguem, faça a si mesmo a seguinte pergunta: "Em que medida é que esta afirmação reflecte o verdadeiro funcionamento da ciência?".

Utilize a folha de respostas, colocando um círculo à volta da opção escolhida para cada uma das afirmações, de acordo com a seguinte chave:

NC	CP	CB	CC
<i>Não concordo.</i>	<i>Concordo pouco.</i>	<i>Concordo bastante.</i>	<i>Concordo completamente.</i>

1. É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico.
2. É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação.
3. O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos.
4. Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de "factos naturais".
5. Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo.
6. O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados.
7. A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, é provido de um carácter predominantemente sistémico.
8. O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos.
9. Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo.
10. A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política.

FOLHA DE RESPOSTAS

1.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

2.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

3.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

4.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

5.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

6.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

7.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

8.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

9.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

10.

NC	CP	CB	CC
----	----	----	----

QUESTIONÁRIO

Para cada uma das afirmações que se seguem, faça a si mesmo a seguinte pergunta: "Em que medida é que esta afirmação reflecte o verdadeiro funcionamento da ciência?".

Utilize a folha de respostas, colocando um círculo à volta da opção escolhida para cada uma das afirmações, de acordo com a seguinte chave:

NC	CP	CM	CB	CC
<i>Não concordo.</i>	<i>Concordo pouco.</i>	<i>Concordo moderadamente.</i>	<i>Concordo bastante.</i>	<i>Concordo completamente.</i>

1. É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico.
2. É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação.
3. O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos.
4. Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de "factos naturais".
5. Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo.
6. O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados.
7. A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, não fica isolado na sua especificidade.
8. O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos.
9. Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo.
10. A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política.

FOLHA DE RESPOSTAS

Identificação

A – Idade: B – Sexo: F M

D – Formação inicial: _____

C – Categoria profissional: _____

E – Tempo de serviço: _____ anos

1.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

2.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

3.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

4.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

5.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

6.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

7.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

8.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

9.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

10.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

GUIÃO DA ENTREVISTA

DESIGNAÇÃO DOS BLOCOS	TÓPICOS ORIENTADORES	OBJECTIVOS
Legitimação do questionário e entrevista; motivação do entrevistado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar sobre o tema do trabalho de investigação a realizar. 2. Informar sobre a finalidade do questionário e da entrevista. 3. Solicitar a colaboração do entrevistado, elucidando-o quanto à importância da sua participação. 4. Garantir a confidencialidade das informações. 5. Solicitar autorização para proceder ao registo magnético da entrevista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Legitimar o questionário e a entrevista. - Motivar o entrevistado para a colaboração.
A. Justificação das respostas ao questionário	<ol style="list-style-type: none"> 1. Confrontar o entrevistado com as suas respostas ao questionário, solicitando a justificação de todas elas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as concepções de ciência do entrevistado.
B. Origem das concepções de ciência dos entrevistados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Questionar o entrevistado sobre a origem das suas ideias acerca da ciência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as possíveis origens das concepções de ciência do entrevistado.
C. Intenção quanto à promoção do desenvolvimento de concepções de ciência aos alunos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Questionar o entrevistado sobre a possível promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inferir até que ponto o entrevistado revela intenção de promover explicitamente o desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos.

PROTOCOLO DA ENTREVISTA AO PARTICIPANTE 1 (P1)

Data: 02-02-2004

Início: 16:30 h - Fim: 17:16 h

Duração: 46 minutos

Parte A – Concepções de ciência.

Entrevistador (E) – Na primeira pergunta respondeste que concordavas bastante.

“É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Participante 1 (P1) – Sim.

E – É da observação e da experimentação que nasce o conhecimento científico... O que é que te levou a concordar bastante com esta afirmação?

P1 – Penso que é um tipo de conhecimento que obriga a que sejam trabalhadas determinadas informações, determinados dados, e quer a experimentação quer a observação contribuem bastante para, na minha opinião. Não pode ser um conhecimento tão teórico. É essencialmente por isso.

E – Não há hipótese de o conhecimento científico nascer de outra forma que não seja da observação e da experimentação?

P1 – Penso que esse conhecimento pode nascer de outra forma. Por isso não concordo completamente. Mas penso que a experimentação e a observação são fundamentais, são importantes pontos para conseguir esse conhecimento.

E – Na segunda afirmação, concordas moderadamente...

“É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

P1 – Aqui, só moderadamente, porque teria que pensar um pouco melhor e investigar melhor uma situação e outra. Penso que o método científico por si só não garante esse conhecimento tão rigoroso. Não será apenas o método científico. Foi um pouco por isso, mas foi uma das opções em relação à qual tive que pensar um bocadinho. Mas o método científico, por si só... Não. Por exemplo nós, em termos de aulas, da nossa actividade, não conseguimos de forma rigorosa esse método. No entanto, queremos acreditar que transmitimos determinado tipo de conhecimento. Mas isso... Essa eu teria que pensar um pouco sobre ela de uma forma um bocadinho diferente.

E – Por exemplo, nos livros de Ciências da Natureza, às vezes aparecem uns esquemas com aquele miúdo disfarçado de cientista, com uma lupa, com aquelas fases todas... No primeiro contacto que os alunos têm com uma disciplina de ciências surge normalmente essa...

P1 – A associação à ideia de que se tem de seguir o método científico.

E – Exactamente. Aquelas etapas fechadas, tudo muito rigoroso.

P1 – Exactamente. É valorizar, de uma forma que pode ser excessiva, a questão o método científico. Mas é como eu te digo. Tinha que pensar um bocadinho melhor sobre ela. Esta... Teria que confrontar isto com outras situações.

E – Na terceira afirmação:

“O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas pouco com esta afirmação.

P1 – No meu caso... Aqui concordo porque, de certa forma, trabalho num mundo que é quantificável. Mas não concordo que o qualitativo não possa ser uma forma de trabalhar também determinados dados e, talvez aqui, pelo facto de trabalhar nas ciências, mas na área da Biologia e não na Física ou na Química, a avaliação que eu posso fazer de uma determinada situação pode ser qualitativa. Depois poderei transformá-la ou não num valor quantitativo. Mas penso que... Não concordo que sejam sinónimos. Não concordo que seja especular, o facto de atribuir uma classificação qualitativa e não quantitativa.

E – Bom... E se pensarmos no especulativo, temos exemplos de conhecimento científico que foi fruto de especulação, não é?

P1 – Mas depois terá que ser trabalhado de outra forma, não é? Mas sinónimos, então, não concordo que sejam.

E - Na quatro:

“Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de “factos naturais”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas pouco também com esta afirmação.

P1 – Eu aqui até poderia ir mais longe. Tive algum problema em não concordar completamente e isso serve também para algumas que aí estão. Porque sentiria a necessidade de pensar de uma forma um pouco diferente para concordar declaradamente. Concordar pouco, muitas vezes remete para isso. Eu não concordo, ou concordo muito pouco com essa situação. Não é fácil estar a atribuir a uma afirmação... Limitar a uma escala. A afirmação tem vários pontos, vários aspectos... Mas o trabalho científico pode tratar factos naturais... Mas não... Mas há uma construção do saber. Há criação a partir do estudo que é feito desses factos. Não concordo que seja simplesmente uma questão de descoberta. “Descobriu-se não sei o quê!” [exclama de forma irónica]. Há uma construção. E, muitas vezes, uma situação conduz a outra e, quer dizer... Se calhar, em determinado momento, até nos afastamos um pouco da descoberta em si e já estamos noutro plano. Por isso, penso que podemos falar em construção de saber, em criação de saber.

E – Em relação à cinco:

“Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas pouco também com esta afirmação.

P1 – Acredito é que, em determinadas situações, mas também sem ter... Sem aprofundar muito e sem pensar muito, acredito que até em muitas situações não existe sequer o consenso. Por isso, não concordo que... Não concordo com a analogia com a produção legislativa. Em muitas situações até acredito que não haja consenso, no

momento, em relação a essa situação e que.. A própria história das ciências mostrou isso e que mais tarde se vem a comprovar que afinal era um raciocínio válido, era um conhecimento que era válido.

E – E um determinado conhecimento já era científico apesar de não ser reconhecido?

P1 – Apesar de não ser reconhecido e de não ser consensual.

E – Quanto à seis:

“O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas moderadamente.

P1 – Acredito que haja uma especialização crescente e acredito que seja uma forma natural, até em termos de desenvolvimento da ciência. Acho que, naturalmente, nós tendemos para essa especialização. Não sei se é positivo. Tanto que está associada depois com a seguinte [apontando para a afirmação sete do questionário]. Não sei se é positiva essa crescente especialização, que acredito que muitas vezes acaba por limitar um pouco. Mas acredito que a tendência natural seja para essa especialização.

E – Nem sempre positiva, mas...

P1 – Mas acredito que seja a tendência natural. Como noutros ramos, penso que na ciência há também essa tendência. Não acredito que seja sempre positiva.

E – Mas não poderá haver uma tendência contrária?

P1 – Para...

E – Há a especialização. Os conhecimentos que provêm dessa especialização ficam isolados ou haverá uma tentativa de os aproveitar?

P1 – Acredito que, nos tempos que correm, se tenta aproveitar esse... Esse saber que é específico. Mas não sei se é conseguido. Percebes? A minha dúvida é a esse nível.

E até se percebe que é cada vez mais importante essa situação pluridisciplinar, de cruzar essas informações. Não sei se se consegue.

E – Quanto à sete:

“A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, não fica isolado na sua especificidade”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas também moderadamente.

P1 – Acho que são as duas situações que estão associadas. O facto de haver essa especialização, de se verificar essa especialização, penso que pode realmente ser inimiga. Não sei se do conhecimento científico em si, mas das aplicação desse conhecimento acredito que sim. E nós notamos que, continuo a dizer, falando em termos da nossa área, poderíamos cruzar essas informações, até em termos de trabalho que é feito aqui na escola e aproveitar... Rentabilizar até um pouco toda essa produção e... Acho que há alguma dificuldade em fazer isso. Noutros ramos, a sensação que tenho é que há uma especificidade crescente, há uma especialização dentro do mesmo ramo, estamos a especializar cada vez mais. Acredito que seja válido... A forma de se chegar a esse conhecimento... Não sei se contribui depois para um conhecimento mais vasto e para a aplicação desse conhecimento. Aqui é uma questão que me deixa algumas dúvidas, o aplicar dessa informação. A sensação que tenho é que há cada vez mais especialização.

E – Se calhar, alguma dessa especialização ou especificidade acaba por ser mais visível em aplicações tecnológicas, que as pessoas muitas vezes nem compreendem.

P1 – Sim. Completamente. Mas eu também... Eu acabo por falar nisto um pouco a pensar na minha realidade. Se calhar, uma pessoa que faz investigação em

microbiologia, não sei se tem noção se essa investigação depois é aplicada em diferentes ramos, em diferentes situações, e em termos tecnológicos, se há uma aplicação. Eu, pessoalmente, a sensação que tenho é a de uma crescente especialização. É uma sensação pessoal.

E – Talvez a ciência de quem trabalha em campos muito específicos seja uma ciência muito diferente da ciência que nós conhecemos no dia-a-dia.

P1 – Sim. É capaz.

E – Quanto à oito:

“O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E - Concordas bastante.

P1 – Tenho... Pessoalmente tenho a sensação que não podemos... Independentemente de actualmente existirem formas completamente distintas de trabalhar os assuntos, de pesquisar, não podemos deixar de reconhecer os alicerces que existem. E aqui, para mim, esta afirmação tinha um pouco a ver com isto. Há uma convergência em termos de conhecimentos, de informação, que actualmente nos parecem quase situações evidentes, mas que não deixam de ser uma “base para”. E, esquecendo isso, seria difícil trabalhar e conseguir determinado tipo de conhecimento.

E – Concordaste bastante mas não concordaste completamente. O que é que te levou a não concordar completamente?

P1 – Com o “concordar completamente” estou quase na mesma situação como em relação ao “não concordar nada” [numa referência à opção seleccionada em algumas das questões anteriores], percebes? Há aqui uma série de situações que teria de pensá-las de uma forma um bocadinho...

E – Mas neste caso, consideras que o conhecimento é fruto de um crescimento linear?

P1 – Claro.

E – Sempre convergente, o trabalho dos cientistas?

P1 – Não. Até há situações que... Os avanços tecnológicos ou os conhecimentos... O tal conhecimento que é cumulativo nos obriga a recuar em relação a uma situação que considerávamos como uma verdade, como um dado que seria quase impossível não reconhecer. E tu depois consegues, de uma outra forma, perceber que afinal aquilo não pode ser assim, e então procuras um conhecimento diferente. Por isso, não será sempre convergente. Não será sempre linear.

E – Por exemplo com Darwin. Darwin rompe...

P1 – Exactamente.

E – Darwin rompe com o que estava estabelecido na altura.

P1 – Por exemplo, a evolução do microscópio permitiu romper, ou permitiu avançar com uma série de situações. Actualmente, nós temos cada vez mais técnicas que nos permitem ter um conhecimento diferente, das proteínas, que em determinado momento era impossível perceber, porque nem sequer tínhamos forma de chegar a esse saber. Tu tens agora “os moços” lá em Marte. Em determinado momento seria impossível... E, se calhar, tem-se que repensar uma série de ideias e de conhecimentos “associados a”... Têm que ser repensados... A quantidade de aspectos que, acho, nos ultrapassam completamente. Nalgumas situações é impossível, e é uma ideia, por exemplo em relação a esta situação. Mas eu aqui quando considero o trabalho convergente e o crescimento linear, cumulativo, acredito nisso de uma forma... Pode pôr em causa tudo. A minha ideia de conhecimento científico sempre foi, e tento transmitir isso aos alunos, de um conhecimento que não é absoluto, que não é...

E – Que não é dogmático?

P1 – Que não está concluído. Em momento algum ele está concluído. Aceito a ideia de “linear e convergente” sem ter qualquer dúvida que tudo pode ser posto em causa.

E – Mais no sentido de ser aproveitado aquilo que ficou para trás...

P1 – Sim.

E - ...de haver uma construção.

P1 – Nem que seja para negar aquilo que existe, mas aproveitar os conhecimentos como válidos.

E – Na nove:

“Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

E – Não concordas mesmo nada.

P1 – Não consegui concordar mesmo. A minha ideia do trabalho de génios... Dá-me sempre aquela ideia de filmes, do génio, do “cientista-louco” isolado do mundo. Acho que é muito mais um trabalho de persistência, de interesse e dedicação. Aqui o “isolado do resto do Mundo”, também não. Acho que, nos tempos que correm, não se pode estar isolado do resto do Mundo, porque se não o trabalho é menos válido, na minha opinião. Isso de “génios”, não...

E – Mas, de qualquer maneira, no ensino talvez seja um pouco esta a ideia que acaba por ser transmitida. Mesmo nos manuais, raramente aparece algum trabalho científico como resultado de uma equipa. Normalmente aparece associado a um nome ou dois.

P1 – Temos realmente essa ideia de “génios”. Uma “criatura” que dedicou toda a sua vida àquilo.

E – A pessoa que tem direito à fotografia no livro.

P1 – Mas, sabes que durante algum tempo tentei fazer isso. Por exemplo, acho que é importante para eles [os alunos] fazerem visitas de estudo, saídas a laboratórios que estão a funcionar efectivamente, seja numa universidade ou num instituto qualquer, para perceberem que o laboratório de um cientista não é aquilo que eles vêem em livros, aquilo que eles vêem na televisão, naqueles filmes, aquela questão de uma pessoa que, naquele momento, descobriu algo espantoso, e a partir daí terem ideia de que são pessoas que trabalham em equipa, normalmente, que precisam desse trabalho de equipa. Por isso, nem sequer podem fazer tudo de forma isolada. Muitas vezes precisam de apoio a vários níveis. E é um trabalho de persistência. Se calhar, trabalharam naquilo durante anos e anos sem nunca terem chegado a uma conclusão brilhante. Para eles [os alunos] terem alguma noção da realidade, percebes? E muitas vezes, quando assistem, quando vão, quando tomam contacto com isso, eles percebem. Percebem de uma forma diferente daquela que normalmente existe na cabecinha deles. Associam nomes de pessoas a fenómenos, descobertas, a teorias, e dá ideia de que a pessoa naquele dia...

E – Descobriu ali uma coisa de repente.

P1 – E ficou famoso por isso!

E – Quanto à dez, é a única em que concordas completamente.

“A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

P1 – Aqui, o “concordo completamente” foi mais pela segunda parte da afirmação, “...não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica e socio-política”. Fico sempre com a sensação que, em determinado momento e em muitas situações, há essa tendência para condicionar o

conhecimento científico. Não tenho qualquer dúvida que são feitas muitas tentativas, muitas descobertas, muito trabalho com objectivos por vezes até menos positivos. E que nós não temos essa noção. A ideia que passa para o público não é essa.

E – É a de uma ciência pura e objectiva.

P1 – Mas concordo completamente que não devia ser dessa forma.

E – Exacto. Mas admities que, apesar de não concordares com esse tipo de ciência, ela existe.

P1 – Sim. Sem qualquer dúvida. Tenho uma certeza própria de que, por exemplo em relação à investigação médica, há uma relação menos positiva entre os medicamentos que são produzidos, resultantes de um trabalho de investigação, também, e as situações negativas que surgem. Acredito que em termos de uma questão que se colocava, a clonagem, não tenho qualquer dúvida que a investigação está a ser feita. E tudo isto decorre de forma natural. Não tenho qualquer dúvida que uma potência como os Estados Unidos [da América], que se tenta defender do terrorismo, e se calhar grande parte da investigação em armas químicas é feita lá. Por exemplo, neste tipo de situações, tenho a certeza que há uma orientação da investigação, que não passa para nós, ou não chega até nós, mas tenho a certeza que há uma orientação da investigação científica e dos conhecimentos que são orientados por aspectos menos positivos.

E – Mesmo sem falar em “menos positivos”, nos factores de ordem psicológica, não poderá entrar também a vontade de determinado cientista, de determinada equipa, em enveredar por um determinado caminho, uma determinada teoria, em detrimento de outra? A vontade ou simpatia por determinada teoria não poderá influenciar a génese do conhecimento científico?

P1 – Isso, se calhar, passa pela questão de ser um trabalho feito por seres humanos, por pessoas que têm uma determinada personalidade e determinadas características, e por muito que tentem, se calhar têm dificuldade em dissociar certas simpatias, certas vontades, por razões das mais diversas. Quer dizer, podem ser as mais diversas razões que levam a pessoa a enveredar por um ou outro caminho. Mas não tenho noção. Não consigo ter essa certeza, se a pessoa consegue ou não. Se tu verificas que há um caminho a seguir mas não concordas com ele, sei lá, numa situação qualquer em que tudo aponta naquele sentido mas tu eticamente ou pessoalmente não concordas com ele, segues à mesma o percurso... Não consigo ter essa certeza. Não sei... Se a pessoa trabalhar nesse assunto, se isso aconteceria dessa forma ou não... Não sei. Não consigo ter essa... Por isso é que concordo, mas não consigo ter...

Parte B – Possível origem das concepções de ciência do entrevistado.

E – Em relação às ideias que tens sobre a ciência, falámos aqui um pouco sobre elas. Como é que desenvolveste essas ideias? Onde é que elas foram adquiridas ou desenvolvidas?

P1 – Acho que nunca pensei assim muito sobre elas. A aquisição, provavelmente, tem a ver com todo o percurso que tenho feito. Desde o momento em que, em termos de ensino secundário, optei por...

E – Pela via científica... Científico-natural.

P1 – Sim. Foi o primeiro momento... O prazer que sempre me deu a ciência... Sempre gostei mais desta vertente do que das outras e, depois, em termos de formação, em termos de Universidade. E em termos de formação pessoal porque gosto especialmente da área, e por isso tenho tendência para assistir, se calhar, a mais programas “relacionados com”. Até por sentir um pouco essa necessidade de formação, que não é a mais adequada. Neste momento da nossa vida, na minha opinião, não é a mais adequada porque esse conhecimento evolui, talvez muito mais rapidamente do que aquele acompanhamento que nós podemos fazer e, depois, transmitir também aos miúdos.

E – Como é que consideras que esse problema poderia ser resolvido?

P1 – Provavelmente com um tipo de formação que nem sequer tem nada a ver com a formação que é feita actualmente. A formação que temos actualmente é orientada para conseguir os créditos necessários para...

E – Para a progressão.

P1 – Para a progressão em termos de carreira. Essa formação, provavelmente, teria que ser feita com um tempo próprio em termos de horário, de disponibilidade na própria escola, em que fosse importante mostrar a importância dessa vertente. A própria escola pode promover isso. Havendo um congresso qualquer sobre um assunto que é de interesse para nós. Se calhar, ser orientado... Haver uma orientação da própria escola para que alguém possa frequentar. E haver “disponibilidade para”. A pessoa ter opção de poder assistir, até para depois trazer esse conhecimento e transmitir a informação a outras pessoas. Ter um tempo próprio para poder fazer isso. Aqui, a sensação que nós temos – eu, pelo menos – é de cada vez mais trabalho. Toda a formação que tento é muita carolice, no fundo, se há uma investigação qualquer que tenha sido feita ao nível da microscopia, ou qualquer outro elemento. Passa um pouco por isso. Ainda há pouco [antes do início da entrevista] falávamos na câmara [câmara de vídeo adaptável a um microscópio que permite visualizar as preparações num écran de televisão]. Quer dizer... Eu tenho perfeita consciência que há pessoas que nem sequer utilizam. Com isso não estou a dizer que as aulas são melhores nem piores, mas é um instrumento válido para conseguir determinado tipo de trabalho, que de outra forma seria mais difícil. Aqui, em termos de preparação de aulas, em termos de tudo isso... Quer dizer... Nós não temos tempo. Nós fazemos as nossas aulas práticas que são fundamentais para eles. Quando há pouco tempo falávamos na questão da observação e da experimentação, são fundamentais. Não tenho qualquer dúvida que um aluno nosso encaixa melhor, compreende mais facilmente, percebe de uma forma diferente se tiver contacto, se observar aquilo que está a estudar, do que com uma exposição simplesmente teórica. E muitas vezes nós não temos tempo para trabalhar devidamente esses assuntos. Isso seria válido.

E – Exacto. A forma como... Não é suficiente para o aluno ver determinado fenómeno. Talvez tão importante como isso seja mesmo a exploração que é feita depois...

P1 – O ideal seria o antes e o depois. Ele perceber porque é que está a observar, por exemplo no nosso caso, com o estudo da célula vegetal, para comparar. E depois poderem observar e trabalhar essas observações. E nós não temos tempo para isso.

E – Pois não.

P1 – Nós, se calhar, acabamos por fazer sempre o mesmo tipo de experiências com os miúdos porque não temos tempo na escola para estar a explorar outras hipóteses. Sei lá, em vez de observar uma célula de elódea, como costume fazer, quem sabe se aproveitando várias folhas para depois fazer uma análise comparativa para chegar à conclusão... Eu não tenho tempo para fazer isso.

E – Se calhar, acaba por funcionar um pouco como aqueles cozinheiros que aparecem na televisão e começam a preparar os alimentos mas têm o prato já cozinhado para ser mais rápido...

P1 – Porque tem de ser. Se calhar, o ideal seria em determinado momento dar a liberdade por exemplo aos meus alunos para eles terem várias opções, e depois, a partir das opções numa de tentativa/erro, “assim não resulta, então vamos experimentar desta forma”. E isso, nós não podemos fazer. Nós temos que apresentar aquilo que melhor ...

E – Até porque esse tipo de investigação, quanto foi feita pelos pioneiros no campo, demorou muito tempo. Mesmo muito.

P1 – Pois. Nós aqui, eu noto isso, por exemplo com uma revista que começo a ler, com qualquer que me interessa especialmente, uma consulta que estou a fazer na internet, qualquer coisa, não tenho tempo. Não tenho porque o tempo não chega e porque tenho que preparar umas aulas, e porque, temo que falar sobre outras coisas.

de uma forma mais indirecta. Não sei se consigo. Sinceramente, não sei se consigo. Se eles não acham que é mais... Eles acreditam muito no que está escrito, e acreditam muito que se aquilo faz parte... "Se aquilo está escrito é porque é verdade". Eu acredito que vivemos actualmente numa sociedade perigosa pela questão da informação que existe. Eles, por exemplo, até há pouco tempo... Uma das minhas alunas me dizia... Ficou muito escandalizada quando eu lhe disse que deveria seleccionar muito bem a informação que recolhia na internet. E ela achou muito estranho. Achou que se estava na internet é porque era verdade. E então acho que temos que ter algum cuidado com essa capacidade de criticar, de não concordar. E eles, por norma... "Aquilo é apresentado daquela forma, então devemos concordar completamente".

E – Nesse ponto, a evolução do conhecimento tem excelentes exemplos...

P1 – Em que não concordar seja importante.

E – Talvez a ciência seja essencialmente isso mesmo.

P1 – A questão da dúvida, da curiosidade, de pôr em causa. E eles não... Eles, por norma, não... "Aquilo é feito como aquilo que é, e pronto".

FIM

- Questionário e Entrevista a P1

Respostas ao questionário por parte de P1

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.		X			
6.	Exclusivamente analítica.			X		
7.	Excessivamente anti-analítica.			X		
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.					X

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Parte A – Justificação das respostas ao questionário.

Afirmação 1: concepção empiroindutivista, atórica.

“É da experimentação e da observação que nasce o conhecimento científico”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) Não pode ser um conhecimento tão teórico. (...);
- (...) Penso que esse conhecimento pode nascer de outra forma. Por isso não concordo completamente. (...);
- (...) penso que a experimentação e a observação são fundamentais. São importantes pontos para conseguir esse conhecimento. (...).

Afirmção 2: concepção rígida (algorítmica, exacta, infalível).

“É o percorrer rigoroso das diferentes etapas do método científico que distingue a ciência da mera especulação”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) teria que pensar um pouco melhor (...);
- (...) Penso que o método científico por si só não garante esse conhecimento tão rigoroso (...);
- (...) Por exemplo nós, em termos de aulas, da nossa actividade, não seguimos de forma rigorosa esse método (...).

Afirmção 3: concepção rígida (algorítmica, exacta, infalível).

“O trabalho científico incide sobre o mundo quantificável: em ciência, qualitativo e especulativo são sinónimos”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) trabalho num mundo que é quantificável, mas não concordo que o qualitativo não possa ser uma forma de trabalhar também determinados dados (...);
- (...) a avaliação que eu posso fazer de uma determinada situação pode ser qualitativa. (...).

Afirmção 4: concepção aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática).

“Na verdade, não se pode falar em criação ou construção científica: o trabalho do cientista resume-se, no fundo, à descoberta de “factos naturais”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) o trabalho científico pode tratar factos naturais, mas não. Há uma construção de saber. (...);
- (...) Há criação a partir do estudo que é feito desses factos. (...);
- (...) Não concordo que seja simplesmente uma questão de descoberta. (...);
- (...) se calhar, até em determinado momento, nos afastamos um pouco da descoberta em si e já estamos noutro plano. (...);
- (...) Por isso, penso que podemos falar em construção de saber, em criação de saber. (...).

Afirmção 5: concepção extremamente relativista.

“Tal como a produção legislativa de um país é fruto de uma negociação constante entre várias entidades, também a produção científica não é mais que o fruto do consenso da comunidade de investigadores nesse campo”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) acredito que, até em muitas situações, não existe sequer o consenso. (...);
- (...) Nem concordo com a associação à ideia de produção... A analogia com a produção legislativa. (...);
- (...) Em muitas situações, acredito que não haja consenso no momento em relação a essa situação. A própria História mostrou isso e mais tarde se vem a comprovar que era um raciocínio válido, era um conhecimento válido. (...).

Afirmção 6: concepção exclusivamente analítica.

“O desenvolvimento natural da ciência passa pela especialização crescente dos seus vários ramos cada vez mais afastados”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) Acho que nós, naturalmente, tendemos para essa especialização. (...);
- (...) Não sei se é positivo essa crescente especialização que muitas vezes acaba por limitar um pouco. (...);
- (...) Mas acredito que a tendência natural seja para essa especialização. (...);
- (...) Acredito que nestes tempos que correm se tenta aproveitar esse saber que é específico, mas não sei se isso é conseguido. (...);
- (...) E até se percebe cada vez mais que é importante essa situação pluridisciplinar, de cruzar essas informações, mas não sei se se consegue. (...).

Afirmção 7: concepção excessivamente anti-analítica.

“A especialização é inimiga do verdadeiro conhecimento científico, uma vez que este só é válido quando, à partida, não fica isolado na sua especificidade”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) Penso que pode realmente ser inimiga, não sei se do conhecimento científico em si, mas da aplicação desse conhecimento acredito que sim. (...);
- (...) a sensação que tenho é que há uma especificidade crescente. (...);
- (...) Há uma especialização dentro do mesmo ramo, estamos a especializar cada vez mais (...);
- (...) Acredito que seja válida a forma de chegar a esse conhecimento. (...);
- (...) Não sei se contribuí depois para um conhecimento mais vasto e para a aplicação desse conhecimento. (...);
- (...) Se calhar, uma pessoa que faz investigação em microbiologia não tem noção se essa investigação depois é aplicada em diferentes ramos (...).

Afirmção 8: concepção cumulativa, de crescimento linear.

“O conhecimento científico actual é o fruto de um crescimento linear e cumulativo, resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) Não podemos deixar de reconhecer os alicerces que existem. (...);
- (...) Há uma convergência em termos de conhecimentos, de informação, que actualmente nos parecem quase situações evidentes, mas que não deixam de ser uma “base para”. (...);
- (...) consegues, de uma outra forma, perceber que afinal aquilo não pode ser assim, e então procuras um conhecimento diferente. Por isso, não será convergente sempre. Não será sempre linear. (...);
- (...) Por exemplo, a evolução do microscópio permitiu romper, ou permitiu avançar com uma série de situações. (...);
- (...) tem-se que repensar uma série de ideias e de conhecimentos “associados a”... Têm que ser repensados. (...);
- (...) A minha ideia de conhecimento científico sempre foi – e tento transmitir isso aos miúdos – de um conhecimento que não é absoluto, que não está concluído. (...);
- (...) aceito a ideia de “linear e convergente” sem ter qualquer dúvida que tudo pode ser posto em causa. (...);
- (...) Nem que seja para negar aquilo que existe, mas aproveitar os conhecimentos como válidos. (...).

Afirmção 9: concepção individualista e elitista.

“Os conhecimentos científicos são o fruto do trabalho de génios, geralmente isolados do resto do mundo”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) A minha ideia de trabalho de génios dá-me sempre aquela ideia de filmes, do génio, do cientista louco isolado do mundo. (...);
- (...) Acho que é muito mais um trabalho de persistência, de interesse e dedicação. (...);
- (...) Acho que, nos tempos que correm, não se pode estar isolado do resto do mundo, porque se não o trabalho é menos válido. (...);
- (...) Acho que é importante para eles [os alunos] fazerem visitas de estudo, saídas a laboratórios que estão a funcionar efectivamente (...) para eles perceberem que o laboratório de um cientista não é aquilo que vêem em livros, aquilo que vêem na televisão [...] e a partir daí terem uma ideia de que são pessoas que trabalham em equipa. (...).

Afirmção 10: concepção socialmente descontextualizada.

“A ciência trata de factos rigorosos, não podendo a génese dos conhecimentos científicos ser condicionada por factores de ordem psicológica ou socio-política”.

NC	CP	CM	CB	CC
----	----	----	----	----

Ilustradores de opção e outros indicadores:

- (...) Fico sempre com a sensação que em determinado momento e em determinadas situações há essa tendência para condicionar o conhecimento científico. (...);
- (...) Não tenho qualquer dúvida que são feitas muitas tentativas, muitas descobertas, muito trabalho com objectivos, por vezes, até menos positivos e que nós nem temos essa noção. A ideia que passa para o público não é essa. (...);
- (...) Concordo completamente que não devia ser dessa forma. (...);
- (...) Tenho (...) uma certeza própria de que, por exemplo, em relação à investigação médica, que há uma relação menos positiva entre os medicamentos que são produzidos, resultantes de um trabalho de investigação também, e as situações negativas que surgem. (...);
- (...) Por exemplo neste tipo de situações [investigação em armamento químico], tenho a certeza que há uma orientação da investigação que não passa para nós, ou não chega até nós. (...);
- (...) Tenho a certeza que há uma orientação da investigação científica e dos conhecimentos que são orientados por aspectos menos positivos. (...);
- (...) Isso, se calhar, passa pela questão de ser um trabalho feito por seres humanos, por pessoas que têm uma determinada personalidade e determinadas características. E por muito que tentem, se calhar têm dificuldade em dissociar certas simpatias, certas vontades, por razões das mais diversas. (...);

- (...) numa situação qualquer, em que tudo aponta naquele sentido, mas tu eticamente ou pessoalmente não concordas com ele, segues à mesma aquele percurso? Não consigo ter essa... (...).

Parte B – Origem das concepções de ciência do entrevistado.

Indicadores:

- (...) Acho que nunca pensei assim muito sobre elas. (...);
- (...) A aquisição, provavelmente, tem a ver com todo o percurso que tenho feito desde o momento em que, em termos de ensino secundário, optei por... [pela via científico-natural] (...);
- (...) o prazer que sempre me deu a ciência (...);
- (...) depois, em termos de formação, em termos de universidade. (...);
- (...) Em termos de formação pessoal porque gosto especialmente da área (...);
- (...) tenho tendência para assistir, se calhar, a mais programas “relacionados com”. Até por sentir um pouco essa necessidade de formação, que não é a mais adequada. (...);
- (...) esse conhecimento evolui, talvez muito mais rapidamente do que aquele que nós podemos fazer e depois transmitir também aos miúdos. (...);
- (...) Provavelmente [a situação poderia ser resolvida], com um tipo de formação que nem sequer tem nada a ver com a formação que é feita actualmente! (...);
- (...) Essa formação, provavelmente teria que ser feita, até eventualmente com um tempo próprio em termos de horário, em que fosse importante mostrar a importância dessa vertente. (...) A pessoa ter opção de poder assistir, até para depois trazer esse conhecimento e transmitir a informação a outras pessoas. Ter um tempo próprio (...);
- (...) Tenho consciência que terá evoluído [a concepção de ciência da entrevistada], mas não especificamente por ser direccionada “em relação a”. (...);
- (...) Os conhecimentos que fui adquirindo levaram-me, talvez, a sofrer algumas alterações. (...).

Parte C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos.

Indicadores:

- (...) tento transmitir, de alguma forma, a ideia que eu tenho de ciência, contrariando ou pelo menos tentando contrariar essa ideia que eles trazem (...);
- (...) Eu tento que eles percebam assim de outra forma. (...);
- (...) Muitas vezes até acredito que seja mais, não de uma forma directa, mas de uma forma mais indirecta. (...);
- (...) Não sei se consigo. Sinceramente, não sei se consigo. (...);
- (...) Eles acreditam muito no que está escrito. Se aquilo está escrito é porque é uma verdade (...);
- (...) A questão da dúvida, da curiosidade, do pôr em causa. (...).

Categorias, sub-categorias e respectivas unidades de significado

Parte B – Origem das concepções de ciência do entrevistado.

<ul style="list-style-type: none"> nunca pensou muito no assunto ou não sabe 	<p><i>P1.A.1 – Acho que nunca pensei assim muito sobre elas.</i> <i>P3.A.1 – Isso é muito complicado! Não sei.</i> <i>P7.A.3 – Também nunca pensei nisto a sério. Se calhar, é a primeira vez que estou a pensar assim um bocadinho mais sobre o assunto.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> percurso pessoal gradual 	<p><i>P1.A.7 – Tenho consciência que terá evoluído [a concepção de ciência da entrevistada], mas não especificamente por ser direccionada [evolução através de um percurso não orientado](...).</i> <i>P7.A.1 – É claro que se foram desenvolvendo aos poucos. (...) com a evolução dos estudos, com a evolução da idade, com o olhar o mundo de maneira diferente, as coisas foram a pouco e pouco...</i> <i>P1.A.3 – (...) o prazer que sempre me deu a ciência (...).</i> <i>P1.A.5 – Em termos de formação pessoal porque gosto especialmente da área.</i> <i>P2.A.3 – E de pensar também um pouco nestas coisas.</i> <i>P3.A.2 – (...) considero-me uma pessoa de ciência, que não consegue acreditar nas coisas que não vê!</i> <i>P3.A.3 – E portanto, nesse aspecto, acho que foi em função desta minha forma de estar e ser. (...) Porque nós somos uma pessoa. Não podemos fazer essa diferenciação.</i> <i>P6.A.3 – Eu sempre fui uma pessoa muito prática na vida! E sempre fui mais por factos. Nunca fui muito de... Eu acredito nas coisas com factos e acredito que para o que ainda não há explicação, há-de haver. E sempre fui assim.</i> <i>P8.A.4 – Sempre gostei muito de ciências. Tanto de Matemática como de Ciências Naturais e Físico-Químicas. É provável que tenha partido daí.</i> <i>P1.A.6 – (...) tenho tendência para assistir, se calhar, a mais programas “relacionados com”. Até por sentir um pouco essa necessidade de formação, que não é a mais adequada.</i> <i>P2.A.1 – De algum trabalho, de alguma leitura.</i> <i>P4.A.1 – Eu acho que foi principalmente pela leitura de produção científica. Muito mais por aí do que pela formação.</i> <i>P8.A.3 – (...) em relação ao que vou lendo, aos livros...</i> <i>P2.A.2 – De alguma discussão em torno de algumas ideias.</i> <i>P8.A.2 – (...) o facto de conversar com colegas sobre as nossas opiniões sobre ciência (...)</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> percurso escolar enquanto estudante 	<p>- 2º ciclo do ensino básico</p>	<p><i>P4.A.2 – Tenho ideia de ter havido aí uma professora que tive, de ciências [Ciências da Natureza], no que é hoje o 5º ou o 6º ano. Era muito ligada à ciência, ao método científico, a olhar o mundo só pelos factos naturais. (...) Ela ensinou-nos, em crianças, outra maneira de ver o mundo.</i> <i>P9.A.1 – No “tempo de escola” eu recordo-me de uma coisa. Há aquela parte do ensino básico... “Mas como é que aqueles gajos sabem isto? São só aldrabices!”. Uma pessoa mete o ponto de interrogação.</i></p>
	<p>- 3º ciclo do ensino básico</p>	<p><i>P7.A.2 – A primeira vez que ouvi falar no método científico foi há uns anos. Bastantes... Foi na minha adolescência, para aí no oitavo ano, quando nós começámos a estudar isto em “ciências” [disciplina de Ciências Naturais]. E marcou-me até hoje e continuo a acreditar piamente no método científico.</i></p>

	- ensino secundário	componente laboratorial	<p>P6.A.2 – E só tive contacto com a parte da experimentação no secundário.</p> <p>P10.A.2 – (...) principalmente a partir do 10º e 11º nas disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Biologia e de Química, em que era possível fazer um trabalho mais experimental.</p>
		frequência da área científico-natural	<p>P1.A.2 – (...) desde o momento em que, em termos de ensino secundário, optei por... [pela via científico-natural].</p> <p>P5.A.6 – Porque o “mundo da ciência” aconteceu para mim, ou a ciência aconteceu para mim, realmente, no secundário.</p> <p>P6.A.1 – Lembro-me mais disto, talvez no secundário. (...) Fiquei mais com as aulas de ciências... De Química, já no secundário.</p>
		manuals escolares	<p>P5.A.1 – A ideia inicial que tinha de ciência, do que me lembro, o máximo que eu consigo recuar é, realmente, ao tempo do secundário (...). A questão do “cientista-maluco”, aliás, lembro-me que os livros de Química tinham um símbolo de um boneco que dava muito essa ideia.</p> <p>P5.A.2 – Tudo o que era imagens que tivessem a ver com experimentação, era sempre a imagem de um “cientista-maluco”.</p>
	- formação inicial e outros cursos superiores	no geral	<p>P1.A.4 – (...) depois, em termos de formação, em termos de universidade.</p> <p>P5.A.3 – Depois, a questão da construção da ciência, eu acho que só já na altura da faculdade.</p> <p>P8.A.1 – (...) durante o meu curso, a licenciatura, durante o mestrado (...).</p> <p>P9.A.2 – Discutia-se. As vezes até se lançavam temas e depois cada um dizia... Ao fim ao cabo isso também é discutir. Discutia-se isso.</p> <p>P10.A.3 – Eram discutidas em diversas disciplinas [as concepções de ciência].</p>
		disciplinas científicas	<p>P5.A.4 – (...) acho que isso foi feito muito mais às minhas custas, com as várias cadeiras da Biologia e da Geologia (...).</p> <p>P6.A.4 – Na universidade também. No curso de Biologia e Geologia - ensino. Falámos disso em várias cadeiras, não só de Biologia e Geologia (...).</p> <p>P8.A.5 – Por exemplo, quando tivemos uma disciplina que era a História das Ciências, e numa disciplina, a História das Ideias em Química, em que nós pegávamos num conceito e depois iam tentar ver como é que ele tinha evoluído ao longo dos tempos.</p> <p>P10.A.1 – A minha formação em Matemática e em Ciências [Ciências da Natureza] também me deu uma base mais forte nessa área.</p>

		componente laboratorial	<p><i>P4.A.3 – Agora, também não deixa de ser importante as disciplinas que nós tivemos na universidade, relativas às actividades práticas. Daí um certo rigor, quer na observação dos factos experimentais, quer depois na posterior elaboração dos relatórios.</i></p>
		disciplinas pedagógicas	<p><i>P3.A.4 – Nas disciplinas da componente pedagógica foram [abordados assuntos directa ou indirectamente relacionados com a natureza da ciência]. Foram. Se bem que, para dizer tudo quanto é verdade, eram as nossas disciplinas “madrastas”.</i></p> <p><i>P5.A.5 – (...) e, se calhar, algumas da pedagogia (...).</i></p> <p><i>P6.A.5 - Falámos disso em várias cadeiras, não só de Biologia e Geologia mas também Pedagogia.</i></p> <p><i>P7.A.4 – A universidade... Enfim, o único momento que tivemos ao longo dos cinco anos para parar e pensar nisto foi na Didáctica.</i></p>

Categorias, sub-categorias e correspondentes unidades de significado

Parte C – Intenção de promover o desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos.

<ul style="list-style-type: none"> • intenção efectiva de promover explicitamente 	- contrariando concepções de ciência deturpadas prévias	<p><i>P1.C.1 – Tento transmitir, de alguma forma, a ideia que eu tenho de ciência, contrariando ou pelo menos tentando contrariar essa ideia que eles trazem. (...) Eu tento que eles percebam assim de outra forma.</i></p> <p><i>P5.C.3 – Porque eu continuo a ter, todos os anos, alunos que chegam com uma concepção, pelo menos, do “cientista-maluco”, do génio, e a questão do método.</i></p> <p><i>P5.C.4 – Os alunos que chegam ao sétimo ano vêm muito com aquela ideia do método científico certinho.</i></p> <p><i>P5.C.5 – (...) uma das coisas a que eu os obrigava era a ter bata, e já deixei de os obrigar, exactamente porque acho que lhes estava a alimentar essa ideia errada. Eles achavam que a bata era quase ficar com aquele tal perfil do “cientista-maluco”.</i></p> <p><i>P10.C.1 – E agora, do trabalho em campo com os alunos, também me permite mais ter uma ideia do que é que as outras pessoas, principalmente as crianças, pensam da ciência. Muitas vezes ideias erradas que têm de ser trabalhadas (...).</i></p>
	- recorrendo à história das ciências	<i>P2.C.5 – (...) falo um bocadinho de história da ciência.</i>
	- abordando os conteúdos como um meio e não como um fim	<i>P3.C.2 – Utilizar os conteúdos como um meio e não como um fim.</i>
	- recorrendo a actividades laboratoriais	<p><i>P4.C.1 – Tento fazer, pelo menos uma vez por mês, uma “experienciazita”.</i></p> <p><i>P4.C.2 – (...) tentar cativá-los em termos da vista, (...) do aspecto lúdico.</i></p>
	- promovendo debates sobre a ciência	<p><i>P5.C.2 – Até porque uma das estratégias que eu utilizo muito é pô-los a eles a falar de ciência.</i></p> <p><i>P9.C.4 – Abre-se caminhos para a ciência através da discussão.</i></p>
	- recorrendo ao “método científico”	<p><i>P4.C.3 – (...) incutir a ideia de que aquilo tem que ter rigor científico para alcançarmos um determinado objectivo.</i></p> <p><i>P7.C.2 – E muitas vezes, ao nível do oitavo ano, em que no início do ano falo exactamente do método científico, por exemplo.</i></p>
	- apresentando uma perspectiva evolutiva da ciência	<p><i>P7.C.3 – É porque a minha maneira de ver a ciência, de ver a sua evolução, tem alguma importância.</i></p> <p><i>P8.C.2 – Preocupo-me em falar com os alunos, falar das concepções, e também no sentido de eles perceberem que a ciência vai evoluindo.</i></p> <p><i>P8.C.3 – Porque se nós olharmos para trás, vemos que tem havido grande evolução naquilo que sabíamos, por exemplo há 500 anos, é totalmente diferente daquilo que sabemos agora. Então, temos que aceitar a ciência como algo em mudança.</i></p> <p><i>P9.C.3 – O que hoje é verdade, amanhã já é mentira.</i></p>
	- desenvolvendo trabalhos sobre a “actualidade científica”	<i>P10.C.2 – Preocupo-me em fazer trabalhos relacionados com a actualidade e com as descobertas actuais da ciência (...).</i>

	- promovendo o desenvolvimento de concepções não necessariamente coincidentes com as do professor	<p>P3.C.1 – (...) <i>mas preocupo-me em fazer com que eles consigam criar as suas concepções. (...) tento não impingir a minha ideia sobre as coisas.</i></p> <p>P5.C.1 – <i>O meu objectivo não é que eles fiquem com as mesmas concepções que eu tenho de ciência.</i></p> <p>P5.C.6 – <i>E aquilo que eu tento fazer sempre é cutucá-los, é confrontá-los com dados, com questões, de maneira a que eles próprios cheguem lá. (...) E o facto de lhes dizer que para mim “a ciência é assim”, não significa que para eles vá fazer sentido ou não. (...) Os meus objectivos são sempre que eles construam a concepção deles de ciência mas que seja de forma construtiva.</i></p> <p>P9.C.1 – <i>Nem eu quero que eles tenham a mesma ideia do que eu!</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> dúvidas quanto aos efeitos práticos dessa intenção 	- devido à falta de maturidade dos alunos	P2.C.6 – <i>Não tenho com os meus alunos grandes discussões sobre estes assuntos, até porque a tal questão da maturidade não é irrelevante. (...) Acho que mais importante que discutir isto com os alunos, é discutir com os colegas.</i>
	- devido ao peso excessivo dos conteúdos programáticos	<p>P2.C.1 – <i>Na verdade, não tenho dedicado nas minhas aulas tanto tempo quanto, se calhar, seria útil a estas questões. (...) A pressão dos conteúdos é tão grande, que aquilo que está em causa nos programas é debitar conteúdos.</i></p> <p>P2.C.2 – <i>Há um programa, há prazos, e depois nós temos “conteúdos”, “conteúdos”, “conteúdos”, “objectivos”.</i></p> <p>P3.C.3 – <i>Agora, claro está que nós temos as nossas contingências, como tu sabes, aquela coisa do programa, não é?</i></p> <p>P3.C.4 – <i>E depois recomenda-se muita actividade laboratorial, a actividade experimental, o trabalho prático em geral, mas depois não se reduz nos conteúdos.</i></p> <p>P3.C.5 – <i>Daí, olha, é ultrapassar um bocado as nossas concepções e não permitir aos gaiatos mais do que tentar aprender esses conteúdos, porque não me parece que possa ser feito de outra maneira.</i></p>
	- por ter reservas quanto à efectiva utilidade das actividades laboratoriais	P4.C.4 – <i>Os miúdos fazem experiências porque “é giro”. Gostam de mexer mas não percebem.</i>
	- devido à existência de múltiplos factores que podem induzir concepções deturpadas	<p>P1.C.3 – <i>Não sei se consigo. Sinceramente, não sei se consigo. (...) Eles acreditam muito no que está escrito. Se aquilo está escrito, é porque é uma verdade.</i></p> <p>P5.C.7 – <i>Mas não sei se é fácil, porque eu cada vez sinto mais que os alunos chegam ao sétimo ano com concepções muito erradas sobre algumas coisas das ciências.</i></p> <p>P5.C.8 – (...) <i>miúdos que estão sujeitos a uma série de factores que vão influenciar tudo aquilo que eu vá dizer.</i></p> <p>P5.C.9 – <i>Eu acho que aquilo que eles trazem não só da escola mas também de casa, as próprias concepções que os pais têm sobre os mais variados assuntos, a própria sociedade em que eles vivem, o meio em que eles vivem, influencia muito as concepções que eles têm de ciência ou de outra questão qualquer.</i></p> <p>P5.C.10 – <i>O meio em que os miúdos vivem é determinante. Se eles têm acesso a determinadas fontes ou não, influencia. O meio familiar, se é uma família estruturalmente normal ou não, isso tudo influencia muito as concepções que eles já têm de ciência e das outras coisas todas (...).</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> atribuição de pouca relevância a esta problemática 		<p>P2.C.3 – <i>Esta parte, eu confesso que não falo muito sobre ela. (...) Não sei até que ponto falar sobre estas coisas os ajudaria a ter uma visão diferente do conhecimento científico.</i></p> <p>P9.C.2 – <i>Preocupo-me mais com que eles falem sobre as dúvidas do que estarem assim a construir uma imagem de ciência muito bonita. (...) Não estou preocupado com essa imagem.</i></p> <p>P9.C.3 – <i>Criar concepções de ciência... Depois cada um cria à sua maneira, conforme os conhecimentos que tem.</i></p>

<ul style="list-style-type: none">desenvolvimento de concepções de ciência por parte dos alunos, independentemente da intenção do professor	<p><i>P1.C.2 – Muitas vezes até acredito que seja mais, não de uma forma directa, mas de uma forma mais indirecta.</i></p> <p><i>P2.C.4 – Alguma ideia será transmitida.</i></p> <p><i>P6.C.1 – Acho que, se calhar, mesmo sem querer, acabo por passar essas ideias aos alunos.</i></p> <p><i>P6.C.2 – Nós também temos que ir pelos factos e provar aos miúdos porque é que determinadas coisas acontecem (...). E, se calhar, sempre acabamos por transmitir essa ideia.</i></p> <p><i>P7.C.1 – Quando nós estamos a leccionar, a nossa experiência de vida, aquilo que nós pensamos sobre as coisas, influenciam sempre.</i></p> <p><i>P8.C.1 – As concepções acabam por ser transmitidas.</i></p>
---	--

Análise descritiva individual participante a participante*Participante 1 (P1)*

Parte A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P1

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.		X			
6.	Exclusivamente analítica.			X		
7.	Excessivamente anti-analítica.			X		
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.					X

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

As opções de P1 relativamente às várias afirmações apresentadas remetem-nos para uma visão de ciência onde, segundo o próprio, “a experimentação e a observação são fundamentais”, isto é, uma ciência de base empírico-indutivista, sem que, contudo, o seja em exclusivo. Como P1 refere, “esse conhecimento pode nascer de outra forma”. É secundarizado o papel de um tradicional e rígido método científico que, de acordo com P1, “por si só não garante esse conhecimento tão rigoroso”. Admite que o trabalho científico não incide somente sobre aspectos quantificáveis. P1 afasta a ideia de uma ciência limitada à “descoberta de factos naturais”, referindo que poderá falar-se em “construção de saber, em criação de saber”. O sujeito em questão concorda

pouco com a ideia de que o conhecimento possa ser “fabricado nos bastidores”, baseado em consensos, afirmando acreditar que “até em muitas situações não existe sequer o consenso”. Apesar de considerar que a especialização é algo de incontornável, coloca algumas reservas relativamente a uma efectiva mais-valia daí retirada: “Acredito que nestes tempos que correm se tenta aproveitar este saber que é específico, mas não sei se isso é conseguido”. Ainda relativamente à especialização e especificidade crescente na ciência, P1 refere: “penso que pode realmente ser inimiga, não sei se do conhecimento científico em si, mas da aplicação desse conhecimento acredito que sim”. P1 defende a ideia de um conhecimento científico que “não é absoluto, não está concluído”, sendo geralmente linear, convergente e cumulativo: “Aceito a ideia de ‘linear e convergente’, sem ter qualquer dúvida que tudo pode ser posto em causa”. É completamente negada a ideia do cientista enquanto génio isolado: “A minha ideia de trabalho de génios dá-me sempre aquela ideia de filmes, do génio, do cientista louco isolado do Mundo. (...) Acho que é muito mais um trabalho de persistência, de interesse e dedicação”. Relativamente ao posicionamento perante uma visão de ciência socialmente descontextualizada, P1 parece balançar entre o seu ideal de ciência e a visão que tem da ciência propriamente dita. De facto, tendo seleccionado a opção “Concordo Completamente”, no questionário, em relação a esta visão de ciência, admite, na entrevista, que a realidade não é propriamente essa: “Não tenho qualquer dúvida que são feitas muitas tentativas, muitas descobertas, muito trabalho, com objectivos, por vezes, até menos positivos, e que nós nem temos essa noção”. (...) Concordo completamente que não devia de ser dessa forma. (...) Tenho a certeza que há uma orientação da investigação científica e dos conhecimentos científicos que são... Orientados por aspectos menos positivos”. Como se pode constatar, a contextualização social da ciência é assumida por P1 como altamente negativa.

Parte B – Origem das concepções de ciência de P1

P1 começa por afirmar: “Acho que nunca pensei assim muito sobre elas”. De acordo com P1, o desenvolvimento das suas concepções de ciência terá tido início aquando do seu ingresso na área científico-natural no ensino secundário, enquanto aluna, tendo-se revelado um processo gradual que se tem vindo a desenvolver até à actualidade. P1 faz referência ao prazer que sempre lhe deu a ciência. É igualmente feita uma referência à formação universitária e ao gosto pela formação na área das ciências. O sujeito refere também que seria importante haver formação contínua na área da natureza da ciência: “Essa formação, provavelmente, teria que ser feita até, eventualmente, com um tempo próprio em termos de horário, em que fosse importante mostrar a importância dessa vertente”.

Parte C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P1

A tentativa de transmitir as suas concepções de ciência é assumida por parte de P1, reconhecendo igualmente que os alunos já possuem algumas ideias que deverão ser contrariadas: “(...) tento transmitir, de alguma forma, a ideia que eu tenho de ciência, contrariando, ou pelo menos tentando contrariar essa ideia que eles trazem (...)”. P1 faz referência a uma concepção de “ciência dogmática” por parte dos alunos: “Eles acreditam muito no que está escrito. Se aquilo está escrito é porque é uma verdade (...)”. O despertar da dúvida, da curiosidade, do pôr em causa, é apresentado como algo de essencial para o desenvolvimento de uma concepção correcta de ciência por parte dos alunos.

Participante 2 (P2)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P2

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.					X
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).	X				
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)			X		
5.	Extremamente relativista.				X	
6.	Exclusivamente analítica.		X			
7.	Excessivamente anti-analítica.		X			
8.	Cumulativa, de crescimento linear.		X			
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.				X	

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P2 estabelece desde o início uma forte ligação entre a concepção de uma ciência onde a experimentação é extremamente importante, com o ensino das ciências que, de acordo com o inquirido, “deve ser considerado como um ensino essencialmente experimental”. Atribuindo à experimentação um papel fundamental, P2 considera que nem todo o conhecimento científico nasce da observação: “Há algum conhecimento que nasce da observação. No entanto, há outro de produção teórica que mais tarde ou mais cedo há-de ter que ser experimentado (...)”. É completamente descartada a existência de um método científico único, algorítmico e infalível: “O método científico, encarado como foi há uns anos atrás, está posto de parte. (...) Aqueles passos todos do método científico que estavam delineados... Pode perfeitamente inverter-se aqui a ordem. (...) Cada pessoa que investiga e tenta desenvolver alguns conhecimentos tem que ter o seu próprio método científico”. Reconhecendo que em ciência também

há lugar para o qualitativo, não confere à especulação um carácter científico: “O desenvolvimento de uma teoria, por exemplo, pode ter início numa especulação qualquer, mas não sei se na fase da especulação já lhe podemos chamar ciência. Se calhar, podemos-lhe chamar ciência a partir do momento em que ela tenta encontrar uma explicação consistente, assente num determinado método científico (...)”. Note-se que o sujeito revela coerência, não se referindo aqui a um suposto método científico específico e único. Apesar de tudo, surge a figura de um método científico como critério para distinguir ciência de especulação. Apesar de considerar que o trabalho do cientista não se resume a uma suposta descoberta de “factos naturais”, coloca bastantes reservas em relação à criação científica. O sujeito separa a produção científica da produção artística, atribuindo a esta última um carácter abstracto que a ciência não poderá ter: “Penso que pode ter um bocadinho de arte no sentido de conseguir chegar um determinado resultado. No entanto, não pode ser abstracta como a arte”. Assumindo uma posição claramente positivista relativamente ao trabalho do cientista, afirma ainda: “Em termos de conhecimento científico. Não é possível termos cada um a sua interpretação”. P2 concorda bastante com a ideia de uma ciência fruto de negociações e consensos, não reconhecendo cientificidade ao conhecimento que não tenha sido submetido a tal validação. Afirma que “o desenvolvimento de cada ramo da ciência passa por uma especialização”, sendo essa especialização “fundamental para o conhecimento científico”. Considera ainda que a especialização não conduz necessariamente ao isolamento de conhecimentos: “Cada vez mais os biólogos se aproximam dos químicos e os matemáticos dos físicos. (...) Cada vez há uma maior interdisciplinaridade e, se calhar, até uma multidisciplinaridade”. P2 concorda com a ideia de um conhecimento científico resultante do trabalho convergente dos cientistas ao longo dos tempos, não concordando, contudo, que este crescimento possa ser linear: “Não concordo nada que seja linear. Acho que cresce por etapas. Há aqui alguns paradigmas, cresce e depois estabiliza”. Parece haver aqui alguma incoerência, uma vez que o reconhecimento da existência de diferentes paradigmas implicaria igualmente o reconhecimento de um trabalho nem sempre convergente por parte dos cientistas.

Na realidade, P2 considera a convergência como factor determinante para a cientificidade de determinado conhecimento, isto é, relaciona a convergência com o consenso já anteriormente defendido: “O conhecimento científico é importante quando for convergente. (...) Ele será convergente porque, a partir do momento em que é aceite, teremos de trabalhar sobre aqueles dados”. P2 não concorda com a ideia de cientista enquanto “génio isolado”: “Aquele ideia do cientista como o Einstein, com o cabelo em pé e com aquela figura, penso que cada vez menos é assim”. O sujeito em questão parece aceitar o estereótipo de cientista ilustrado pela afirmação 9 para os cientistas do passado, considerando que, actualmente, em ciência, se pratica um trabalho cada vez mais de equipa, assistindo-se a uma verdadeira globalização do trabalho científico: “Aquilo que eu estava aqui a dizer, que as pessoas têm que estar cada vez menos isoladas do mundo, estou a falar aqui dos últimos anos, das últimas duas, três décadas”. P2 afirma ainda que “não é preciso ser génio para descobrir coisas acidentalmente”, apontando para uma concepção diametralmente oposta da representada pela afirmação 9. Relativamente à influência de factores de ordem psicológica ou socio-política na génese dos conhecimentos científicos, P2 começa por responder de acordo com o seu ideal de ciência, concordando bastante com a ideia de uma ciência socialmente descontextualizada. No entanto, rectifica o sentido da sua opção de resposta ao questionário afirmando: “O que eu quero aqui dizer é que a ciência devia tratar de factos rigorosos. (...) A ciência trata de factos e não há interferências. No entanto, não é isto ciência dos nossos dias”. Admitindo a influência da contextualização psico-social da ciência, considera-a negativa. P2 acaba mesmo por admitir que não terá seleccionado a opção mais correcta no questionário: “Concordo bastante que a ciência não devia ser assim. Se calhar não devia ter respondido ‘Concordo Bastante’ [apercebendo-se que a resposta deveria ser relativamente ao verdadeiro funcionamento da ciência e não a um ‘ideal de ciência’]”.

É evidente a separação clara que P2 faz entre a ciência de hoje e a ciência do passado, atribuindo-lhes características bem distintas. A ciência do passado é apresentada como uma ciência de cientistas mais isolados e, talvez por isso

mesmo, mais impermeável a “contaminações” socio-políticas. A ciência de hoje é apresentada como uma ciência de equipas, global, mas “corrompida” por factores de ordem socio-política. Apesar de P2 fazer algumas referências à importância da ciência como algo ao serviço do bem-estar da humanidade, considera que os factores de ordem psicológica socio-política não deveriam ter qualquer interferência. Parece haver aqui alguma contradição, uma vez que uma visão “utilitarista” de ciência deveria implicar a aceitação de uma influência (positiva) de factores de ordem psicológica e socio-política. Acontece que P2 atribui uma conotação essencialmente negativa à contextualização social da ciência, defendendo a sua “pureza” e “impermeabilidade”.

B – Origem das concepções de ciência de P2

O entrevistado atribui um papel importante à auto-formação no que respeita ao desenvolvimento das suas concepções de ciência: “De algum trabalho, de alguma leitura. (...) De alguma discussão em torno de algumas ideias. De alguns trabalhos realizados. (...) E de pensar também um pouco nestas coisas”. Não reconhece que o seu percurso escolar, enquanto estudante, possa ter tido qualquer contributo significativo neste âmbito: “Os primeiros contactos com as disciplinas de ciências eram para tentar apreender alguma coisa de ciência. Era para tentar assimilar os conceitos, conhecer os conceitos. (...) Só numa fase posterior é que é possível uma pessoa reflectir sobre estas coisas”. Considera que nem mesmo a formação inicial (universitária) terá contribuído para o desenvolvimento das suas concepções de ciência: “(...) penso que a formação inicial não leva ninguém a questionar-se verdadeiramente sobre estas coisas. (...) A formação inicial é uma transmissão de conceitos. Isto é mais o trabalho de uma especialização, de um mestrado, de um doutoramento”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P2

P2 considera que a possibilidade de promover o desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos (de forma deliberada) se encontra fortemente condicionada pelo cumprimento de conteúdos programáticos: “A pressão dos conteúdos é tão grande, que aquilo que está em causa nos programas é debitar conteúdos”. O entrevistado refere também que a questão da maturidade dos alunos (ou a falta dela) será outro factor condicionante: “Não tenho com os meus alunos grandes discussões sobre estes assuntos, até porque a tal questão da maturidade não é irrelevante”. No entanto, considera que, apesar de tudo, “alguma ideia há-de ser transmitida”.

Participante 3 (P3)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P3

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).				X	
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)					X
5.	Extremamente relativista.				X	
6.	Exclusivamente analítica.		X			
7.	Excessivamente anti-analítica.				X	
8.	Cumulativa, de crescimento linear.		X			
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.					X

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P3 atribui uma grande importância à observação no que respeita à génese do conhecimento científico, estabelecendo, contudo, uma diferença entre o “simples ver” e o “observar”: “Até acontece andarmos uma vida inteira a ver uma coisa e não chegarmos propriamente a observá-la. (...) Olhar com os olhos de ver”. Não fazendo referência à importância de um eventual enquadramento conceptual das observações, faz referência à importância de uma “vontade de ver”: “(...) quando condicionamos esse nosso querer, até conseguimos ver aquilo que não víamos (...)”. P3 não considera que o rigor possa constituir um critério para a distinção entre ciência e especulação, não concordando igualmente com a existência de um método científico único: “(...) se houver que saltar etapas, ou de passar mais superficialmente por algumas, se houver a tal vontade de chegar ao fim, também se consegue sem esse tal ‘rigoroso’. (...) Nem todas as pessoas chegam aos mesmos cálculos ou percorrem os mesmos caminhos em busca dessa

realidade”. Considera a mensurabilidade como factor que poderá ser utilizado para distinguir o que pode ser objecto da ciência daquilo que não poderá ser alvo de mais que simples especulação. P3 considera o trabalho científico como sendo, essencialmente, um trabalho de descoberta, não havendo lugar à construção ou criação científica: “É o que acontecia na Natureza. Só faltava ser descoberto. Não foi construído”. O entrevistado atribui também um papel importante ao “acaso” em ciência: “Acho que todos nós sabemos de grandes teorias, que as há nos diversos campos da ciência e nos diversos ramos, não têm a ver com uma busca mas sim com o acaso”. Apesar de considerar que o trabalho do cientista é, essencialmente, um trabalho de descoberta de “factos naturais”, P3 concorda bastante com uma visão relativista de ciência, conferindo à validade do conhecimento científico um carácter temporal limitado e atribuindo à interpretação dos factos um papel determinante: (...) a realidade científica, para já, vale o que vale naquele momento. (...) Acho que não tem a ver com os factos. Tem é a ver com a interpretação dos factos. (...) Os factos... Eles não se constróem. Agora, a interpretação que se faz deles é que é, de facto, diferente”. A especialização é vista como bastante negativa, não reconhecendo o sujeito que esta possa contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico. P3 concebe um conhecimento científico cujo desenvolvimento não é cumulativo: “Eu acho que o conhecimento não é cumulativo. É feito de avanços e recuos. Andar um passo para a frente e dois para trás”. Relativamente à imagem do cientista enquanto “génio isolado do resto do mundo”, de acordo com P3, “essa ideia é de pôr completamente de lado”. Quanto ao posicionamento do sujeito perante o item do questionário conotado com a visão de uma ciência socialmente descontextualizada, este parece ir mais no sentido de ser reflexo de um ideal de ciência e não necessariamente de uma concepção de ciência. De facto, tendo seleccionado a opção “Concordo Bastante” no questionário, as suas respostas na entrevista são orientadas exactamente no sentido oposto. O sujeito acaba por reconhecer que, concordando com uma ciência idealmente imune a todo o contexto psicológico e socio-político, esse ideal não corresponde ao verdadeiro funcionamento da ciência.

B – Origem das concepções de ciência de P3

O sujeito começa por admitir não saber como teria desenvolvido ou adquirido a imagem que hoje tem de ciência: “Isso é muito complicado. Não sei”. Faz referência a um “cepticismo nato” que desde sempre teria possuído e que teria tido grande influência em termos vocacionais: “Não faço ideia, mas posso dizer que fui uma daquelas pessoas que nunca tive dúvidas nas escolhas em termos vocacionais. (...) considero-me uma pessoa de ciência que não consegue acreditar nas coisas que não vê!”. Considera que a imagem que tem de ciência é um reflexo da sua forma de estar na vida: “E, portanto, nesse aspecto, acho que foi em função desta minha forma de estar e de ser. (...) Porque nós somos uma pessoa. Não podemos fazer essa diferenciação”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P3

P3 refere que tenta não “impingir” as suas ideias aos alunos, preocupando-se em fazer com que estes consigam criar as suas próprias concepções. Admitindo não saber se as suas intenções são bem sucedidas, afirma que tenta “utilizar os conteúdos como um meio e não como um fim”, revelando preocupar-se em proporcionar aos alunos meios para que estes possam desenvolver as suas ideias num processo pessoal. Faz igualmente referência ao cumprimento de um programa demasiado extenso como factor condicionante: Agora, está claro que nós temos contingências. Como tu sabes, temos aquela coisa do programa, não é?”.

Participante 4 (P4)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P4

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).					X
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)			X		
5.	Extremamente relativista.				X	
6.	Exclusivamente analítica.		X			
7.	Excessivamente anti-analítica.				X	
8.	Cumulativa, de crescimento linear.					X
9.	Individualista e elitista.		X			
10.	Socialmente descontextualizada.				X	

NC – Não Concordo, CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Segundo P4, a observação dos “factos naturais” constitui o início de um processo a partir do qual nasce o conhecimento científico, culminando esse mesmo processo com a experimentação: “Posteriormente podemos fazer uma teorização, tentar explicar o comportamento desses mesmos factos naturais e a experimentação é que vai, digamos, validar essa teorização”. P4 encontra no percorrer rigoroso das diferentes etapas de em método científico algorítmico o critério que permite distinguir ciência de especulação. O rigor surge mesmo como a característica fundamental inerente ao trabalho científico: “É mesmo a palavra-chave que está aí. A palavra ‘rigor’. (...) Isso implica realmente um grande rigor no método científico, e é só com esse rigor que se consegue distinguir o conhecimento enquanto científico de mera especulação”. P4 rejeita a ideia de que, em ciência, qualitativo e especulativo sejam sinónimos, associando especulação a falta de rigor e reconhecendo que “o qualitativo também é

importante”. Não limitado o trabalho do cientista à “descoberta de factos naturais”, afirma que é com base esses mesmos factos naturais que a ciência se deve desenvolver. O sujeito considera que qualquer teoria só será verdadeiramente científica depois de validada pela comunidade científica: “A ciência nunca pode ser feita isoladamente. (...) Pode até a teoria a acabar por estar correcta, mas para ser considerada correcta, tem que passar pelo crivo. E só depois aí é que é aceite”. P4 considera que a especialização é importante no desenvolvimento da ciência, reconhecendo que essa mesma especialização não implica necessariamente um isolamento de saberes. O inquirido concorda completamente com a visão de uma ciência cumulativa e de crescimento essencialmente linear, pondo em causa a possibilidade de existir uma teoria capaz de romper completamente com o passado: “Para que determinado cientista tivesse teorizado fosse o que fosse, ele teve que ter conhecimento do que está atrás. (...) Será que há alguma teoria que rompa completamente com o passado? Ou rompe apenas parcialmente?”. De acordo com P4, o conhecimento científico tanto poderá ser fruto do trabalho de ‘génios’ como de equipas. Considerando que o isolamento não constituirá um factor positivo para o desenvolvimento do conhecimento científico, P4 refere que a existência de ‘génios’ não implica que estes sejam pessoas isoladas: “Não me parece que tenham de estar isolados. Nem do ponto de vista científico, nem do ponto de vista social”. Apesar de tudo, não descarta a possibilidade de, em certos casos, o conhecimento científico poder resultar do isolamento: “Daí a palavra ‘isolamento’ não me soa bem, mas não há dúvida de que deve ter havido indivíduos que se encerraram no laboratório, nunca saíram de lá e, isoladamente, criaram a teoria nova”. No que respeita ao posicionamento de P4 perante uma visão de ciência socialmente descontextualizada, este começa por concordar bastante como resposta ao questionário. Contudo, pela análise da entrevista pode constatar-se que P4 apresenta a visão de uma ciência condicionada por factores psicológicos e socio-políticos, considerando apenas estes últimos como negativos: “Psicológica, concordo. Vamos lá a ver... O cientista não faz investigação para receber dinheiro ou ser reconhecido por isso. (...) De um modo geral, o cientista fá-lo por gosto”.

Curiosamente, o inquirido faz referência a um possível aproveitamento, por parte dos cientistas, relativamente à tentação que se verifica, por parte do poder político, no sentido de condicionar e orientar a produção científica: “Politicamente é importante e os políticos financiam os investigadores para isso [referindo-se ao exemplo da exploração de Marte]. E os cientistas ludibriam os políticos para isso”. Atendendo à resposta ao questionário e ao que é referido pelo sujeito na entrevista relativamente ao item conotado com uma visão de ciência socialmente descontextualizada, parece vir ao de cima um conflito entre o ideal de uma ciência pura e incorruptível e a imagem da ciência propriamente dita.

B – Origem das concepções de ciência de P4

Quanto à possível origem das suas concepções de ciência, P4 encontra uma importante referência numa professora de Ciências da Natureza (2º Ciclo do ensino Básico) que terá exercido sobre si uma influência marcante enquanto aluno: “Tenho ideia de ter havido aí uma influência de uma professora que tive, de ciências [Ciências da Natureza], no que é hoje o 5º ou 6º ano. Era muito ligada à ciência, ao ‘método científico’, a olhar o mundo só pelos ‘factos naturais’. (...) Ela ensinou-nos, em crianças, outra maneira de ver o mundo”. O primeiro contacto com uma disciplina de ciências, que se terá revelado marcante, parece estar associado a uma visão de carácter positivista e empírico-indutivista. Quanto ao restante percurso escolar, P4 associa as disciplinas de ciências a um mero cumprimento de objectivos: “Olhava para as disciplinas científicas apenas como um meio de transitar apenas de ano. ‘Vamos aprender a 2ª Lei de Newton porque aquilo sai no teste’”. P4 faz referência à importância que terá tido a componente laboratorial, no que respeita à formação inicial, associando-a à promoção da ideia de rigor em ciência: “Agora, também não deixa de ser importante as disciplinas que nós tivemos na universidade, relativas às actividades práticas. Daí um certo rigor, quer na observação dos factos experimentais, quer depois na posterior

elaboração dos relatórios”. Tanto o gosto particular pela Astronomia como a leitura de divulgação científica são apontados por P4 como importantes no desenvolvimento da imagem que hoje tem de ciência.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P4

P4 faz referência à importância da experimentação como forma não só de cativar os alunos pela ludicidade mas também de inculcar a ideia de ‘rigor científico’: “(...) Tentar cativá-los em termos da vista, (...) do aspecto lúdico, e depois tentar inculcar a ideia de que aquilo tem que ter rigor científico para alcançarmos um determinado objectivo”. Apesar de valorizar a componente experimental, apresenta algumas dúvidas em relação aos benefícios imediatos daí retirados por parte dos alunos, apontando para um eventual benefício futuro: “Os miúdos fazem experiências porque ‘é giro’. Gostam de mexer mas não percebem. (...) Se calhar não lhes diz respeito neste momento, e pode ser que um dia uma daquelas experiências os tivesse influenciado em algum sentido”.

Participante 5 (P5)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P5

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.				X	
6.	Exclusivamente analítica.			X		
7.	Excessivamente anti-analítica.			X		
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.			X		

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P5 atribui um papel importante à observação e à experimentação na génese do conhecimento científico, colocando-as como passos finais de um processo que terá início com o questionamento ou levantar de um problema. Aparentemente, estaríamos a ser conduzidos a uma visão de ciência assente num método científico único e rígido. Tal não se viria a confirmar: “Não é linear o facto de, utilizando as etapas todas do método científico, chegares automaticamente ao conhecimento científico. (...) Eu acho que cada cientista pode ter um método próprio”. Revelando uma visão algo flexível relativamente à metodologia dita científica, coloca o rigor como característica indispensável ao trabalho científico: “O conhecimento científico, só chegamos a ele se formos rigorosos nas etapas”. Afasta a ideia de uma ciência exclusivamente quantitativa atribuindo, contudo, um carácter de maior subjectividade ao domínio qualitativo: “Não me parece que só o que é quantificável é que possa levar ao conhecimento,

neste caso, científico, seja daquilo que for. (...) É óbvio que a questão do qualitativo pode ser sempre mais subjectiva, pode ser especulativa (...). Apesar de considerar que parte do trabalho em ciência se traduz numa “descoberta de factos naturais”, não considera que o trabalho do cientista se resuma a uma “leitura” isenta da Natureza: “(...) associada a esta questão da descoberta há uma série de fenómenos, há uma série de factores, há uma série de condicionantes (...) as coisas estão lá, isto tudo está cá para ser descoberto, para ser estudado e investigado. Mas por outro lado, eu também acredito que o cientista pode criar essa ciência, ou seja, se calhar há domínios da ciência que, efectivamente, pegando nesses factos naturais, nessas investigações, criam-se determinadas coisas”. P5 revela a concepção de uma ciência negociada de uma forma obscura: “Os resultados ou o conhecimento científico resultam do entendimento, da negociação e da troca das mais variadas áreas dentro da ciência. (...) pode ser ignorância da minha parte, mas acho que isso ainda é feito de uma forma um bocadinho pior do que a questão da produção legislativa. (...) a gente vê a quilo que nos mostram”. Aceitando a especialização como caminho para o desenvolvimento natural da ciência, não reconhece validade a um conhecimento específico que seja mantido isolado: “Por si só, nenhum deles é válido ou, sozinho, pouco vale. (...) o facto de alguém se especializar numa determinada área, não significa que fique isolado do resto da comunidade científica”. Relativamente à afirmação conotada com a concepção de uma ciência cumulativa, linear e fruto de trabalho convergente, P5 começa por dizer que esta traduz exactamente aquilo que tento explicar aos alunos: “O conhecimento científico que nós temos hoje não é o resultado de meia dúzia de cientistas que descobriram determinadas coisas, mas é o resultado de uma evolução sempre com base noutros conhecimentos, noutras descobertas de outros cientistas, noutras investigações que foram progredindo, evoluindo com novos dados, novas questões, com novas investigações, com novas observações”. Apresentando a visão de um “construtivismo histórico da ciência”, assume que esta nem sempre é linear nem convergente: (...) não é bem assim, não é linear. (...) Na actualidade, o que nós vemos é que nem sempre o trabalho é convergente”. P5 põe

completamente de parte a ideia do cientista enquanto “gênio isolado”: “Se calhar, uma cozinheira também é um gênio. (...) O trabalho de gênio... O que é isso do trabalho de gênio?”. Surge de novo uma referência à importância do não isolamento no trabalho em ciência: “Essa investigação deles tem que ser dada a conhecer e tem que ser partilhada com os outros e tem que ser testada por outros”. O inquirido estabelece uma ligação entre a imagem do “gênio” e a imagem do “cientista louco”, negando que alguém que correspondesse a tal estereótipo pudesse contribuir de forma significativa para o conhecimento científico. De acordo com P5, o trabalho de um cientista não poderá deixar de ser influenciado, de uma ou outra forma, por factores de ordem psicológica ou socio-política: “Não é possível, do meu ponto de vista, dissociar a pessoa enquanto indivíduo que está inserido num determinado contexto que tem esta questão socio-política... (...) No meu ponto de vista, qualquer pessoa que faça ciência, um investigador qualquer, será sempre condicionado por o que ele próprio é. E o que ele é resulta do meio onde vive, da idade que tem, enfim, possivelmente da infância que teve, etc.”.

B – Origem das concepções de ciência de P5

P5 considera que o ponto de partida para a construção da imagem de ciência que hoje tem remonta à frequência do ensino secundário, fazendo referência à imagem do “cientista louco”, veiculada pelos manuais escolares e associada à experimentação: “A questão do ‘cientista maluco’, aliás, lembro-me que os livros de Física e Química tinham um símbolo de um boneco que dava muito essa ideia. (...) Tudo o que era imagens que tivessem a ver com experimentação, era sempre a imagem de um ‘cientista maluco’”. O entrevistado considera que só durante o ensino superior viria a construir uma ideia de ciência mais “madura”, atribuindo à disciplina de História das Ciências um papel nulo: “Mesmo na faculdade, tive uma cadeira de História das Ciências, e devo dizer que ela foi perfeitamente nula, não me ensinou nada sobre história da ciência. E

seria a boa altura e o bom sítio para estudar essa questão, mas eu acho que isso foi feito muito mais às minhas custas, com as várias cadeiras da Biologia e da Geologia e, se calhar, algumas da Pedagogia”. Apesar de tudo, considera que a frequência do ensino secundário terá constituído o ponto mais marcante: “Porque o ‘mundo da ciência’ aconteceu para mim, ou a ciência aconteceu para mim, realmente, no secundário”. A ciência terá sido apresentada no 3º Ciclo do Ensino Básico, de acordo com P5, de uma forma excessivamente compartimentada: “Uma coisa muito factual, muito compartimentada, disciplinas completamente à margem umas das outras, regras diferentes. Não era ‘uma ciência’”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P5

P5 considera ser prioridade partir das concepções prévias dos alunos acerca da ciência para, de forma construtiva, levar a que estes formem uma imagem mais correcta, não sendo necessariamente coincidente com a do professor: “Porque eu continuo a ter todos os anos alunos que chegam com uma concepção, pelo menos, do ‘cientista maluco’, do ‘génio’ e a questão do ‘método’. (...) Os meus objectivos são sempre que eles construam a concepção deles de ciência, mas que seja de uma forma construtiva”. A influência que o professor poderá ter na construção de uma imagem por parte dos alunos será, de acordo com P5, condicionada por factores de ordem social e psicológica: “O meio em que os miúdos vivem é determinante. Se eles têm acesso a determinadas fontes ou não, influencia. O meio familiar, se é uma família estruturalmente normal ou não, isso tudo influencia muito as concepções que eles já têm de ciência e das outras coisas todas (...)”.

Participante 6 (P6)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P6

<i>Concepções de Ciência</i>		NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.				X	
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).				X	
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).	X				
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)			X		
5.	Extremamente relativista.		X			
6.	Exclusivamente analítica.				X	
7.	Excessivamente anti-analítica.	X				
8.	Cumulativa, de crescimento linear.		X			
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.				X	

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P6 apresenta uma visão de ciência onde a observação e a experimentação constituem duas importantes etapas de um método científico que, apesar de poder ser algo flexível, constitui o meio que permite distinguir a ciência da mera especulação: “Por vezes, não é preciso percorrer todas as etapas do método científico. (...) Mas é utilizando o método científico que se consegue distinguir a ciência da mera especulação”. Considerando que em ciência não há lugar para a especulação, não limita o conhecimento científico ao domínio do quantificável. O sujeito rejeita a ideia de “criação científica”, apesar de ver no trabalho do cientista uma construção: “No fundo, é uma construção científica. É algo natural, mas é ele que vai construindo”. Concordando pouco com a concepção de uma ciência fruto de negociações, defende a importância de um consenso entre investigadores na validação da produção científica: “Tem que haver consenso entre a comunidade de investigadores nesse campo, não é?”. De acordo com P6,

o consenso poderá mesmo ser dispensado no caso de se estar perante conhecimentos baseados em provas experimentais. O sujeito concorda com a imagem de uma ciência que se desenvolve pela especialização, considerando que tal não resultará necessariamente num isolamento de conhecimentos específicos: “Creio que vai havendo uma maior especificidade em cada campo. (...) Não é... Não tem que acontecer [o isolamento]”. É afastada a ideia de um conhecimento fruto de um crescimento linear e cumulativo: “Não é linear. (...) Acaba por haver alguma acumulação de conhecimentos, mas não é por aí que vai crescendo”. P6 afasta igualmente a ideia de um conhecimento científico fruto de “génios isolados”, apesar de admitir que tal possa ter acontecido no passado: “Houve uma série de génios isolados que foram mais mediáticos e que têm mais reconhecimento hoje em dia, mas todo o conhecimento científico parte de tanta gente, de tantos grupos de trabalho e de tanta coisa que não tem nada a ver...”. O sujeito considera também que a ciência dificilmente escapará ao condicionamento psicológico e socio-político, vendo-o como negativo: “Ser condicionado por esses factores é negativo. (...) Não devia de ser. A experimentação tem que ir pelos factos, e não por ‘ir mais além’ por gostar muito”.

B – Origem das concepções de ciência de P6

P6 refere nunca ter pensado no assunto, apontando a frequência do ensino secundário como ponto de partida: “Nem pensei sobre isso mas, se calhar, fui mais alertada para isso na escola. (...) Eu fiquei mais com as aulas de ciências... De Química, já no secundário”. A Química surge aqui certamente em função da sua componente experimental: “E só tive contacto com a parte da experimentação no secundário”. Associando claramente a imagem de ciência à componente experimental das disciplinas, justifica uma eventual influência insignificante da sua passagem pelo 3º ciclo do ensino básico com a ausência dessa mesma componente: “E de 3º Ciclo, também tive daquelas professoras

muito antigas, muito expositivas”. P6 efectua também uma ligação entre a imagem que tem da ciência e as suas características psicológicas pessoais: “Eu sempre fui uma pessoa muito prática na vida! E sempre fui mais por factos. Nunca fui muito de... Eu acredito nas coisas com factos e acredito que para o que ainda não há explicação, há-de haver. E sempre fui assim”. As disciplinas frequentadas durante a passagem pelo ensino superior terão dado também o seu contributo: “Na universidade também. No curso de Biologia e Geologia ensino. Falámos disso em várias cadeiras, não só de Biologia e Geologia mas também de Pedagogia”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P6

O entrevistado considera que a promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos poderá acontecer mesmo de forma inadvertida: “Acho que, se calhar, mesmo se querer, acabo por passar essas ideias aos alunos”. As metodologias utilizadas nas aulas terão aí influencia, de acordo com P6: “Depende também da forma como se dá as aulas de ciências”. Também neste ponto volta a surgir uma referência de carácter empírico-indutivista: “Nós também temos que ir pelos factos e provar aos miúdos porque é que determinadas coisas acontecem e como é que elas funcionam. E, se calhar, sempre acabamos por transmitir essa ideia”.

Participante 7 (P7)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P7

	<i>Concepções de Ciência</i>	NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.					X
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).				X	
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.				X	
6.	Exclusivamente analítica.				X	
7.	Excessivamente anti-analítica.		X			
8.	Cumulativa, de crescimento linear.			X		
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.			X		

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P7 considera a observação e a experimentação como duas etapas do caminho que conduz ao verdadeiro conhecimento científico. Concordando bastante com a ideia de um método científico rigoroso e algorítmico, considera que este não será necessariamente único: “Eu não acho que haja um método único, mas continuo a achar que, em ciência, é fundamental ser rigoroso. E para se ser rigoroso tem que se eliminar tudo o que há para eliminar, e para isso temos que seguir um determinado caminho”. Como se pode constatar, o “rigor” surge aqui como característica fundamental do trabalho em ciência. Apesar de revelar uma imagem de tendência empírico-indutivista e rigorosa de ciência, P7 acaba por fazer referência a uma eventual possibilidade de fazer ciência sem o uso de tal rigor: “E há muitas descobertas em termos de ciência que foram feitas por mero acaso. (...) Se calhar, as coisas mais incríveis foram descobertas sem recorrer, de facto, a esse método e a um trabalho metódico”. A especulação e o

qualitativo são vistos como importantes, pelo menos numa fase embrionária do conhecimento científico: “Por um lado, em ciência também é importante a especulação. A partir de uma especulação, depois vai-se tentar aplicar todo o método científico, todo o caminho rigoroso, e vai-se verificar que, de facto, aquilo que à partida era uma especulação, no fim pode não o ser. (...) A especulação e o qualitativo também têm a sua importância, às vezes para nos abrir o caminho. A ciência terá como objectivo, de acordo com P7, a explicação de factos naturais conhecidos: “É assim, os ‘factos naturais’ estão lá, existem e nós estamos no fundo, em ciência, à procura mais das explicações para a existência daqueles factos”. Relativamente ao posicionamento de P7 perante a afirmação conotada com a visão de uma ciência extremamente relativista, baseada em consensos e negociações internas, tendo concordado bastante, refere que, idealmente, a ciência não deveria funcionar assim: “Não achando que a ciência se deva fazer assim, olhando para o mundo que nos rodeia, isto de facto é assim que ela funciona”. P7 considera que a especialização é fundamental, não só no desenvolvimento da ciência, mas também noutras áreas do conhecimento humano, desde que não conduza a um isolamento de conhecimentos. Segundo P7, o conhecimento científico actual é fruto de um trabalho essencialmente divergente dos cientistas ao longo dos tempos. O entrevistado estabelece, contudo, uma distinção entre o trabalho de produção científica do passado e o trabalho de produção científica do presente: “O trabalho dos cientistas nem sempre foi convergente. Aliás, eu acho que ele só começou a ser convergente agora há muito poucos anos para cá, porque até há um tempo atrás eu acho que eles tentavam ser o menos convergentes possível”. P7 relaciona também um eventual carácter divergente do trabalho dos cientistas com factores de ordem psicológica: “Um cientista é sempre alguém que quer ser um bocadinho único. Ele não quer, de facto, convergir em nada”. Não afastando a possibilidade de o conhecimento científico poder ser produzido por “génios”, P7 põe completamente de parte que estes possam trabalhar de forma isolada:“(…) acho que não é impossível a uma pessoa, de facto, genial, chegar a uma conclusão qualquer, mas precisa de ter uma base sólida de pessoas atrás de si a trabalhar

para poderem verificar que aquilo é verdade”. P7 concebe um ciência que deveria ser, idealmente, imune à acção de factores de ordem psicológica ou socio-política, reconhecendo que, na realidade, não o é: “Esta é mais uma daquelas em que eu gostava muito de concordar completamente, mas de facto é impossível porque a política, a religião, a psicologia... O que o próprio cientista quer ver... E muitas vezes o que ele quer ver não é o que ele, de facto, está a ver”.

B – Origem das concepções de ciência de P7

P7 admite nunca ter pensado muito no que respeita à imagem que possui de ciência e à forma como teria adquirido ou desenvolvido essa mesma imagem: “Também nunca pensei nisto a sério. Se calhar, é a primeira vez que estou a pensar assim um bocadinho sobre o assunto”. A primeira referência que encontra relativamente a esta questão, remonta à frequência do oitavo ano de escolaridade, com a introdução do “método científico”: “A primeira vez que ouvi falar no método científico foi há uns anos, bastantes... Foi na minha adolescência, para aí no oitavo ano, quando nós começámos a estudar isto em ciências [disciplina de Ciências Naturais]”. Este primeiro contacto com o “método científico” parece ter sido deveras marcante: “E marcou-me até hoje e continuo a acreditar piamente no método científico”. Considerando que as suas ideias a este respeito terão evoluído ao longo do tempo, “com a evolução dos estudos, coma evolução da idade, com o olhar para o mundo de maneira diferente”, P7 faz referência à passagem, enquanto estudante, pelo ensino superior: “A universidade... Enfim, o único momento que tivemos ao longo dos cinco anos para parar e pensar nisto foi na Didáctica”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P7

O sujeito considera que o professor terá, neste aspecto, uma influência inegável, condicionada também por aspectos psico-sociais: “Quando nós estamos a leccionar, a nossa experiência de vida, aquilo que nós pensamos sobre as coisas, influenciam sempre”. A seguinte passagem ilustra perfeitamente o anteriormente exposto: “(...) conteúdos de que eu gosto muito, os meus alunos gostam muito, por exemplo, e conteúdos de que eu não sou apreciadora, não consigo que eles sejam apreciadores”. Confirmando a ideia de que a imagem que o professor tem de ciência poderá ser realmente importante, P7 faz referência ao “método científico”: “E muitas vezes, ao nível do oitavo ano, em que eu no início do ano falo exactamente no método científico, por exemplo”.

Participante 8 (P8)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P8

	<i>Concepções de Ciência</i>	NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.			X		
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.			X		
6.	Exclusivamente analítica.				X	
7.	Excessivamente anti-analítica.				X	
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.			X		
10.	Socialmente descontextualizada.			X		

NC – Não Concorde; CP – Concorde Pouco; CM – Concorde Moderadamente; CB – Concorde Bastante; CC – Concorde Completamente.

P8 remete-nos para uma ciência na qual a observação dos “factos naturais” e a experimentação se aliam a processos cognitivos no sentido de haver uma verdadeira construção metódica do conhecimento científico. O sujeito aceita a ideia de um “método científico” algorítmico, não o considerando, contudo, único nem rígido: “Os cientistas, para descobrirem coisas, têm por vezes que fugir um bocadinho ao método científico, portanto, às etapas que estão predefinidas”. De acordo com P8, o simples seguir do método científico não será garantia de sucesso: “(...) na minha opinião, só isso não faz a ciência. É preciso haver alguma audácia”. Mesmo a especulação não será incompatível com o trabalho em ciência: “Por vezes, na minha opinião, o cientista tem mesmo que especular um pouco para conseguir chegar ao que quer”. P8 confere cientificidade ao domínio do qualitativo, apesar de fazer referência a uma suposta “ciência pura”, na qual o quantitativo teria a exclusividade: “Se pensarmos a nível de ‘ciência pura’,

muitas vezes acontece que só o que tem valor é o mundo quantificável. No entanto, eu acredito que só isso não chega”. Conferindo bastante importância a uma suposta “descoberta de factos naturais”, P8 refere que a construção e criação científicas serão também parte integrante do processo de construção do conhecimento científico: “Para mim, há construção e criação científica. É claro que é importante o cientista descobrir os factos naturais, descobrir o que a Natureza lhe dá, o que o rodeia. Tentar interpretar os fenómenos”. O trabalho do cientista parece surgir, assim, como um trabalho de descoberta, interpretação e construção de conhecimentos. O consenso entre a comunidade científica não deverá, segundo P8, constituir o critério universal para a validação do conhecimento como científico: “Mas nós sabemos que outros continuam a trabalhar no conhecimento que eles acreditam que seja... (...) Trabalham à margem. (...) Pessoalmente acho que sim, que devia ser reconhecido como científico, porque já tem acontecido que afinal quem estava certo era esse investigador que trabalhou à margem, que acreditou naquilo que fez”. A especialização é vista por P8 como necessária ao desenvolvimento da ciência, apesar de considerar que poderão daí advir efeitos negativos, nomeadamente o isolamento de conhecimentos de carácter específico. Quanto ao desenvolvimento ou crescimento do conhecimento científico ao longo dos tempos, P8 considera que este não terá sido sempre nem linear, nem cumulativo nem convergente. O sujeito concorda moderadamente com a imagem de um conhecimento científico produzido por “génios” isolados, apesar de colocar algumas reservas quanto ao conceito de “génio” e de pôr de parte a ideia do isolamento “crónico”: “Génios... Não sei se poderemos chamar génios ou não. (...) Muitas vezes isolam-se para se concentrarem no trabalho que fazem, mas têm também que estar em contacto para saber o que é que vai acontecendo, como é que vai evoluindo”. Relativamente a uma eventual contextualização social da ciência, P8 refere que é algo de inevitável: “Por mais rigorosa que seja a ciência, por mais rigoroso que seja o método científico, há sempre um pouco do psicológico que vai influenciar qualquer dado, qualquer conceito, qualquer coisa”.

B – Origem das concepções de ciência de P8

Quanto à origem das suas concepções de ciência, P8 refere como possível ponto de partida o seu gosto pelas disciplinas de ciências: “Sempre gostei muito de ciências. Tanto de Matemática como de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas. É provável que tenha partido daí”. P8 faz referência a um processo gradual, relacionando a evolução da sua concepção de ciência com diversos factores, nomeadamente a formação académica, profissional e a auto-formação onde destaca a leitura de livros e o debate de ideias com colegas. No que respeita em concreto à passagem enquanto estudante pelo ensino superior, P8 faz referência a duas disciplinas: “Por exemplo, quando tivemos uma disciplina que era a História das Ciências, e numa disciplina que era a História das Ideias em Química, em que nós pegávamos num conceito e depois íamos tentar ver como é que ele tinha evoluído ao longo dos tempos”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P8

P8 refere que, mesmo inadvertidamente, as concepções acabarão por ser transmitidas aos alunos. Curiosamente, faz uma distinção entre as suas próprias concepções (que considera ideias pessoais) e as supostas ideias cientificamente puras: “(...) às vezes pergunto-lhes se eles querem a minha opinião pessoal ou se eles querem mais cientificamente que lhes dê essa opinião. Mesmo dando mais cientificamente, tenho impressão que as concepções que nós possuímos acabam por influenciar”. Neste domínio, parece constituir prioridade para P8 o desenvolvimento da imagem de uma ciência dinâmica, evolutiva: “Preocupo-me em falar com os alunos, falar um pouco das concepções, e também no sentido de eles perceberem que a ciência vai evoluindo.

Participante 9 (P9)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P9

	<i>Concepções de Ciência</i>	NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, ateorica.			X		
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).			X		
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)				X	
5.	Extremamente relativista.		X			
6.	Exclusivamente analítica.				X	
7.	Excessivamente anti-analítica.			X		
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.		X			
10.	Socialmente descontextualizada.					X

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

Atribuindo alguma importância à observação e à experimentação na génese do conhecimento científico, P9 considera que existirão outros factores igualmente importantes, tentando fugir ao estereotipo do “método científico”: “Eu estou a fugir um pouco aqui à experimentação e à observação, que isto é tão dado e tão batido... (...) Há outros factores que podem dar origem ao conhecimento científico. Isto é tudo muito linear... O método científico para termos o conhecimento científico... [com ironia]”. De facto, P9 afasta a ideia da existência de um método científico único e da linearidade do trabalho em ciência: “Não só um método, nem tão linear. (...) Acho que se consegue ter esse tal conhecimento científico não seguindo só esse método”. Não retirando importância à quantificação em ciência, P9 não limita a ciência ao domínio do quantificável. Segundo P9, o trabalho do cientista resumir-se-á, basicamente, à “descoberta de factos naturais”: “Os factos naturais... A Natureza tem tanto para

descobrir, que está interligado, e nós vamos descobrindo aquele elo de ligação que faz parte do que a 'Mãe-Natureza' é constituída". P9 concorda pouco com a imagem de uma ciência baseada em negociações e consensos: "Acho que não deve haver é consenso. (...) Quanto mais discórdia houver, quanto mais dúvidas houver, mais se parte para uma descoberta". A especialização é vista como necessária ao desenvolvimento da ciência, desde que não contribua para um isolamento de conhecimentos cada vez mais específicos. P9 concebe um conhecimento científico actual que, não sendo fruto de um crescimento sempre linear ao longo dos tempos, será resultante de um processo cumulativo. É completamente afastada a imagem do cientista enquanto "génio isolado": "Até gente simples e com fracos conhecimentos pode realizar muitos trabalhos, por vezes, que podem ajudar ao conhecimento científico. Podem não saber interpretar mas podem realizar um belo trabalho que depois pode ser aproveitado. Não é nada de génios". Não concordando com a imagem de uma ciência fruto do trabalho de "génios", faz referência ao peso dessa imagem estereotipada: "É a imagem típica, não é? O gajo que está fechado no laboratório com aqueles frascos todos e vive a sua vida ali dentro de uma cave, não é? Isso é típico. É a imagem". P9 concorda completamente com a imagem de uma ciência imune a influências psicológicas e socio-políticas: "Não se pode misturar uma coisa com outra". Durante a entrevista, ao reflectir mais aprofundadamente sobre a questão, o entrevistado acabou por fazer distinção entre a resposta a este item no questionário, que terá correspondido ao "ideal de ciência", e a imagem que possui da ciência propriamente dita: "Por vezes isso acontece, não é? Mas não devia. Devia de ficar completamente independente de toda a ordem política e social. Mas isso acontece".

B – Origem das concepções de ciência de P9

Curiosamente, P9 relaciona o início do desenvolvimento das suas concepções de ciência com um cepticismo relativamente a esta: "No tempo de escola, eu lembro-me de uma coisa. Há aquela parte do ensino básico... 'Mas

como é que os gajos sabem isto? São só aldrabices!’ Uma pessoa mete o ponto de interrogação. Começa a fazer questões. Depois, quando entra no conhecimento mais profundo é que começa a dizer ‘Ah!’. Já começa a perceber”. Relativamente à sua passagem pelo ensino superior, enquanto aluno, P9 faz refere-se à ideia de uma ciência maioritariamente de “factos consumados”: “Pronto. Eram factos consumados. Eram dados. Discutia-se. Às vezes até se lançavam temas e depois cada um dizia...”.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P9

P9 adopta uma postura construtivista, ao referir que dá especial atenção às ideias que os alunos já possuem: “A transmissão de conhecimentos actual é muito rápida! A gente volta-se para os computadores, para a televisão... Tudo isso transmite informação. Os miúdos absorvem muita informação também. (...) Eles já têm ideias formadas! (...) Tenho o cuidado de, antes de lhes transmitir qualquer ideia, saber o que é que eles já sabem sobre isso. (...) Para construir algo mais”. O sujeito refere não pretender transmitir a sua imagem de ciência aos alunos: “Nem eu quero que eles tenham a mesma ideia do que eu”. Defendendo que cada um construirá a sua imagem de ciência, parece dar bastante importância à promoção da discussão e à ideia de uma ciência em constante mutação: “Criar imagens de ciência... Depois, cada um cria à sua maneira, conforme os conhecimentos que tem. (...) O que hoje é verdade, amanhã já é mentira. (...) Abre-se caminhos para a ciência através da discussão”.

Participante 10 (P10)

A – Concepções de ciência

Respostas ao questionário por parte de P10

	<i>Concepções de Ciência</i>	NC	CP	CM	CB	CC
1.	Empírico-indutivista, atórica.					X
2.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).				X	
3.	Rígida (algorítmica, exacta, infalível).		X			
4.	Aproblemática e ahistórica (fechada e dogmática)		X			
5.	Extremamente relativista.					X
6.	Exclusivamente analítica.				X	
7.	Excessivamente anti-analítica.		X			
8.	Cumulativa, de crescimento linear.				X	
9.	Individualista e elitista.	X				
10.	Socialmente descontextualizada.			X		

NC – Não Concordo; CP – Concordo Pouco; CM – Concordo Moderadamente; CB – Concordo Bastante; CC – Concordo Completamente.

P10 apresenta a visão de uma ciência de base empírico-indutivista, delineada por intermédio do cumprimento das várias etapas de um “método científico” rigoroso: “Sem experimentação e sem observação, é impossível existir conhecimento científico. (...) Se não são experimentadas, são meras hipóteses”. Curiosamente, apesar de apresentar uma visão de carácter empírico-indutivista, P10 não limita a ciência ao domínio do quantificável, atribuindo à “qualidade” um significado quase aristotélico: “(...) também a qualidade penso que é importante. Por muito que nos queiramos abstrair da qualidade, ela está sempre inerte em todas as coisas”. P10 considera que, actualmente, o trabalho do cientista já não se resumirá à “descoberta de factos naturais”, uma vez que a ciência poderá utilizar a tecnologia por si criada em prol do seu próprio desenvolvimento: “Hoje em dia, principalmente, já recorremos muito às novas tecnologias, e a ciência já não é tanto só a ‘descoberta do factos naturais’. Já tem

um pouco de tecnologia”. O participante concorda completamente com a imagem de uma ciência cuja produção está dependente do consenso entre investigadores. A especialização é vista como indispensável ao desenvolvimento da ciência, não conduzindo necessariamente a um isolamento de conhecimentos mais específicos: “(...) acho que à medida que se estudam as coisas mais especificamente, mais se pode avançar na ciência e, a partir das coisas mais pequenas, chegar às coisas mais abrangentes”. P10 considera que o conhecimento actual é o fruto de um crescimento cumulativo, mas não necessariamente linear, considerando igualmente que o trabalho dos cientistas é convergente, excepto em situações de rotura: “Penso que na maioria dos casos é convergente, excepto no caso de existirem essas grandes roturas que invalidem o trabalho feito anteriormente”. Não concordando com a imagem do cientista enquanto “génio isolado”, faz referência às respostas dadas relativamente aos itens anteriores: “Essa palavra aí, ‘génios’, penso que é um pouco irreal. (...) Claro que há grandes nomes das ciências, que fizeram grandes descobertas. Mas eu já em afirmações anteriores concordei que o conhecimento científico parte de estudos feitos por diversas pessoas e entidades que depois chegam a um consenso”. O participante confere um carácter negativo aos factores de ordem psicológica e socio-política, considerando que, idealmente, estes não deveriam influenciar a ciência: “Se calhar, o ideal era que os factores psicológicos e socio-políticos não condicionassem a ciência. Mas, na realidade, não é bem assim”.

B – Origem das concepções de ciência de P10

P10 caracteriza a evolução das suas concepções acerca da ciência como longa, fazendo referência ao 7º ano de escolaridade como tendo constituído o início dessa evolução. Segundo P10, o desenvolvimento das suas concepções de ciência está directamente relacionado com o contacto com a experimentação, o que está de acordo com as concepções de tez empírico-indutivista anteriormente evidenciadas: “(...) 5º e 6º ano, nem tanto, porque não tive possibilidade de

experimentação na área das ciências por falta de recursos. (...) Talvez mais a partir do 7º ano, mas principalmente a partir do 10º e do 11º nas disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Biologia e de Química, em que era possível fazer um trabalho mais experimental”. P10 faz igualmente referência à formação inicial e ao exercício da própria profissão docente como contributos para o desenvolvimento das suas concepções de ciência.

C – Promoção do desenvolvimento de concepções de ciência nos alunos por parte de P10

O participante refere preocupar-se em “transmitir ideias certas sobre ciência”, dando especial destaque à elaboração de trabalhos relacionados com a actualidade científica como forma de ultrapassar ideias prévias dos alunos: “Preocupo-me em fazer trabalhos relacionados com a actualidade e com as descobertas actuais da ciência, para que eles possam ir mais além nas ideias que têm preconcebidas de ciência”.