

## **IV - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **Introdução**

Neste capítulo, são apresentados e interpretados os resultados relativos às quatro componentes que corporizam este estudo. A primeira centra-se na apreciação da valorização atribuída à natureza da Ciência nos documentos oficiais, emanados pelo Ministério da Educação, orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais (3º ciclo) e de Biologia e Geologia (10º e 11º anos de escolaridade). As outras três componentes constroem-se em torno de um grupo de manuais escolares destinados às disciplinas e anos de escolaridade acima referidos. A primeira focaliza-se na análise da abordagem que os manuais escolares dedicam à natureza da Ciência e da imagem de Ciência que daí advém. A segunda identifica as percepções dos autores que subjazem à concretização da natureza da Ciência nos manuais escolares. A terceira analisa as percepções dos professores que utilizam esses manuais acerca das imagens de Ciência por eles veiculadas.

#### **4.1. Natureza da Ciência nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Esta componente do presente estudo tem por base os seguintes objectivos:

- a) Identificar as imagens da natureza da Ciência nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.
- b) Identificar o grau de incidência de bibliografia passível de contribuir para a exploração da natureza da Ciência referida nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

#### **4.1.1. Imagens da natureza da Ciência nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Os quadros 4.1 a 4.3 apresentam os princípios teóricos relativos à natureza da Ciência, explicitados nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem para as disciplinas de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia: (1) *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*; (2) *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico* e (3) *Programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade (B+G)*. Recorda-se que as secções analisadas nos dois primeiros documentos são: no primeiro, as comuns aos vários ciclos do ensino Básico e a específica da área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo (CNEB); no segundo, as comuns às duas disciplinas que o integram – Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas - e a específica da disciplina das Ciências Naturais (CN). Nestes quadros, está também indicado o número de segmentos de texto apresentados nos vários documentos, correspondente a cada um dos princípios teóricos.

O quadro 4.1 apresenta os princípios relativos a: (a) natureza da Ciência como uma componente da Educação em Ciências e (b) contributo da natureza da Ciência na formação do indivíduo. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada um dos princípios. Cada enunciado pode incidir em mais do que um princípio pelo que o somatório das ocorrências indicadas nos documentos – CNEB e CN – não coincide com os valores totais apresentados.

A natureza da Ciência é apontada como uma dimensão da Educação em Ciências para os vários anos de escolaridade do 3º ciclo do ensino Básico e do ensino Secundário<sup>1</sup>:

“Preconiza-se o desenvolvimento de competências específicas em diferentes domínios como o do conhecimento (substantivo, processual, epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes.” (Abrantes *et al.*, 2001, p. 132; sublinhado nosso)

“Num primeiro nível desenvolve-se cada um dos temas organizadores, através de dois conjuntos de questões de partida: um de abordagem mais geral, que implica, por vezes, a

---

<sup>1</sup> Na secção 1.1.4 são apresentados outros segmentos de texto ilustrativos da assunção da natureza da Ciência como uma dimensão da Educação em Ciências.

natureza da Ciência e a do conhecimento científico; o outro de abordagem mais específica. Os dois conjuntos de questões relacionam-se com os conteúdos abordados nas duas disciplinas.” (Galvão *et al.*, 2002, p. 6; sublinhado nosso)

“a Ciência deve ser apresentada como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção destes saberes, reforçando-se a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da Ciência e da investigação científica” (Amador *et al.*, 2001, p. 7, sublinhado nosso)

Este princípio está patente não só nestas indicações explícitas mas também na especificação de outros princípios, principalmente, nos atributos caracterizadores da natureza da Ciência (v. quadro 4.2).

**Quadro 4.1: Princípios teóricos relativos à natureza da Ciência nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Princípios teóricos	CNEB (n = 2)	CN 3º Ciclo (n = 2)	B+G 10º Ano (n = 4)	B+G 11º Ano (n = 2)
<b>A natureza da Ciência é uma dimensão da Educação em Ciências</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b> 1+3	<b>2</b> 0+2
<b>A natureza da Ciência contribui para a:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
- preparação do cidadão na abordagem de questões científicas e tecnológicas	1			
- promoção da literacia científica do cidadão. A literacia científica é essencial ao exercício pleno da cidadania.		1		

**Nota:**

**1) CNEB:** Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais; **CN:** Ciências Físicas e Naturais, Orientações Curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico; **B+G:** Programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade.

**2)** Os números assinalados a negrito representam o somatório dos segmentos de texto do respectivo princípio.

**3)** Nas colunas B+G, o primeiro algarismo corresponde ao número de segmentos de texto presentes na componente de Biologia e o segundo ao número de segmentos de texto presentes na componente de Geologia.

O contributo da natureza da Ciência na formação do indivíduo está referida apenas nos documentos que estabelecem as orientações para o processo de ensino-aprendizagem no 3º ciclo do ensino Básico: *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais e Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico*. É uma indicação bastante sucinta, pois está limitada a apenas duas referências de âmbito geral. A primeira - *Preparação do cidadão para a abordagem de questões*

*científicas e tecnológicas* - parece preconizar a intervenção do cidadão na tomada de decisões sobre problemáticas de natureza científica e tecnológica, próprias da sociedade actual. A compreensão da segunda referência - *Promoção da literacia científica. A literacia científica é essencial ao exercício pleno da cidadania* - está dependente dos significados atribuídos a *literacia científica* e a *exercício da cidadania* e da relação estabelecida entre eles. A compreensão do contributo da natureza da Ciência no desenvolvimento da literacia científica vê-se condicionada pela multiplicidade de significados que o próprio conceito de literacia científica pode englobar (v. secção 1.1.1). O entendimento deste conceito, dependendo da perspectiva mobilizada, poderá conduzir a uma visão mais ou menos redutora da importância da natureza da Ciência. O seu significado ultrapassa a mera detenção de conhecimento substantivo e avança para a capacidade do cidadão na mobilização do conhecimento científico, através das suas várias vertentes (substantiva, processual e epistemológica), em debates e na resolução de problemáticas de natureza sociocientífica, típicas desta sociedade contemporânea. É esta participação activa do cidadão que subjaz ao entendimento do exercício pleno da cidadania. Nesta perspectiva, a referência à importância da natureza da Ciência na *promoção da literacia científica* aproxima-se do possível entendimento atribuído ao primeiro princípio – *Preparação do cidadão para a abordagem de questões científicas e tecnológicas*. Desta forma e como se previa, poder-se-á sublinhar a concordância ideológica entre o Currículo Nacional do Ensino Básico e as Orientações Curriculares do 3º ciclo. O desenvolvimento de competências promotoras do exercício de uma cidadania crítica é também uma finalidade do ensino da Biologia e Geologia nos 10º e 11º anos de escolaridade:

“o programa não deve ser apenas pensado e dirigido para alunos que possam seguir uma carreira profissional nestas áreas, mas também para indivíduos a quem a sociedade exige, cada vez mais, uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas baseados em informação e métodos científicos.” (Amador *et al.*, 2001, p. 4; sublinhado nosso)

Perante esta semelhança com o ensino Básico, é possível admitir a transposição para o ensino Secundário do papel apontado para a natureza da Ciência no primeiro nível de ensino. Assim, no ensino Secundário, a abordagem da natureza da Ciência também contribuirá para o desenvolvimento do exercício pleno de uma cidadania crítica. Contudo,

dado que o ensino Secundário assenta numa formação que espelha já um certo grau de especialização, em oposição ao ensino Básico que aponta para uma formação generalista, seria de esperar a indicação de finalidades diferentes para a natureza da Ciência nos dois níveis de ensino. O aluno do ensino Secundário, para além do papel interventivo que deverá assumir na discussão e resolução de problemáticas públicas, poderá prosseguir estudos de natureza científica e, então, vir a exercer uma actividade de investigação científica. Este é também um dos pressupostos em que assenta a estruturação e organização dos programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade, como mostra o excerto acima transcrito. Neste sentido, a natureza da Ciência também deverá contribuir para o desenvolvimento das competências necessárias ao desempenho da actividade profissional. No entanto, esta perspectiva não está reflectida em nenhum dos programas do ensino Secundário.

Se nas problemáticas de natureza sociocientífica, a natureza da Ciência é uma das dimensões do conhecimento científico que poderá contribuir para a sua compreensão e para a fundamentação de opiniões sobre elas, verifica-se, em todos os documentos oficiais, a ausência da especificação da natureza deste possível contributo.

O quadro 4.2 especifica as dimensões da natureza da Ciência e os respectivos atributos assumidos nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada um dos atributos listados. Dado que cada enunciado pode mencionar mais do que um atributo, o somatório do total parcial das cinco dimensões não corresponde com os valores totais apresentados. No anexo 6 incluem-se exemplos de segmentos de texto ilustrativos das várias dimensões/atributos da natureza da Ciência contemplados.

A presença dos atributos da natureza da Ciência permite a identificação da perspectiva de Ciência defendida uma vez que, para além deles, não existe a sua indicação precisa. Os programas de Geologia dos 10º e 11º anos incluem como um objectivo “*promover uma imagem de ciência coerente com as perspectivas actuais*” (Amador *et al.*, 2001, p. 8). No entanto, em nenhum momento, denominam qualquer perspectiva de Ciência. Os atributos listados no quadro 4.2 apontam, claramente, para uma perspectiva de Ciência de cariz pós-positivista, consistente com perspectivas epistemológicas actuais.

**Quadro 4.2: Dimensões da natureza da Ciência preconizadas nos documentos oficiais para o ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

<b>Dimensões/Atributos da natureza da Ciência</b>	<b>CNEB</b> (n = 7)	<b>CN</b> <b>3º Ciclo</b> (n = 6)	<b>B+G</b> <b>10º Ano</b> (n = 16) (1+15)	<b>B+G</b> <b>11º Ano</b> (n = 8) (6+2)
<b>Processo de Criação Científica</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
- Indicação sem explicitação dos processos envolvidos			1+1	0+1
- Métodos de investigação próprios da Geologia			0+2	
- A observação directa e a experimentação não possibilitam a testagem de hipóteses interpretativas de alguns fenómenos geológicos.			0+1	
- Pensamento criativo	1			
- Diversidade de formas de trabalho dos cientistas	1	1		
<b>Contexto da Actividade Científica</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
- Contextos social, cultural, político, religioso, tecnológico, económico	2	5	1+2	1+1
- Trabalho interdisciplinar		1		1+0
<b>Estatuto da Teoria e da Observação</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
- Interpretação de dados em função de quadros teóricos			0+2	1+1
- Pensamentos e observações interagem	2			
<b>Evolução do Conhecimento Científico</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>4</b>
- Carácter temporal e dinâmico/carácter inacabado	1	2	0+9	1+1
- Controvérsias/Polémicas	2		0+2	2+0
- Êxitos e fracassos	1	1		
<b>Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
- Confronto das explicações científicas com as do senso comum; Confronto da Ciência com a Arte e a Religião	1	1		1+0

**Nota:**

1) **CNEB**: Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais; **CN**: Ciências Físicas e Naturais, Orientações Curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico; **B+G** - Programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade.

2) Os números assinalados a negrito representam o somatório dos segmentos de texto da respectiva dimensão.

3) Nas colunas B+G, o primeiro algarismo corresponde ao número de segmentos de texto presentes na componente de Biologia e o segundo ao número de segmentos de texto presentes na componente de Geologia.

A análise deste quadro mostra que, à excepção da dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico*, é preconizada a abordagem das restantes dimensões da natureza da Ciência em todos os anos de escolaridade:

- a) Processo de Criação Científica;
- b) *Contexto da actividade científica*;
- c) Estatuto da Teoria e da Observação;
- d) *Evolução do conhecimento científico*.

As dimensões da natureza da Ciência assinaladas a itálico, *Contexto da Actividade Científica* e *Evolução do Conhecimento Científico*, são as que surgem com maior destaque, respectivamente, nas Orientações Curriculares do 3º ciclo e na Componente de Geologia do Programa de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade. Assim, no 3º ciclo é enfatizado o contexto da actividade científica através da valorização dos factores de ordem social, cultural, económico, político, religioso e tecnológico que caracterizam o cenário de produção científica. Na componente de Geologia do 10º ano de escolaridade, a ênfase assenta na imagem de Ciência como um conhecimento temporal, dinâmico e inacabado em detrimento da projecção de modelos de progresso do conhecimento científico. O modo de progresso do conhecimento científico está patente no “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais” mas não tem qualquer concretização no documento de natureza mais específica que serve de suporte à operacionalização do ensino-aprendizagem das Ciências Naturais do 3º ciclo – “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico”.

Constata-se que, embora a abordagem da dimensão - *Estatuto da Teoria e da Observação* - esteja preconizada no “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais”, documento de referência na estruturação do processo de ensino-aprendizagem do ensino Básico, não é explicitada no documento “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico”. A interpretação de dados empíricos orientada por quadros teóricos é enfatizada na componente de Geologia do programa de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade. Tendo em conta o papel relevante da teoria na consecução das várias fases do processo de construção do conhecimento científico, esta dimensão deveria estar claramente enfatizada nos vários documentos orientadores do processo de ensino-aprendizagem, não só nas secções de carácter geral mas também nas secções de sugestões de actividades didácticas.

A dimensão – *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* – é proposta para exploração no 3º ciclo do ensino Básico e na componente de Biologia do 11º ano de escolaridade:

“propõe-se a análise e debate de relatos de descobertas científicas (...) possibilitando ao aluno confrontar, por uma lado, as explicações científicas com as do senso comum, por outro, a ciência, a arte e a religião” [3º ciclo] (Abrantes, 2001, p. 133; Galvão, 2002, p. 7)

“Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas ...) relativas á evolução dos seres vivos.” [11º ano] (Mendes & Amador, 2003, p. 12)

Se é importante que o cidadão visualize a cultura como um todo que integra a cultura científica e a cultura humanística e, desta forma, se promova a compreensão da importância da Ciência e de outras formas de conhecimento na vivência do cidadão na sociedade actual, então, esta deveria também ser uma dimensão de carácter eminentemente transversal, presente nos vários anos de escolaridade e claramente expressa nas sugestões de actividades didácticas. Assumindo que o capital cultural do aluno se enriquece à medida que a formação progride, decorrente do aprofundamento de determinadas matérias de natureza científica e humanística e da abordagem de outras áreas de conhecimento, como, por exemplo, a Filosofia no ensino Secundário, disciplina que no 11º ano contempla a natureza da Ciência como um tema didáctico (v. secção 1.1.4), o *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é uma dimensão cuja exploração lucrará significativamente com esse enriquecimento. A importância desta dimensão também está reflectida na opinião de Galvão & Freire (2004), autoras do documento “Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico”, expressa num artigo de apresentação dos fundamentos e da organização geral deste documento. Defendem um perfil de professor, baseado nas ideias de Griffin (1999), que se adequa à abordagem da Ciência como Cultura. É um professor “*cosmopolita*” cujo saber assenta em áreas de conhecimento diversificadas e na capacidade de as interligar:

“O termo cosmopolita refere-se ao professor que vê ligações entre campos diversos como ciência, matemática, música e linguagem, que ajuda os alunos a dar sentido ao enorme conjunto de estímulos que os rodeiam. É um professor prospectivo que não se mantém

estruturalmente focado em pedaços do currículo escolar ou numa abordagem de ensino, mas, em vez disso, vê o mundo como conectivo, como uma amálgama de pensamentos e acções, acontecimentos e artefactos que, em conjunto, compõem as culturas e as sociedades que perfilhamos.” (Galvão & Freire, 2004, p. 33)

A dimensão *Processo de Criação Científica* assume maior relevo na componente de Geologia do 10º ano de escolaridade. Resulta, fundamentalmente, da enunciação da existência de processos de trabalho específicos da investigação em Geologia, justificada pela natureza específica desta área de conhecimento, mas sem a apresentação de qualquer exemplo. Simultaneamente à valorização da observação e da experimentação na recolha de dados, encontra-se uma referência que poderá contribuir para a reconstrução da imagem do processo de criação científica assente apenas na observação e experimentação:

“como a maior parte dos processos geológicos, numa perspectiva humana, são extraordinariamente lentos e imperceptíveis, os geólogos não podem, muitas vezes, testar as suas hipóteses através da observação directa ou da experimentação” (Amador et al., 2001, p. 22; sublinhado nosso)

Está também evidenciada a importância da mobilização de quadros teóricos na atribuição de significado aos dados recolhidos.

Este registo, conjuntamente com a referência ao pensamento criativo, no documento “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais”, são propostas que ajudam a reconstruir visões deformadas do trabalho dos cientistas como aquelas que o associam a um método científico de natureza algorítmica. Deste modo, justifica-se a necessidade de enfatizar, nas secções de âmbito geral e nas específicas – Experiências Educativas –, a implementação de actividades centradas na discussão do papel do pensamento criativo na construção do conhecimento científico e de outras orientadas para o desenvolvimento do mesmo.

No quadro 4.3 estão listadas as propostas de actividades orientadas para a compreensão da natureza da Ciência. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada uma das actividades enumeradas. No caso das actividades orientadas explicitamente para a exploração da natureza da Ciência, os

segmentos de texto respectivos podem apontar em simultâneo mais do que uma actividade. Assim, o somatório das frequências registadas para cada actividade pode não coincidir com os valores totais apresentados.

**Quadro 4.3: Actividades orientadas para a compreensão da natureza da Ciência propostas nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Actividades	CNEB	CN 3º Ciclo	B+G 10º Ano	B+G 11º Ano
A compreensão da natureza da Ciência é promovida através de actividades didácticas de essência diversificada				
<b>a) <u>Actividades apresentadas explicitamente com esse fim</u></b>	<b>(n = 4)</b>	<b>(n = 6)</b>	<b>(n = 5)</b>	<b>(n = 4)</b>
- Recolha, selecção, análise, organização e comunicação de informação	1	1	0+2	(4+0)
- Discussão/debates de assuntos controversos/polémicos		1	0+3	
- Reflexão crítica, Aceitação do erro e incerteza, Reformulação do trabalho	1	1		
- Investigação, Pesquisa, Resolução de problemas	2	1		1+0
- Projectos interdisciplinares		1		
- Utilização do V de Gowin				1+0
- Recurso à História da Ciência				
* Indicação sem explicitação do modo de exploração				2+0
* Análise/debate de relatos de descobertas científicas	1	3	0+1	
* Desenvolvimento de actividades experimentais enquadradas por episódios da História da Ciência			0+1	
* Pesquisa de informação sobre o trabalho de cientistas		1		
<b>b) <u>Actividades que implicitamente contribuem para esse fim</u></b>	<b>(n = 0)</b>	<b>(n = 4)</b>	<b>(n = 12)</b>	<b>(n = 7)</b>
- Actividades laboratoriais		4	12+0	5+2

**Nota:**

**1) CNEB:** Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais; **CN:** Ciências Físicas e Naturais, Orientações Curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico; **B+G:** Programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade.

**2)** Nas colunas B+G, o primeiro algarismo corresponde ao número de segmentos de texto presentes na componente de Biologia e o segundo ao número de segmentos de texto presentes na componente de Geologia.

Os documentos dos vários anos de escolaridade incluem propostas de actividades de natureza diversificada destinadas à promoção da compreensão da natureza da Ciência. Apontam no sentido de uma perspectiva de ensino assente na pluralidade metodológica (v. Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). É esta perspectiva que um grupo de investigadores, no qual se inclui a coordenadora da equipa responsável pela concepção do documento oficial destinado ao 3º ciclo do ensino Básico, concretiza num conjunto de propostas orientadas para o desenvolvimento de competências não só do domínio do conhecimento epistemológico mas também de outros domínios do ensino das Ciências (v. Galvão *et al.*, 2006).

O quadro 4.3 mostra algumas diferenças entre o número e tipo de sugestões apresentadas. Assim, o maior número de ocorrências concentra-se no documento “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico” e no programa de 10º ano de escolaridade. No entanto, a maior diversidade de propostas encontra-se no documento “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico”, apontando, deste modo, para o desenvolvimento de um maior número de competências.

A natureza progressivamente especializada dos vários anos de escolaridade acarreta níveis de formulação com grau de complexidade crescente. Seria, assim, de esperar que a natureza da Ciência, entendida como um tópico transversal, acompanhasse esta evolução. A leitura comparativa dos vários documentos não possibilita chegar a qualquer conclusão.

Importa, agora, analisar a relação das abordagens sugeridas com as dimensões da natureza da Ciência passíveis de serem desenvolvidas. É de anotar, a ausência de explicitação dessa relação relativamente às seguintes propostas:

- a) Recolha, selecção, análise, organização e comunicação de informação;
- b) Reflexão crítica, Aceitação do erro e incerteza, Reformulação do trabalho;
- c) Investigação, Pesquisa, Resolução de problemas;
- d) Projectos interdisciplinares;
- e) Recurso à História da Ciência: Desenvolvimento de actividades experimentais enquadradas por episódios da História da Ciência.

Salienta-se, ainda, a ausência da explicitação do significado de “Investigação”, de “Pesquisa” e de “Problema”. O significado de “Resolução de problemas” também não está claramente explicitado. Estas ausências dificultam a compreensão do contributo destas actividades didácticas no ensino das Ciências e, em particular, na operacionalização da natureza da Ciência.

Em seguida, descrevem-se as relações explicitadas entre as abordagens propostas e a natureza da Ciência. Relativamente às abordagens em que esta relação não está registada, apontar-se-ão algumas potencialidades passíveis de emergir da sua implementação.

As propostas - *Recurso à História da Ciência: Análise/debate de relatos de descobertas científicas e Pesquisa de informação sobre o trabalho de cientistas; Discussão/debates de assuntos controversos/polémicos* – são apresentadas com o intuito de promover a compreensão da Ciência como uma actividade humana influenciada por factores de ordem social. Algumas propostas de – *Análise/debate de relatos de descobertas científicas* – apontam ainda para a compreensão da inexistência de um procedimento de trabalho único, do carácter dinâmico da Ciência e, através da confrontação Ciência/Arte/Religião, do estatuto epistemológico do conhecimento científico. Destas propostas, apenas três estão associadas a conteúdos científicos concretos: Geocentrismo/Heliocentrismo (Ciências Naturais – 7º ano), Deriva dos Continentes e Tectónica de Placas (7º ano) e Idade da Terra (Geologia – 10º ano). Na componente de Geologia do 10º ano, algumas sugestões evidenciam a interligação entre as abordagens - *Discussão/debates de assuntos controversos/polémicos e Recolha, selecção, análise e organização de informação* - em que a segunda constitui uma via preparatória da primeira.

A proposta - *Desenvolvimento de actividades experimentais enquadradas por episódios da História da Ciência* – poder-se-á aproximar das várias dimensões da natureza da Ciência por se poder focalizar quer no contexto de justificação quer no contexto de descoberta da actividade científica. A perspectiva de Ciência defendida actualmente aponta para a valorização dos dois contextos. A História da Ciência é um recurso por excelência para a promoção da compreensão da natureza da Ciência desde que seja objecto de exploração explícita, conforme tem sido defendido por alguns investigadores (v. Lederman, 2004). As propostas apresentadas pelos documentos oficiais aproximam-se desta perspectiva.

A proposta - *Utilização do V de Gowin* – é a única que, através da indicação das suas potencialidades educativas - *uma ferramenta integradora das dimensões conceptual e metodológica* -, enfatiza o papel da teoria na interpretação de dados empíricos. Embora seja esta a única sugestão de actividade laboratorial que explicitamente aponta para o processo de construção do conhecimento científico, todas as outras apresentam a potencialidade de concorrerem implicitamente para a construção de uma imagem de Ciência. Este facto aliado à importância que tradicionalmente é atribuída ao trabalho laboratorial no ensino das Ciências justificam que seja dada atenção às várias propostas apresentadas. Importa, então, analisar em que medida as propostas apresentadas indiciam uma perspectiva de Ciência de cariz positivista ou pós-positivista. Em primeiro lugar, é necessário assinalar a diferenciação do número de propostas de actividades laboratoriais entre os vários documentos oficiais. Esta diferenciação parece relacionar-se com as variáveis «nível de escolaridade» e «domínio científico». Assim, no 3º ciclo apenas são apresentadas propostas na área da Biologia, num total de quatro. No ensino secundário, o número de propostas predomina significativamente na área de Biologia: 12 propostas no 10º ano e 5 propostas no 11º ano. Na área da Geologia, encontram-se apenas duas sugestões no 11º ano, mas da mesma natureza - “*Observação de amostras de mão de diferentes minerais acompanhadas de observações ao microscópio petrográfico de lâminas delgadas*” (Mendes & Amador, 2003, pp. 32 e 34).

A ausência de explicitação dos pressupostos teóricos inerentes às propostas apresentadas dificulta a percepção da perspectiva de Ciência que lhes está subjacente. Constata-se, então, a sugestão de diversas actividades nos vários anos de escolaridade que apelam para competências diferenciadas. São estas sugestões que se analisam de seguida.

O *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais* apresenta um enunciado que especifica uma tipologia de actividades laboratoriais a implementar:

“Sugere-se a realização de actividades experimentais de vários tipos: (i) investigativas, partindo de uma questão ou problema, avaliando as soluções encontradas; (ii) ilustrativas de leis científicas; (iii) aquisição de técnicas” (Abrantes, 2001, p. 143)

Deste modo, pressupõe o desenvolvimento de objectivos de aprendizagem diferenciados através da implementação do trabalho laboratorial.

Este documento alerta ainda para a implementação de actividades laboratoriais no sentido de promover o desenvolvimento de competências inerentes ao processo de construção do conhecimento científico:

“(…) Mesmo nos 2º e 3º ciclos a actividade experimental deve ser planeada com os alunos, decorrendo de problemas que se pretende investigar e não constituem a simples aplicação de um receituário. Em qualquer dos ciclos deve haver a formulação de hipóteses e previsão de resultados, observação e explicação.” (Abrantes, 2001, pp. 131-132; sublinhado nosso)

Em nenhum momento, é estabelecida qualquer relação entre as propostas apresentadas nos documentos oficiais e uma tipologia de actividades laboratoriais como, por exemplo, a acima citada.

As actividades laboratoriais propostas no 3º ciclo apontam preferencialmente para o desenvolvimento do *conhecimento substantivo*, como ilustra o seguinte exemplo:

“Os alunos devem conhecer a localização do material genético na célula, o que pode ser conseguido com recurso a esquemas da constituição celular; podem também ser realizadas actividades experimentais para a observação microscópica do núcleo de células animais e vegetais, complementadas com imagens obtidas ao microscópio electrónico.” (Galvão, 2002, p. 34; sublinhado nosso)

No entanto, três das actividades propostas apresentam particularidades que conferem diferentes finalidades ao trabalho laboratorial. Uma proposta aponta, em simultâneo, para o desenvolvimento dos conhecimentos *substantivo e processual*:

“A realização de actividades experimentais para a dissecação de alguns órgãos possibilita, não só o conhecimento mais pormenorizado de características morfológicas e fisiológicas desses órgãos, mas também o manuseamento de material de laboratório que se utiliza preferencialmente nestas actividades.” (Galvão *et al.*, 2002, p. 36; sublinhado nosso)

Uma outra proposta pode sugerir uma perspectiva de pendor indutivista, uma vez que o ponto de partida para a realização da actividade laboratorial parece assentar na observação e porque não há qualquer indicação de um possível quadro teórico em que se insira a observação:

“No âmbito do estudo desta temática podem também ser realizadas actividades experimentais para a observação, por exemplo, da influência da luz no desenvolvimento das plantas.” (Galvão *et al.*, 2002, p. 24)

A terceira proposta parece preconizar o envolvimento do aluno na *planificação* de actividades laboratoriais. No entanto, o poder de decisão que lhe é conferido é bastante limitado. Neste exemplo, a intervenção do aluno na construção da actividade laboratorial está restringida à preparação do material biológico, indispensável à sua consecução:

“Sugere-se a realização de actividades experimentais, com utilização do microscópio, para que os alunos observem microorganismos (a preparação de infusões serve este propósito e envolve os alunos na concepção e desenvolvimento das actividades).” (Galvão *et al.*, 2002, p. 13)

Já nos programas dos 10º e 11º anos de escolaridade, a maioria das propostas de actividades laboratoriais aponta para o envolvimento efectivo do aluno na *planificação* da própria actividade laboratorial seguida da sua execução:

“No estudo dos processos de transporte ao nível da membrana celular, suas características, potencialidades e limitações, a ultraestrutura da membrana e a natureza das substâncias a transportar devem servir como fio integrador. O estudo destes conteúdos proporciona a planificação e execução de actividades laboratoriais simples, pelos alunos, que podem ser concebidas com diferentes graus de abertura.” [10º ano] (Amador *et al.*, 2001, p. 81)

“Planificar e executar actividades laboratoriais e experimentais.” [11º ano] (Mendes & Amador, 2003, p. 8)

Há ainda outras sugestões metodológicas relacionadas com o trabalho laboratorial que apontam apenas para a interpretação de procedimentos experimentais. A execução deste tipo de actividades implica a reflexão sobre as razões que orientam a construção do protocolo laboratorial, o confronto e discussão de diferentes propostas e a reestruturação da actividade quando necessário. Desta forma, poderão ser exploradas com o intuito de promover a compreensão da actividade laboratorial como um processo não linear.

Salientam-se, em seguida, outras propostas que possibilitam a exploração de algumas características inerentes ao processo de criação científica. Na componente de Biologia, do programa de 11º ano, encontra-se uma proposta que poderá ser explorada no sentido de

promover a compreensão da investigação científica como uma actividade que não está confinada a actividades laboratoriais isoladas mas que as conjugam com actividades de outra natureza como, por exemplo, a pesquisa bibliográfica:

“Planificação e concretização de actividades práticas para estudo do processo de mitose (ex. utilizando vértices vegetativos de raízes de *Allium* ou *Pisum* como material biológico). Recomenda-se que os alunos tomem parte activa nas diversas etapas de decisão e execução; assim, deverão participar na identificação de tecidos onde supostamente ocorrem mitoses, na avaliação de dificuldades inerentes à obtenção e cultura, bem como na pesquisa bibliográfica que permita seleccionar protocolos e apoiar a interpretação das imagens microscópicas que venham a ser obtidas.” (Mendes & Amador, 2003, p. 7; sublinhado nosso)

Uma outra proposta didáctica, também no domínio da Biologia e no mesmo ano de escolaridade da anterior, poderá ser utilizada para a promoção da compreensão da *importância da tecnologia na investigação científica*, particularmente nas vantagens decorrentes da automatização da leitura de dados:

“planificar e executar actividades laboratoriais de natureza experimental que permitam pôr em prática procedimentos de propagação vegetativa; recomenda-se a valorização de processos de manipulação e controlo de variáveis simples, como temperatura, humidade, ..., bem como discussão da importância das réplicas nos trabalhos experimentais; a utilização de sensores pode ser uma mais valia na monitorização das variáveis em estudo.” (Mendes & Amador, 2003, p. 9)

É natural que o papel da teoria na interpretação de dados esteja vinculado à proposta de utilização do V de Gowin, uma vez que este se caracteriza por uma estrutura facilitadora da integração dos lados conceptual e metodológico. No entanto, também é possível promover essa interacção através das actividades atrás mencionadas. Nestas, é claramente possível a inclusão de princípios teóricos orientadores da análise dos dados, conforme ilustram alguns exemplos já apresentados na literatura (v. Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

No programa de 10º ano, existem ainda outras sugestões metodológicas que assentam na interpretação de dados de natureza experimental. Não dão qualquer indicação relativa à origem destes dados, isto é, se são recolhidos pelo aluno ou se lhe são fornecidos, não

sendo, então, possível definir se a proposta aponta ou não para a realização de uma actividade laboratorial. O extracto seguinte exemplifica esse tipo de sugestões:

“Interpretar dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença da luz.” (Amador *et al.*, 2001, p. 80)

Estas propostas, como já se assinalou na análise de uma actividade laboratorial para o 3º ciclo, poderão sugerir uma perspectiva de pendor indutivista, uma vez que não é clarificada a necessidade de um quadro teórico orientador da interpretação dos dados.

Em síntese, o trabalho laboratorial é valorizado nos vários anos de escolaridade, apresenta pontos de contacto com as recomendações da investigação em Educação em Ciências, reflectindo, assim, a importância que lhe é reconhecida pela investigação. No entanto, em nenhum documento é definida qualquer relação entre ele e a natureza da Ciência.

A *Reflexão crítica*, apontada como uma outra via promotora do desenvolvimento da compreensão da natureza da Ciência, também pode e deve integrar o trabalho laboratorial. Neste sentido, salienta-se, novamente, a importância que assume a análise, pelo próprio aluno, das razões que o orientam nas opções tomadas durante a estruturação da actividade laboratorial e do conhecimento substantivo mobilizado na interpretação dos dados.

O trabalho cooperativo é uma proposta incluída nos vários documentos oficiais, principalmente, nos programas dos 10º e 11º anos de escolaridade: “*Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo*” (Amador *et al.*, 2001, p. 25; Mendes & Amador, 2003, p. 19). No entanto, não é apresentado como uma via promotora da compreensão da natureza da Ciência nem é definido qualquer pressuposto teórico que o relacione com a natureza da Ciência. Contudo, poder-se-á concretizar na implementação da proposta - *projectos interdisciplinares* - em que o confronto de opiniões e o contributo de diferentes áreas do conhecimento adquire relevo. Se a investigação científica, em determinados momentos, poderá incluir uma componente de trabalho mais individualizada, também é certo que o confronto de opiniões e a conjugação de saberes são fulcrais na construção do conhecimento científico.

A maioria das actividades propostas parece apontar para a implementação de uma pedagogia para a autonomia na medida em que exige ao aluno a tomada de decisão a diferentes níveis. Implicam o desenvolvimento de competências que estão envolvidas no processo de criação científica e que contribuirão para a promoção de uma atitude científica. A definição de planos de trabalho e de estratégias de resolução de problemas, a pesquisa e comunicação de informação, o discurso argumentativo, a capacidade de apreciar diferentes perspectivas e a reflexão crítica são competências que poderão emergir da implementação das sugestões apontadas. Esta leitura é reforçada pela análise crítica, desenvolvida por Marques (2001), dos documentos preparatórios que estiveram na origem da componente de Geologia do programa do 10º ano de escolaridade. Este investigador sublinha a emergência de uma nova perspectiva de ensino e de um papel para o aluno em que a reflexividade ganha protagonismo. Nesta mesma linha, está também o papel de Professor-Investigador preconizado para o professor na componente de Geologia dos programas de 10º e 11º anos de escolaridade:

“Sugere-se que a partir das sugestões metodológicas apresentadas para cada tópico sejam elaborados materiais didácticos por equipas de professores, submetidos, depois de produzidos, a uma constatação experimental que vise a sua avaliação e melhoria, adquirindo também, desta forma, o trabalho do professor uma componente de trabalho cooperativo e investigativo.”  
(Amador *et al.*, 2001, p. 13)

Note-se que o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos e a reflexão dos professores sobre o impacto das suas práticas lectivas na aprendizagem dos alunos não são tarefas exclusivas na abordagem da natureza da Ciência mas são aplicáveis na exploração de qualquer dimensão do ensino das Ciências.

As diferenças encontradas entre os documentos “Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais” e “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico” não serão de estranhar dada a natureza mais generalista do primeiro documento. Esta explicação aplica-se também às diferenças encontradas, nos mesmos documentos, relativas às dimensões da natureza da Ciência (v. quadro 4.2). Algumas das semelhanças encontradas surgem em segmentos de texto exactamente iguais nos dois documentos, resultante, certamente, da autoria dos documentos

pertencer à mesma equipa. Os quadros 4.1 e 4.2 mostram, ainda, a existência de diferenças entre a componente de Biologia e a de Geologia em cada um dos Programas de 10º e 11º anos. Esta diferença, bem como a encontrada entre estes programas e as orientações curriculares do 3º ciclo, poderão estar relacionadas com eventuais diferenças de posicionamento e/ou opções assumidas pelos respectivos autores, uma vez que se trata de equipas distintas. No entanto, este pressuposto não poderá ser aplicado na explicação das diferenças encontradas entre os 10º e 11º anos na componente de Biologia e na componente de Geologia porque as equipas responsáveis, pela respectiva construção, foram as mesmas.

Nos vários documentos oficiais, os princípios teóricos relativos à natureza da Ciência estão distribuídos por secções temáticas de orientação geral e por secções focalizadas no desenvolvimento de conteúdos e na proposta de experiências educativas para os vários conteúdos científicos. O quadro 4.4 mostra, para cada ano de escolaridade, os conteúdos em que são explicitados alguns princípios. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto incluídos em cada tema organizador/conteúdo científico. Para cada um destes, o valor total apresentado (**n**) pode não corresponder ao somatório das frequências relativas a cada princípio e/ou dimensão da natureza da Ciência dado que cada enunciado pode referir em simultâneo mais do que um aspecto.

O quadro 4.4 mostra a ausência de explicitação de princípios relativos à natureza da Ciência na exploração de temas científicos do 8º ano de escolaridade. Apesar desta ausência, não deixa de reforçar a perspectiva da natureza da Ciência como uma dimensão da Educação em Ciências transversal aos vários anos de escolaridade. Para cada um destes, aponta também a transversalidade aos vários temas científicos.

No 3º ciclo do ensino Básico, a exploração da natureza da Ciência está focalizada preferencialmente no 7º ano de escolaridade. A ênfase recai no estudo do Universo, através dos conteúdos *Ciência, produto da actividade humana* e *Ciência e conhecimento do Universo*. É a discussão em torno da formação do sistema solar, em particular do *Geocentrismo* e do *Heliocentrismo*, que suporta a operacionalização da natureza da Ciência.

**Quadro 4.4: Conteúdos científicos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia que incluem segmentos de texto relativos à natureza da Ciência, referidos nos documentos oficiais**

Temas Organizadores/Conteúdos Científicos	Natureza da Ciência							
	n	DE	MD	D-NC				
				PC	CA	TO	EC	EE
<b>7º Ano</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>2</b>	
<b>Terra no Espaço</b>								
- Ciência, produto da actividade humana	2		2		2		1	
- Ciência e conhecimento do Universo	1				1			
<b>Terra em Transformação</b>								
- Deriva dos continentes e tectónica de placas	1				1		1	
<b>8º Ano</b>								
<b>9º Ano</b>	<b>1</b>				<b>1</b>			
<b>Viver Melhor na Terra</b>								
- Sistemas de órgãos	1				1			
<b>10º Ano</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	
<b>A Geologia, os Geólogos e os seus métodos</b>								
- Introdução	1						1	
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra	1		1					
- A medida do tempo geológico e a idade da Terra	2		1		1			
- A Terra, um planeta em mudança	4			1		3		
<b>A Terra, um planeta muito especial</b>								
- Formação do Sistema Solar	7	1			3		4	
- A Terra e os planetas telúricos	1						1	
<b>Compreender a estrutura e a dinâmica da Geosfera</b>								
- Estrutura interna da geosfera	2						2	
<b>11º Ano</b>	<b>10</b>		<b>5</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Crescimento e renovação celular</b>								
<i>Evolução biológica</i>								
- Unicelularidade e multicelularidade / Mecanismos de evolução	6		2		2	1	2	1
<b>Sistemática dos seres vivos</b>								
- Sistemas de classificação / Sistema de classificação de Whittaker modificado	3		2				2	
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>1</b>

**Nota:**

1) Dimensões da Natureza da Ciência (D-NC): Processo de Criação Científica (PC); Contexto da Actividade Científica (CA); Estatuto da Teoria e Observação (TO); Evolução do Conhecimento Científico (EC) e Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico (EE).

2) n: frequência total de segmentos de texto que, em cada conteúdo e em cada ano de escolaridade, referem um ou mais aspectos da natureza da Ciência. Os números assinalados a negrito nesta coluna representam o total de segmentos de texto incluídos em cada ano de escolaridade.

3) Os números assinalados a negrito nas colunas referentes a princípios gerais (DE e MD) e às dimensões da natureza da Ciência (D-NC) representam o somatório dos segmentos de texto que, em cada ano de escolaridade, veiculam cada um destes aspectos.

A análise do papel de Galileu Galilei (1564-1642) na construção do conhecimento científico acerca do Universo propicia a exploração da dimensão *Contexto da Actividade Científica*. O relacionamento estabelecido entre a Igreja e Galileu não deve dar origem a uma visão da interação Ciência-Religião reduzida a uma mera relação de oposição e conflito. A carreira científica de Galileu está associada ao poder do Papa Urbano VIII e interpreta-se como tendo sido estruturada pelas leis do mecenato e pela cultura de uma corte barroca (Biagioli, 2003). No entanto, um episódio de impacto mediático, ocorrido já no séx. XX, pode continuar a induzir uma interação Galileu-Religião como tendo sido uma relação de incompatibilidade. Em 1992, 350 anos após a morte de Galileu, o Papa João Paulo II atribuiu-lhe, formalmente, o perdão, depois de ter manifestado por várias vezes a sua *mea culpa* pela posição da Igreja Católica face às suas ideias (Gribbin & Gribbin, 1997; Frydman, 1999). As ideias de Galileu incluíam a impossibilidade da interpretação heliocêntrica do Universo e da exegese bíblica se restringir a uma análise literal, em defesa da adopção de uma linha de interpretação metafórica. O Papa João Paulo II defendeu a necessidade de reconsiderar os textos bíblicos à luz da Ciência e a Comissão supervisionada pelo Cardeal Paul Poupard reconheceu a exegese de Galileu (Gribbin & Gribbin, 1997; Frydman, 1999). Esta atitude da Igreja Católica revela uma nova postura face à Ciência, sem deixar de se assumir como um sector da sociedade interveniente no desenvolvimento da Ciência. Por outro lado, a existência de uma Academia das Ciências Pontifícias, constituída por cientistas de elevado nível, parece ter pouca influência na modificação dos pontos de vista da Igreja Católica (Frydman, 1999). A complexidade da relação Ciência-Religião aqui evidenciada faz emergir a necessidade de uma reflexão acerca do nível de escolaridade mais adequado à exploração desta temática.

No ensino secundário, a selecção dos temas destinados à operacionalização da natureza da Ciência parece estar relacionada com a especificidade das áreas de conhecimento – Biologia e Geologia – que integram este nível de escolaridade. Assim, no 10º ano de escolaridade, são valorizados temas da área de Geologia e, no 11º ano, temas da área de Biologia. No 10º ano, a exploração da natureza da Ciência é valorizada nos conteúdos *Formação do sistema solar e Terra, um planeta em mudança*. Assinala-se a

coincidência, entre os 7º e 10º anos de escolaridade, de assuntos propostos para a exploração da natureza da Ciência:

- a) O *Geocentrismo* e o *Heliocentrismo* são comuns aos conteúdos “*Ciência, produto da actividade humana* (7º ano) e “*Formação do sistema solar*” (10º ano);
- b) A *Deriva Continental* e a *Tectónica de Placas* são comuns aos conteúdos “*Deriva dos continentes e tectónica de placas*” (7º ano) e “*Terra, um planeta em mudança*” (10º ano).

No 11º ano de escolaridade, é valorizada a exploração da natureza da Ciência no tema *Evolução biológica*. Neste, os assuntos em discussão são: Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo.

Face ao exposto, constata-se que os principais assuntos em que se focalizam as propostas de exploração da natureza da Ciência são:

- a) Geocentrismo e Heliocentrismo (7º e 10º anos);
- b) Deriva dos Continentes e Tectónica de Placas (7º e 10º anos);
- c) Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo (11º ano).

Assim, a escolha dos assuntos para a operacionalização da natureza da Ciência parece estar relacionada com a sua especificidade temática. São assuntos que tradicionalmente incluem elementos de natureza Histórica.

Especificam-se, agora, as dimensões da natureza da Ciência, listadas no quadro 4.2, que são propostas para exploração nos vários temas científicos. As dimensões maioritariamente valorizadas na exploração dos vários temas são:

- a) Contexto da Actividade Científica;
- b) Evolução do Conhecimento Científico.

O conteúdo *Formação do sistema solar*, do 10º ano de escolaridade, é o que inclui o maior número de segmentos de texto referentes à natureza da Ciência. No entanto, é preciso notar que quatro desses segmentos de texto enfatizam o mesmo atributo – o *carácter dinâmico* da Ciência.

A abordagem da dimensão – *Processo de Criação Científica* – está associada apenas a temas de Geologia do 10º ano de escolaridade: “*A Geologia, os Geólogos e os seus métodos*” e “*A Terra, um planeta em mudança*”. Esta ênfase já foi assinalada na análise do quadro 4.2. Salienta-se, novamente, a visão demasiado generalista desta dimensão, emergente dos segmentos de texto que a corporizam. Apenas é acentuada a existência de procedimentos típicos da investigação nesta área das Ciências sem ser apresentada qualquer especificação.

O quadro 4.2 mostra que a dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é proposta para exploração no 3º ciclo do ensino Básico. Assenta na confrontação de saberes de áreas do conhecimento tão distintas como são a Ciência, a Arte e a Religião. No entanto, constata-se que não é apontado nenhum tema passível de suportar esta abordagem. No 3º ciclo, a referência a esta dimensão é efectuada numa secção de orientação geral, conseqüentemente, sem ligação a qualquer assunto específico das áreas da Biologia e da Geologia. No 11º ano, o confronto de argumentos de natureza científica e religiosa desenrola-se no contexto de uma única temática da área da Biologia – *Evolução Biológica*:

“Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas ...) relativas à evolução dos seres vivos.” (Mendes & Amador, 2003, p. 12)

É uma temática propícia à análise do estatuto epistemológico do conhecimento científico pois é nela que se discute uma perspectiva de natureza religiosa explicativa da origem da vida – o *Criacionismo*. Esta análise assume particular relevância no contexto de um movimento, surgido na década de 70 e ainda actual, liderado por grupos de «fundamentalistas» que persistem, sobretudo, nas fileiras evangélicas dos neopentecostais dos Estados Unidos (v. Raven & Johnson, 1999; Carreira das Neves, 2006). Assumem a literalidade do texto bíblico como a verdade da história do Mundo e, nesta perspectiva atribuem ao Criacionismo o estatuto de uma teoria científica (Carreira das Neves, 2006).

Independentemente de, no 3º ciclo do ensino Básico, o número de segmentos de texto de natureza epistemológica estar focalizado prioritariamente no 7º ano de escolaridade, a

criação do conteúdo - *Ciência, produto da actividade humana* - e do tema organizador que o integra - *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente* - apenas neste ano de escolaridade e localizados no início do programa poderá contribuir para a indução da ideia de maior valorização da natureza da Ciência e da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) neste ano e ausente das outras temáticas. A localização deste conteúdo apenas na disciplina de Ciências Naturais e ausente da disciplina de Ciências Físico-Químicas também poderá sugerir a ideia de exploração da natureza da Ciência e de abordagens assentes na perspectiva CTSA apenas na disciplina de Ciências Naturais. Este, com certeza, não é o entendimento das autoras das orientações curriculares do 3º ciclo, conforme se interpreta no texto introdutório da temática *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*: “Este assunto é comum às duas disciplinas e estará subjacente à exploração dos conteúdos ao longo dos três anos” (Galvão *et al.*, 2002, p. 14). Contudo, a visibilidade conferida a esta temática, resultante da estruturação gráfica adoptada, poderá induzir as ideias acima expostas. Partindo do pressuposto que a construção de uma imagem de Ciência decorre das aprendizagens efectuadas ao longo da exploração dos vários conteúdos de uma disciplina e nas diferentes disciplinas da área das Ciências, então, a natureza da Ciência deverá ser encarada como um tópico distinto dos outros que enformam as várias disciplinas e ser objecto de exploração explícita mas em conjugação com os temas específicos das várias áreas das Ciências – Biologia, Geologia, Física e Química. É neste sentido que apontam as recomendações da investigação em educação em Ciências ao defenderem a perspectiva “*explícita*” de abordagem da natureza da Ciência (v. Lederman, 2004). A amplitude, em extensão e profundidade, do conhecimento científico e a diversidade de vertentes que comporta, certamente, exigirá admitir a operacionalização diferenciada das várias dimensões da educação em Ciências nas várias temáticas. Neste sentido, a natureza da Ciência assumirá maior relevância numas temáticas do que em outras. Contudo, é fundamental que esteja transparente, para todos os actores intervenientes no processo educativo, os pressupostos e finalidades primordiais que caracterizam a exploração das diversas temáticas.

Em síntese, os documentos oficiais, definidores da política educativa, integram a natureza da Ciência como uma dimensão da Educação em Ciências. Apontam para a

promoção de uma imagem da natureza da Ciência concordante com perspectivas de orientação pós-positivista. A “Evolução do Conhecimento Científico” e o “Contexto da Actividade Científica” são as dimensões mais valorizados. Verificam-se algumas ausências, relativas, essencialmente, à dimensão “Processo de Criação Científica”.

Não fica claro da leitura dos documentos oficiais, a existência de um posicionamento quanto a uma abordagem diferenciada da natureza da Ciência ao longo dos vários anos de escolaridade. A leitura efectuada também não detectou, quer nos documentos que correspondem a uma formação de âmbito mais generalista (escolaridade obrigatória – 3º ciclo) quer naqueles que correspondem a uma formação já com um certo grau de especialização (ensino secundário) qualquer referência à importância da natureza da Ciência, direccionada para os alunos que pretendem enveredar por carreiras profissionais de natureza marcadamente científica.

O trabalho laboratorial é uma das propostas educativas para os vários anos de escolaridade, mas com maior incidência na componente de Biologia do ensino Secundário. Inclui sugestões passíveis de contribuir para a operacionalização da natureza da Ciência em concordância com as perspectivas epistemológicas actuais. No entanto, não está transparente em nenhum documento a natureza desse contributo. Algumas actividades laboratoriais parecem sugerir uma perspectiva de Ciência de pendor indutivista, oposta à perspectiva que emerge dos princípios teóricos enunciados.

Os principais conteúdos em que se focalizam as propostas de exploração da natureza da Ciência são três:

- a) Geocentrismo e Heliocentrismo (7º e 10º anos);
- b) Deriva dos Continentes e Tectónica de Placas (7º e 10º anos);
- c) Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo (11º ano).

Assim, a escolha dos assuntos para a operacionalização da natureza da Ciência parece estar relacionada com a sua especificidade temática. São assuntos que tradicionalmente contemplam uma abordagem de natureza histórica.

Apesar das fragilidades apontadas, os documentos oficiais evidenciam pontos de contacto com as recomendações oriundas da investigação em Educação em Ciências.

#### **4.1.2. Incidência da bibliografia passível de contribuir para a exploração da natureza da Ciência referida nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

A análise da secção *bibliografia* permite identificar a existência ou não de referências que apoiem a operacionalização da natureza da Ciência no processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, partindo do pressuposto de que esta secção exerce influência na pesquisa bibliográfica passível de integrar a actividade docente, a identificação do tipo de referências predominante pode constituir um indicador da área de conhecimento possivelmente mais valorizada pelos destinatários. Neste sentido, procedeu-se à *categorização da bibliografia* de acordo com a seguinte tipologia:

##### **1. Ciências Físicas e Naturais**

Inclui bibliografia da área da Biologia e da Geologia e ainda bibliografia de áreas científicas afins, como a Física e a Química, que contribuem para a compreensão dos fenómenos geológicos e biológicos.

##### **2. História da Ciência**

Engloba não só livros focalizados na historiografia da Ciência, mas também outro tipo de bibliografia que inclua dados relativos aos processos de descoberta ou que se focaliza na descrição/análise dos contextos de justificação e de descoberta.

##### **3. Didáctica das Ciências**

Integra bibliografia de âmbito geral e, em particular, focalizada na Natureza da Ciência. Esta última abarca obras centradas na explanação de quadros teóricos de natureza epistemológica estruturados com fins educativos e/ou na transposição desses mesmos quadros para o ensino das Ciências.

#### 4. Epistemologia da Ciência

Integra bibliografia centrada na discussão das várias correntes filosóficas, históricas e sociológicas acerca da produção do conhecimento científico.

#### 5. Ciência e Sociedade

Integra bibliografia focalizada na análise de assuntos que relacionam o conhecimento das áreas da Biologia e Geologia com contextos sociais, com o dia-a-dia do cidadão, com a História da Humanidade e com a adoção de atitudes relativas ao exercício da cidadania.

#### 6. Política Educativa

Integra documentos definidores da política educativa.

O quadro 4.5 mostra a distribuição da bibliografia enumerada em cada um dos documentos oficiais pelas várias categorias de análise.

**Quadro 4.5: Tipo de bibliografia referida nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Programas	CFN	DC	HC	EC	SC	PE	Total
Ciências Físicas e Naturais 3º Ciclo	12,2 (10)	50,0 (41)	1,2 (1)	3,7 (3)	4,9 (4)	20,0 (23)	100,0 (82)
Biologia e Geologia 10º Ano	63,6 (54)	17,7 (15)	14,1 (12)	0,0 (0)	4,7 (4)	0,0 (0)	100,0 (85)
Biologia e Geologia 11º Ano	59,0 (49)	28,9 (24)	12,1 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (83)

**Nota:**

1) Estão representadas as percentagens (números arredondados às décimas) e, entre parêntesis as respectivas frequências.  
2) **CFN:** Bibliografia focalizada nas áreas da Biologia, Geologia, Física, Química; **DC:** Bibliografia focalizada na área da Didáctica das Ciências; **HC:** Bibliografia focalizada na área da História da Ciência; **EC:** Bibliografia focalizada no domínio da epistemologia da Ciência; **SC:** Bibliografia focalizada em temáticas de natureza sociocientífica; **PE:** Documentos definidores da Política Educativa.

A análise do quadro 4.5 permite distribuir os documentos oficiais por dois grupos em função da área do saber predominante em que incide a bibliografia listada: (1) um grupo constituído apenas pelo documento “Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares do 3º Ciclo do ensino Básico” e (2) um outro grupo constituído pelos dois programas de

Biologia e Geologia dos primeiros anos do ensino Secundário (10º e 11º anos). No primeiro, predomina bibliografia da área da Didáctica das Ciências (50,0 %) enquanto que, no segundo, predomina bibliografia da área das Ciências Físicas e Naturais (63,6 % no 10º ano e 59,0 % no 11º ano).

A História da Ciência é um domínio que está representado em todos os documentos mas com uma incidência substancialmente inferior ao das Ciências Físicas e Naturais. A incidência nos programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade é superior à incidência nas Orientações Curriculares do 3º ciclo do ensino Básico, em que está limitada a apenas uma ocorrência.

A epistemologia da Ciência está apenas representada nas orientações curriculares do 3º ciclo.

Em síntese, o tipo de bibliografia predominante nos vários documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem poderá induzir uma imagem que aponta uma diferente valorização das várias áreas do saber nos vários anos de escolaridade. Assim, assume maior relevância no ensino Secundário o domínio da Biologia e Geologia enquanto que no 3º ciclo do ensino Básico é atribuída maior ênfase ao domínio da Didáctica das Ciências. Neste sentido, poderá parecer haver uma maior preocupação com a Ciência enquanto um corpo de conhecimentos e, conseqüentemente, um ensino orientado para a especialização e o prosseguimento de estudos no ensino Secundário. No entanto, se se tiver em consideração que, neste nível de ensino, também está contemplada a História da Ciência então poder-se-á afirmar que também haverá algumas preocupações com os contextos de produção do conhecimento científico. No entanto, a predominância acentuada da bibliografia no domínio das Ciências Físicas e Naturais poderá induzir os professores à pesquisa primordial deste tipo de bibliografia em detrimento da bibliografia focalizada na Didáctica e História da Ciência. A relevância da bibliografia focalizada na Didáctica das Ciências estará nas sugestões de experiências pedagógicas que os professores poderão implementar e avaliar o impacto na aprendizagem dos alunos e, deste modo, promoverem a inovação no ensino.

#### **4.2. Natureza da Ciência nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia e percepções dos autores na sua operacionalização**

Esta segunda componente do estudo pretende dar consecução aos seguintes objectivos:

- a) Identificar as imagens da natureza da Ciência veiculadas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.
- b) Identificar a ênfase atribuída à natureza da Ciência nas actividades de avaliação incluídas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.
- c) Identificar o grau de incidência de bibliografia passível de contribuir para a abordagem da natureza da Ciência referida nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.
- d) Avaliar o papel das variáveis “ano de escolaridade” e “conteúdo científico” nas imagens da natureza da Ciência veiculadas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.
- e) Analisar a articulação entre os programas curriculares e os manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia no domínio “natureza da Ciência”.
- f) Analisar as percepções dos autores sobre a operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

Neste sentido, estrutura-se a análise dos manuais escolares em quatro fases:

- a) Identificação dos pressupostos teóricos relativos à natureza da Ciência explicitados no manual do professor/guia do professor;
- b) Identificação da imagem da natureza da Ciência veiculada na exploração das várias temáticas científicas presentes nos manuais escolares;
- c) Identificação do grau de incidência da natureza da Ciência nas questões de avaliação dirigidas aos alunos no manual e no caderno do aluno;
- d) Identificação do grau de incidência de bibliografia sugerida nos manuais escolares passível de contribuir para a operacionalização da natureza da Ciência.

Conforme já indicado na secção 3.4.1 - apresentação do *corpus* de análise -, recorda-se que os manuais em análise incluem, para cada ano de escolaridade, o manual do professor que integra o manual do aluno, o guia do professor e o caderno de actividades.

#### **4.2.1. Pressupostos teóricos relativos à natureza da Ciência explicitados nos manuais/guias do professor**

Os quadros 4.6 a 4.8 apresentam os pressupostos teóricos relativos à natureza da Ciência, explicitados no conjunto - «Manual do Professor» e «Guia do Professor» - para os vários anos de escolaridade (Ciências Naturais dos 7º, 8º e 9º, respectivamente, MG7, MG8 e MG9; Biologia e Geologia dos 10º e 11º, respectivamente, MG10 e MG11). Nestes quadros, está também indicado o número de segmentos de texto apresentados em cada manual/guia, correspondente a cada um dos pressupostos teóricos. Os segmentos de texto contabilizados estão inseridos nos manuais em secções de natureza diferenciada: (a) secção de apresentação do manual escolar; (b) secção centrada na explanação de um quadro teórico de referência e (c) secções focalizadas na explicitação das intenções subjacentes às propostas de actividades de aprendizagem.

O guia do professor do 7º ano de escolaridade é o único que dedica um espaço a uma secção – *História e natureza da Ciência* – orientada, especificamente, para a explanação de um quadro teórico do domínio da epistemologia da Ciência. No entanto, no guia do professor do 8º ano de escolaridade, os autores salientam a relevância deste quadro teórico e incluem uma nota que remete para a secção do guia do 7º ano, acima referida:

“Como o tema **Sustentabilidade na Terra** tem a mesma fundamentação teórica dos dois temas anteriores, e no sentido de não repetir ideias já desenvolvidas no Guia do Professor do projecto Planeta Vivo, temas *Terra no Espaço* e *Terra em transformação*, recomendamos a consulta do texto da página 8 à página 13 desse guia.” (Silva *et al.*, 2003c, p. 7)

Na construção do manual do 9º ano de escolaridade, os autores também explicitam a adopção de pressupostos teóricos admitidos para os manuais dos anos anteriores. Remetem para os guias anteriores, sem indicarem a consulta de uma secção específica como fizeram no guia do 8º ano:

“Antes de utilizar o **Planeta Vivo** recomendamos que conheça a sua fundamentação teórica. Os materiais que apresentamos e as propostas de trabalho que fazemos não resultam apenas de um conhecimento empírico mas têm fundamentos epistemológicos e na psicologia da aprendizagem que importa conhecer. Estes fundamentos encontram-se já descritos nos guias para o professor dos anteriores temas, pelo que não consideramos necessário repeti-los.”(Silva *et al.*, 2004c, p. 6)

Uma vez que o guia do 7º ano inclui, para além de pressupostos gerais, alguns intimamente associados a conteúdos específicos deste ano de escolaridade, torna-se difícil seleccionar aqueles que possam ser os indicados para o 9º ano. Assim, nos quadros 4.6 a 4.8 apresentam-se os pressupostos que efectivamente se encontram no manual/guia de cada ano de escolaridade.

É admissível, por razões técnicas e económicas inerentes à construção dos manuais escolares, a ausência de repetição deste quadro teórico nos manuais subsequentes. No entanto, seria desejável que a importância deste quadro fosse tornada mais evidente no manual do 9º ano de escolaridade e explicitada nos manuais dos 10º e 11º anos de escolaridade. A relevância de um quadro teórico neste domínio justifica a proposta, em substituição de um texto explanatório, da inclusão de um quadro síntese, complementado com a indicação de bibliografia focalizada na síntese das ideias consensualmente aceites para o ensino das Ciências. O quadro apresentado no guia do professor do 7º ano de escolaridade – “*Deformações nas apropriações didácticas da História e Filosofia da Ciência versus Apropriações relevantes da História e Filosofia da Ciência*” (Silva *et al.*, 2002c, p. 9) – acrescido de um nível de formulação mais aprofundado, constitui um exemplo a seguir. Apresenta-se em seguida este quadro:

<b>Deformações nas apropriações didácticas da História e Filosofia da Ciência</b>	<b>Apropriações relevantes da História e Filosofia da Ciência</b>
a) Considerar um crescimento linear e único do conhecimento onde só se valorizam os sucessos.	a) Colocar ênfase nas controvérsias e nos recuos, nos debates e nos conflitos.
b) Avaliar a Ciência numa determinada época à luz dos conhecimentos de hoje e transpondo para julgar o passado valores do presente.	b) Valorizar os contextos sociais, culturais e tecnológicos.
c) Recorrer apenas à acção de grandes homens (génios).	c) Tomar consciência da existência de equipas de investigadores e de empreendimentos colectivos.

O quadro 4.6 apresenta os pressupostos relativos a: (a) natureza da Ciência como uma componente da Educação em Ciências, (b) perspectiva de Ciência assumida e (c) contributo da natureza da Ciência na formação do indivíduo. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada um dos pressupostos. Cada segmento de texto pode incidir em mais do que um pressuposto pelo que o somatório das ocorrências indicadas nos vários manuais/guias do professor pode não coincidir com os valores totais apresentados. No anexo 7 apresentam-se exemplos de segmentos de texto ilustrativos dos pressupostos indicados no quadro 4.6.

**Quadro 4.6: Pressupostos gerais relativos à natureza da Ciência explicitados nos manuais/guias do professor das disciplinas de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Pressupostos gerais	MG7 (n = 8) (4+4)	MG8 (n = 2) (1+1)	MG9 (n = 0)	MG10 (n = 1) (1+0)	MG11 (n = 0)
<b>A natureza da Ciência é uma dimensão/um objectivo da Educação em Ciências</b>	<b><u>2</u>+4</b>	<b><u>1</u>+1</b>			
<b>A perspectiva de Ciência defendida é de cariz pós-positivista</b>	<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>1</u>+0</b>			
<b>A natureza da Ciência contribui na:</b> - preparação do cidadão para a vivência na sociedade actual - promoção da literacia científica do cidadão	<b><u>1</u>+0</b>  1+0			<b><u>1</u>+0</b> <u>1</u> +0	

**Nota:**

- 1) Manuais/guias do professor das disciplinas de: (a) Ciências Naturais - MG7 (7º ano), MG8 (8º ano) e MG9 (9º ano) e (b) Biologia e Geologia - MG10 (10º ano) e MG11 (11º ano).
- 2) Os números salientados a negrito representam a frequência total dos segmentos de texto incluídos em cada categoria.
- 3) Os números assinalados com “sublinhado” indicam a frequência de segmentos de texto incluídos no guia do professor.

A presença da secção – *História e natureza da Ciência* –, explorada no guia do professor do 7º ano de escolaridade, é o factor responsável pela maior incidência, neste ano de escolaridade, de pressupostos relativos à natureza da Ciência conforme está evidenciado nos quadros 4.6 a 4.8.

A natureza da Ciência evidencia-se como uma dimensão/um objectivo da Educação em Ciências em todos os manuais escolares, através da sua indicação explícita e/ou da explanação de outros pressupostos com ela relacionados, como mostram os quadros 4.6 a 4.8. Está explícito em manuais escolares do 3º ciclo do seguinte modo:

“Criar condições para que os alunos compreendam a natureza da Ciência e do trabalho científico” (Silva *et al.*, 2002a, 2003a e 2004a, apresentação do projecto)

“A História da Ciência, quando utilizada adequadamente, propicia aos alunos uma compreensão mais profunda do que é a Ciência e de como trabalham os cientistas. Esta compreensão reveste-se da maior importância quando pretendemos que os alunos se apropriem não só dos produtos da Ciência, mas também dos seus processos. Conhecer as potencialidades, os processos, mas também os limites e até os riscos da Ciência é um patamar essencial de um trabalho que muito para além de Ensinar Ciências pretende sobretudo Educar em Ciências.” (Silva *et al.*, 2002b, p. 10)

Os autores enunciam claramente a defesa de uma perspectiva de Ciência de cariz pós-positivista:

“Nos últimos anos fomos conduzidos para visões sobre Ciência designadas por alguns autores como pós-positivistas, que encaram a Ciência e o trabalho científico de outra forma.” (Silva *et al.*, 2002c, p. 8; sublinhado nosso)

“De forma mais ou menos explícita, procuramos desenvolver nos alunos visões pós-positivistas de Ciência.” (Silva *et al.*, 2003c, p. 6; sublinhado nosso)

Os atributos da natureza da Ciência enumerados no quadro 4.7 confirmam este posicionamento. Verifica-se, assim, a concordância entre os pressupostos defendidos pelos autores dos manuais escolares e os apontados nos documentos orientadores do processo de ensino-aprendizagem, emanados pelo Ministério da Educação.

As razões justificativas da importância da natureza da Ciência no ensino das Ciências assentam no seu contributo para o desenvolvimento da literacia científica e das capacidades de intervenção efectiva do cidadão na sociedade. Os segmentos de texto que reflectem estas razões são muito idênticos aos apresentados nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem. Tal como nestes últimos, caracterizam-se pelo acentuado grau de generalidade. Face ao exposto, a problematização tecida na análise dos segmentos de texto apresentados nos documentos oficiais também se aplica à análise destes segmentos de texto (v. secção 4.1). Nesta, questiona-se a possível dificuldade de compreensão do contributo da natureza da Ciência na formação do cidadão devido à multiplicidade de

significados que o conceito de literacia científica pode encerrar e à falta de explicitação dos contextos sociais em que o conhecimento acerca da natureza da Ciência poderá intervir. Ainda em relação a este princípio, o quadro 4.6 mostra que as duas razões apresentadas são apontadas para anos de escolaridade distintos. O “*contributo na preparação do cidadão para a vivência na sociedade actual*” é uma razão explicitada para o 10º ano de escolaridade e o “*contributo na promoção da literacia científica do cidadão*” é uma razão apontada para o 7º ano de escolaridade. Partindo do pressuposto que as duas razões estão intimamente ligadas, uma vez que a segunda pode ser entendida como um pré-requisito da primeira ou como englobando a primeira, então poder-se-á supor que a natureza da Ciência assume papéis idênticos em dois níveis de escolaridade distintos: o primeiro, escolaridade obrigatória, assente numa formação de carácter geral, enquanto o segundo, já não incluído na escolaridade obrigatória, direccionado para uma formação vocacional. Contudo, não é possível inferir qualquer posicionamento dos autores quanto a uma abordagem diferenciada em função dos ciclos de escolaridade e dos vários anos de escolaridade de cada um deles. Esta constatação é igual à que resulta da análise dos pressupostos assumidos nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

O quadro 4.7 especifica as dimensões da natureza da Ciência e os respectivos atributos, assumidos pelos autores na construção dos manuais escolares para os vários anos de escolaridade. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada uma das dimensões e dos atributos listados. Dado que cada segmento de texto pode mencionar mais do que um atributo, o somatório do total parcial das cinco dimensões pode não corresponder com os valores totais (**n**) apresentados. Do mesmo modo, o somatório dos segmentos de texto referentes a cada atributo poderá não corresponder ao valor total dos segmentos de texto incluídos em cada dimensão da natureza da Ciência. No anexo 7 apresentam-se exemplos de segmentos de texto ilustrativos das dimensões/atributos da natureza da Ciência contemplados.

Embora os pressupostos relativos à natureza da Ciência apresentados no guia do professor do 7º ano de escolaridade também possam ser os assumidos nos manuais do 8º e

9º anos, o que se observa no quadro 4.7 é a presença diminuta nestes últimos manuais da indicação deste tipo de princípios.

**Quadro 4.7: Dimensões/Atributos da natureza da Ciência preconizadas para o ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia nos manuais/guias do professor**

<b>Dimensões/Atributos da natureza da Ciência</b>	<b>MG7</b> (n = 31) (28+3)	<b>MG8</b> (n = 1) (1+0)	<b>MG9</b> (n = 2) (2+0)	<b>MG10</b> (n = 8) (7+1)	<b>MG11</b> (n = 8) (8+0)
<b>Processo de Criação Científica</b>	<b><u>6</u>+0</b>				<b><u>1</u>+0</b>
- Processos envolvidos: abstracção, invenção/criatividade, observação, dúvida/espírito crítico, métodos indirectos de observação	<u>5</u> +0				
- Os conceitos e as teorias não provêm directamente da observação por generalização indutiva	<u>1</u> +0				
- Inexistência de um método científico único	<u>1</u> +0				
- Papel da comunidade científica na validação do conhecimento científico					<u>1</u> +0
<b>Contexto da Actividade Científica</b>	<b><u>11</u>+3</b>		<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>3</u>+0</b>
- Influência do contexto da época: social, cultural, político, religioso, tecnológico	<u>7</u> +2		<u>1</u> +0		<u>2</u> +0
- A actividade científica é um processo humano	<u>3</u> +1				<u>1</u> +0
- A actividade científica desenvolve-se em equipa	<u>2</u> +0			<u>1</u> +0	
<b>Estatuto da Teoria e da Observação</b>	<b><u>5</u>+0</b>	<b><u>1</u>+0</b>		<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>2</u>+0</b>
- As observações são dependentes da teoria	<u>4</u> +0	<u>1</u> +0		<u>1</u> +0	<u>2</u> +0
- Pensamentos e observações interagem	<u>1</u> +0				
<b>Evolução do Conhecimento Científico</b>	<b><u>11</u>+1</b>		<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>5</u>+1</b>	<b><u>3</u>+0</b>
- Carácter temporal e dinâmico. Inexistência de verdades absolutas.	<u>7</u> +0		<u>1</u> +0	<u>4</u> +0	<u>3</u> +0
- Debates, controvérsias/conflitos, momentos de crise, reestruturação, avanços e recuos. Evolução não linear.	<u>4</u> +1			<u>1</u> +1	
<b>Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico</b>					

**Nota:**

1) Manuais/guias do professor das disciplinas de: (a) Ciências Naturais - MG7 (7º ano), MG8 (8º ano) e MG9 (9º ano) e (b) Biologia e Geologia - MG10 (10º ano) e MG11 (11º ano).

2) Os números salientados a negrito representam a frequência total dos segmentos de texto da respectiva dimensão.

3) Os números assinalados com “sublinhado” indicam a frequência de segmentos de texto incluídos no guia do professor.

Atendendo a que os conteúdos científicos dos três anos de escolaridade do ensino Básico não têm qualquer relação entre si e que cada professor tanto pode leccionar apenas um destes anos de escolaridade como mais do que um, nada garante que na utilização de um manual escolar recorra aos manuais de anos de escolaridade anteriores. Assim, reforça-se a ideia da necessidade em evidenciar um quadro síntese dos pressupostos teóricos defendidos pelos autores nos manuais escolares de cada ano de escolaridade. À semelhança do que acontece no manual escolar do 7º ano, também se considera necessário incluir, nos manuais do professor dos outros anos de escolaridade, a explicitação dos pressupostos subjacentes às actividades didácticas que possam ser exploradas com o intuito de promover a compreensão da natureza da Ciência.

O quadro 4.7 mostra que o *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é a única dimensão da natureza da Ciência que não é explicitada em nenhum manual escolar. É, também, a dimensão que nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem apresenta a menor ocorrência (v. quadro 4.2). Na discussão destes dados, salientou-se a importância da exploração transversal desta dimensão, assente no pressuposto de que as várias facetas da vida em sociedade apelam não só ao conhecimento científico mas também a outras formas de conhecimento.

Contata-se, ainda, a ausência de referência à dimensão *Processo de Criação Científica* no manual do 10º ano de escolaridade. Nesta dimensão, o número e tipo de atributos é significativamente diferente entre os manuais escolares do 7º e 11º anos de escolaridade: no primeiro manual são apresentados atributos que apontam para a pluralidade metodológica envolvida no processo de construção do conhecimento científico enquanto o segundo limita-se a mencionar um único atributo, diferente dos referidos no manual anterior, relativo à intervenção da comunidade científica na validação do conhecimento científico. Este último atributo não está referenciado nos documentos oficiais (v. quadro 4.2). Ao contrário do que acontece nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia, no guia do professor do 7º ano de escolaridade já há a especificação de outros processos envolvidos na construção do conhecimento científico para além da observação e da experimentação. Assim, verifica-se a referência, por exemplo, ao espírito crítico, à criatividade e à abstracção.

A referência à dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* incide, fundamentalmente, na influência de quadros teóricos no processo de observação:

“As observações não dão acesso imediato e directo ao conhecimento factual e seguro, mas são dependentes da teoria e devem ser interpretados à luz dos pressupostos das teorias aceites.”  
(Silva *et al.*, 2002c, p. 8)

No entanto, verifica-se também a valorização quer da teoria quer da observação na construção do conhecimento científico numa perspectiva que aponta para uma relação dialéctica teoria-observação. É neste sentido que parece apontar o seguinte segmento de texto:

“Reconhece que o conhecimento científico está em evolução permanente e que se constrói numa interacção constante entre pensamentos e observações rigorosas.” (Silva *et al.*, 2002c, p. 23; sublinhado nosso)

Verifica-se, à semelhança do que acontece nos documentos oficiais, o predomínio das dimensões *Contexto da Actividade Científica* e *Evolução do Conhecimento científico* (v. quadro 4.2). Na dimensão *Contexto da Actividade Científica*, a ênfase recai na influência do contexto social da época na produção do conhecimento científico. A dimensão *Evolução do Conhecimento científico* enfatiza, nos manuais/guias do professor dos 7º e 10º anos de escolaridade, não só o carácter dinâmico mas também o modo como ocorre o progresso científico.

No quadro 4.8 estão listadas as propostas de actividades orientadas para a compreensão da natureza da Ciência incluídas nos manuais/guias do professor das disciplinas de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto que refere cada uma das actividades enumeradas.

A indicação de possíveis actividades orientadas para a compreensão da natureza da Ciência está presente apenas em três manuais escolares: dois do 3º ciclo do ensino Básico (7º e 9º anos) e um do ensino Secundário (10º ano). No entanto, o maior número de sugestões concentra-se no manual do 7º ano de escolaridade. Todas as sugestões assentam no recurso à História da Ciência. Contudo, a maioria não explicita o modo de exploração da

História da Ciência. Apenas uma única proposta, no manual do 7º ano de escolaridade, explicita o tipo de utilização da história da Ciência: análise dos conceitos científicos em função do contexto da época em que foram criados.

**Quadro 4.8: Actividades orientadas para a compreensão da natureza da Ciência propostas nos manuais/guias do professor das disciplinas de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Actividades	MG7 (n = 9) ( <u>4</u> +5)	MG8 (n = 0)	MG9 (n = 1) ( <u>1</u> +0)	MG10 (n = 1) ( <u>0</u> +1)	MG11 (n = 0)
A compreensão da natureza da Ciência é promovida através de:	<b><u>4</u>+5</b>		<b><u>1</u>+0</b>	<b><u>0</u>+1</b>	
<b>Recurso à História da Ciência:</b>					
- Indicação sem explicitação do modo de exploração	<u>4</u> +4		<u>1</u> +0	<u>0</u> +1	
- Análise dos conceitos científicos em função do contexto da época em que foram criados	<u>0</u> +1				

**Nota:**

1) Manuais escolares das disciplinas de: (a) Ciências Naturais - MG7 (7º ano), MG8 (8º ano) e MG9 (9º ano); e (b) Biologia e Geologia - MG10 (10º ano) e MG11 (11º ano).

2) Os números salientados a negrito representam a frequência total dos segmentos de texto incluídos na respectiva categoria.

3) Os números assinalados com “sublinhado” indicam a frequência de segmentos de texto incluídos no guia do professor.

Seguindo o mesmo esquema de análise utilizado para os documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem, procede-se, agora, à análise da relação entre as actividades propostas (quadro 4.8) e as dimensões da natureza da Ciência passíveis de emergir da sua implementação (quadro 4.7).

As propostas - *Recurso à História da Ciência* – são apresentadas com o intuito de promover a compreensão da Ciência como uma actividade humana influenciada por factores de ordem social. Estão, assim, orientadas apenas para a operacionalização da dimensão *Contexto da Actividade Científica*. O recurso à História da Ciência também é sugerido nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, estes documentos propõem uma maior diversidade de estratégias (v. quadro 4.3).

Uma análise global dos quadros 4.6, 4.7 e 4.8 mostra a presença de um maior número de segmentos de texto no manual/guia do professor do 7º ano do que nos manuais do professor dos outros anos de escolaridade. Esta ocorrência resulta da presença, no guia do

professor do 7º ano, da secção - *História e natureza da Ciência* -, conforme já se explicitou anteriormente. Estes dados podem sugerir uma maior valorização da natureza da Ciência no 7º ano de escolaridade. No entanto, por si só, não são suficientes para concluir quanto a um posicionamento dos autores em relação a uma exploração diferenciada da natureza da Ciência ao longo dos vários anos de escolaridade.

O quadro 4.9 mostra a localização dos princípios teóricos, relativos à natureza da Ciência, nos temas científicos dos vários manuais escolares. As frequências registadas indicam o número de segmentos de texto incluídos em cada tema organizador/conteúdo científico. Para cada um destes, o valor total apresentado (**n**) pode não corresponder ao somatório das frequências relativas às categorias - natureza da Ciência como uma componente da Educação em Ciências (DE), modos de desenvolvimento da natureza da Ciência/recurso à História da Ciência (MD), dimensão da natureza da Ciência (D-NC) - dado que cada segmento de texto pode referir em simultâneo mais do que um aspecto.

Os conteúdos seleccionados para a operacionalização da natureza da Ciência situam-se, preferencialmente, nos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Verifica-se a ausência de qualquer proposta incidente no 8º ano de escolaridade, situação coincidente com a que ocorre nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem (v. quadro 4.4). No 9º ano de escolaridade, são apenas apontados dois conteúdos para a exploração da natureza da Ciência: “Noções básicas de hereditariedade” e “Sistema cárdio-respiratório”. Este último coincide com um dos temas incluídos na temática proposta nos documentos oficiais deste ano de escolaridade (v. quadro 4.4). No 10º ano, a exploração da natureza da Ciência incide em temáticas da área da Biologia enquanto que, no 11º ano, incide em temáticas da área da Geologia. A focalização da natureza da Ciência nos anos de escolaridade e nas áreas científicas gerais – Biologia e Geologia – é idêntica à verificada nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia (v. quadro 4.4).

**Quadro 4.9: Conteúdos científicos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia que incluem segmentos de texto relativos à natureza da Ciência nos manuais/guias do professor**

Temas Organizadores/Conteúdos Científicos	Natureza da Ciência							
	n	DE	MD	D-NC				
				PC	CA	TO	EC	EE
<b>7º Ano</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	
<b>Terra no Espaço</b>								
- Introdução	3	3			1		1	
- Ciência, produto da actividade humana	12		3	3	1	2	4	
- Ciência e conhecimento do Universo	2				2			
- Condições da Terra que permitem a existência de vida	1		1					
<b>Terra em Transformação</b>								
- A Terra conta a sua história	1		1		1			
- Deriva dos continentes e tectónica de placas	1		1					
- Vulcanologia	1				1			
- Modelos da estrutura interna da Terra	5			1	2		3	
<b>8º Ano</b>								
<b>9º Ano</b>	<b>3</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>	
<b>Viver Melhor na Terra</b>								
- Noções básicas de hereditariedade	1		1					
- Sistema cárdio-respiratório	2				1		1	
<b>10º Ano</b>	<b>7</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>5</b>	
<b>A Geologia, os Geólogos e os seus métodos</b>								
- Extinção dos dinossauros	1						1	
- A medida do tempo geológico e a idade da Terra	1		1					
<b>A Terra, um planeta muito especial</b>								
- A Terra e os planetas telúricos	1						1	
<b>Compreender a estrutura e a dinâmica da Geosfera</b>								
- Estrutura interna da geosfera	4				2		3	
<b>11º Ano</b>	<b>8</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Crescimento e renovação celular</b>								
<i>Evolução biológica</i>								
- Mecanismos de evolução	8			1	2	2	3	
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>0</b>

**Nota:**

1) n: frequência total de segmentos de texto que englobam um ou mais aspectos da natureza da Ciência, em relação a cada conteúdo e a cada ano de escolaridade.

2) Dimensões da Natureza da Ciência (D-NC): Processo de Criação Científica (PC); Contexto da Actividade Científica (CA); Estatuto da Teoria e Observação (TO); Evolução do Conhecimento Científico (EC) e Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico (EE).

3) Os números assinalados a negrito na coluna “n” representam o total dos segmentos de texto que em cada ano de escolaridade referem um ou mais aspectos relativos à natureza da Ciência. Os números assinalados a negrito nas colunas referentes a pressupostos gerais (DE e MD) e às dimensões da natureza da Ciência (D-NC) representam o total dos segmentos de texto que referem cada um destes aspectos.

O quadro 4.9 mostra que, quer no 3º ciclo do ensino Básico quer no ensino Secundário, o *Contexto da Actividade Científica* e a *Evolução do Conhecimento Científico*

são as dimensões da natureza da Ciência enfatizadas, situação idêntica à que ocorre nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem. Estas dimensões são, também, as únicas que são propostas para exploração nos quatro anos de escolaridade em que se aborda a natureza da Ciência. As dimensões “Processo de Criação Científica” e “Estatuto da Teoria e da Observação” são propostas para exploração, apenas, nos 7º e 11º anos de escolaridade. No entanto, por exemplo, é enumerado um conteúdo do 9º ano de escolaridade - *Noções básicas de hereditariedade* - que propicia a exploração desta última dimensão da natureza da Ciência. Neste conteúdo é proposta, através do recurso à História da Ciência, a abordagem da natureza da Ciência através da análise da actividade de investigação realizada por um monge morávio – Gregor Mendel (1822-1884):

“Embora o programa não indique, a este propósito [A teoria mendeliana da hereditariedade], a abordagem de aspectos da História da Biologia, dada a riqueza didáctica desta componente sugerimos, na disponibilidade de tempo possível, uma passagem pela História. Os alunos compreenderão melhor o que é Ciência e como se constrói.” (Silva et al., 2004c, p. 22; sublinhado nosso)

Verifica-se que não é especificada qualquer relação entre a actividade deste investigador e as dimensões da natureza da Ciência. O contributo dos trabalhos de Mendel para a construção de uma imagem da natureza da Ciência assenta, sobretudo, na compreensão da mobilização de quadros teóricos, em particular de domínios diferentes da área da Biologia, na condução do processo de investigação:

“A chave para o trabalho de Mendel – o ponto a que muitas vezes não é dada importância – é a de que ele trabalhou como um físico, realizando experiências repetíveis e mais, significativamente, aplicando adequados métodos estatísticos à análise dos seus resultados: o modo como tinha sido ensinado em Viena.” (Gribbin, 2002, p. 510)

O conhecimento produzido por Mendel e o resultante dos trabalhos subsequentes, desenvolvidos no domínio da genética, contribuem, significativamente, para a compreensão da natureza da Ciência através da análise do papel que exerceram no desenvolvimento e aceitação das teorias evolucionistas:

“Já no século XX, com o desenvolvimento das ciências biológicas, em particular da sistemática e da genética mendeliana, a teoria de Darwin foi ganhando consistência. Na década de 30, com o acréscimo, fundamentalmente, dos desenvolvimentos da genética das populações, que estuda as frequências génicas das populações e detecta as influências selectivas que as determinam, surgiu a teoria sintética da evolução ou neodarwinismo” (Amador & Contencas, 2001, p. 168)

Esta proposta de exploração da natureza da Ciência no conteúdo “Noções básicas de hereditariedade” também mostra que os autores não ficam limitados às propostas dos documentos oficiais.

A dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é a única que não é apontada para exploração em nenhum dos anos de escolaridade. No entanto, nos documentos oficiais, orientadores do processo de ensino-aprendizagem das Ciências, emerge apenas, no do 11º ano de escolaridade, a *Evolução Biológica* como um tema propício à exploração desta dimensão dado que permite discutir o estatuto de uma perspectiva de natureza religiosa – *Criacionismo* - e de perspectivas de âmbito científico – *Teorias Evolucionistas* (v. secção 4.1).

Em síntese, constata-se a concordância entre os pressupostos assumidos pelos autores dos manuais escolares e os preconizados nos documentos emanados pelo ministério da Educação. A natureza da Ciência é uma vertente da Educação em Ciências que parece estar mais direccionada para os 7º, 10º e 11º anos do que para os 8º e 9º anos de escolaridade. As dimensões mais enfatizadas são: *Contexto da Actividade Científica* e *Evolução do Conhecimento Científico*. A dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é a única que não está contemplada. A imagem da natureza da Ciência patente aproxima-se de uma perspectiva de cariz pós-positivista.

#### **4.2.2. Imagens da natureza da Ciência veiculadas na exploração das temáticas científicas pelos manuais escolares e percepções dos autores sobre a sua operacionalização**

A presente secção é iniciada com a apresentação dos dados globais relativos à exploração/não exploração das dimensões da natureza da Ciência nas várias secções que

enformam os manuais escolares – “Texto” e “Actividades de Aprendizagem”. Estes dados, registados nos quadros 4.10, 4.11 e 4.12, fornecem uma visão global do espaço atribuído à natureza da Ciência nos manuais dos vários anos de escolaridade (7º a 11º). Posteriormente, apresenta-se a análise da abordagem das várias dimensões da natureza da Ciência em função de cada uma das secções dos manuais escolares. Em primeiro lugar, analisam-se os dados relativos à secção “Texto”, em seguida os dados referentes à secção “Actividades de Lápis e Papel” e, por fim, os dados relativos à secção “Actividades Laboratoriais”.

As dimensões da natureza da Ciência analisadas são as especificadas na secção 3.2. Reproduz-se, em seguida, a definição de cada uma delas:

- ***Processo de Criação Científica.*** Esta dimensão refere-se à metodologia científica que orienta o trabalho do cientista e ao processo de validação do conhecimento científico. A pluralidade de processos metodológicos envolvidos na actividade científica e a existência de um método científico único e de aplicação universal para a produção do conhecimento científico são aspectos contemplados. Os critérios de validação do conhecimento científico são outros aspectos mencionados.
- ***Estatuto da Teoria e da Observação.*** Esta dimensão reporta-se à relevância da teoria e da observação na construção do conhecimento científico.
- ***Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico.*** Esta dimensão diz respeito à valorização do conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento.
- ***Evolução do Conhecimento Científico.*** Esta dimensão refere-se ao carácter estático/dinâmico do conhecimento científico e ao modelo de progresso científico.
- ***Contexto da Actividade Científica.*** Esta dimensão focaliza-se nos contextos profissional e social em que o cientista exerce a sua actividade. O isolamento intelectual do cientista e o intercâmbio de opiniões são aspectos contemplados. É, ainda, referida a influência de factores de ordem sociológica, económica e política na actividade de investigação.
- ***Imagem do Cientista.*** Esta dimensão refere-se ao perfil do cientista e à influência de convicções e ideologias pessoais na actividade de investigação.

O quadro 4.10 inclui os dados resultantes da análise da secção “Texto”. Os quadros 4.11 e 4.12 mostram os dados obtidos na análise das duas secções de actividades de aprendizagem – “Actividades de Lápis e Papel” e “Actividades Laboratoriais”. Uma primeira análise dos dados mostra que a natureza da Ciência é uma das vertentes do ensino das Ciências contemplada nos manuais dos vários anos de escolaridade.

A análise do quadro 4.10 permite evidenciar cinco situações relativas à ênfase atribuída à natureza da Ciência nos vários manuais escolares:

- a) Os manuais dos vários anos de escolaridade atribuem pesos diferenciados à natureza da Ciência. Está presente maioritariamente no primeiro ano do 3º ciclo do ensino Básico – o 7º ano de escolaridade – e nos 10º e 11º anos do ensino Secundário e está, globalmente ausente, nos 8º e 9º anos do ensino Básico.
- b) A *Evolução do Conhecimento Científico* é a dimensão que se evidencia como sendo a mais explorada em todos os manuais escolares.
- c) O *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é a dimensão menos contemplada em todos os manuais escolares.
- d) A ênfase atribuída às dimensões *Processo de Criação Científica*, *Estatuto da Teoria e da Observação*, *Contexto da Actividade Científica* e *Imagem do Cientista* situa-se numa posição intermédia entre as conferidas às duas dimensões acima mencionadas. A percentagem de temas que contemplam estas dimensões da natureza da Ciência oscila entre 2,7 % e 40,0 %, respectivamente, nas dimensões “Imagem do Cientista” (9º ano) e “Processo de Criação Científica” (11º ano).
- e) O manual escolar do 8º ano é aquele que contempla o menor número de dimensões da natureza da Ciência. Apenas estão patentes três dimensões: “Evolução do Conhecimento Científico”, “Contexto da Actividade Científica” e “Imagem do Cientista”. Esta última está representada através de uma única ocorrência.

**Quadro 4.10: Natureza da Ciência na secção “Texto” dos manuais escolares**

Dimensões da natureza da Ciência			M7	M8	M9	M10	M11
			(n <sub>t</sub> = 41)	(n <sub>t</sub> = 26)	(n <sub>t</sub> = 37)	(n <sub>t</sub> = 80)	(n <sub>t</sub> = 55)
			(n <sub>l</sub> = 2598)	(n <sub>l</sub> = 1881)	(n <sub>l</sub> = 2592)	(n <sub>l</sub> = 7571)	(n <sub>l</sub> = 5568)
<b>Processo de Criação Científica</b>	Explora	Temas	<b>31,7</b> <b>(13)</b>	<b>0,0</b> <b>(0)</b>	<b>8,1</b> <b>(3)</b>	<b>23,7</b> <b>(19)</b>	<b>40,0</b> <b>(22)</b>
		Linhas de texto	48,1 (1249)	0,0 (0)	18,4 (478)	37,1 (2806)	53,9 3003
	Não Explora	Temas	<b>68,3</b> <b>(28)</b>	<b>100,0</b> <b>(26)</b>	<b>91,9</b> <b>(34)</b>	<b>76,3</b> <b>(61)</b>	<b>60,0</b> <b>(33)</b>
		Linhas de texto	51,9 (1349)	100,0 (1881)	81,6 (2114)	62,9 (4765)	46,1 2565
<b>Estatuto da Teoria e da Observação</b>	Explora	Temas	<b>26,8</b> <b>(11)</b>	<b>0,0</b> <b>(0)</b>	<b>8,1</b> <b>(3)</b>	<b>16,2</b> <b>(13)</b>	<b>18,2</b> <b>(10)</b>
		Linhas de texto	32,3 (839)	0,0 (0)	18,4 (478)	24,2 (1833)	29,8 (1660)
	Não Explora	Temas	<b>73,2</b> <b>(30)</b>	<b>100,0</b> <b>(26)</b>	<b>91,9</b> <b>(34)</b>	<b>83,8</b> <b>(67)</b>	<b>81,8</b> <b>(45)</b>
		Linhas de texto	67,7 (1759)	100,0 (1881)	81,6 (2114)	75,8 (5738)	70,2 (3908)
<b>Evolução do Conhecimento Científico</b>	Explora	Temas	<b>82,9</b> <b>(34)</b>	<b>38,5</b> <b>(10)</b>	<b>75,7</b> <b>(28)</b>	<b>83,8</b> <b>(67)</b>	<b>83,6</b> <b>(46)</b>
		Linhas de texto	87,3 (2267)	35,4 (666)	76,8 (1991)	88,8 (6721)	89,3 (4973)
	Não Explora	Temas	<b>17,1</b> <b>(7)</b>	<b>61,5</b> <b>(16)</b>	<b>24,3</b> <b>(9)</b>	<b>16,2</b> <b>(13)</b>	<b>16,4</b> <b>(9)</b>
		Linhas de texto	12,7 (331)	64,6 (1215)	23,2 (601)	11,2 (850)	10,7 (595)
<b>Contexto da Actividade Científica</b>	Explora	Temas	<b>26,8</b> <b>(11)</b>	<b>26,9</b> <b>(7)</b>	<b>8,1</b> <b>(3)</b>	<b>35,0</b> <b>(26)</b>	<b>25,5</b> <b>(14)</b>
		Linhas de texto	44,4 (1153)	22,9 (430)	14,4 (374)	48,2 (3651)	37,3 (2075)
	Não Explora	Temas	<b>73,2</b> <b>(30)</b>	<b>73,1</b> <b>(19)</b>	<b>91,9</b> <b>(34)</b>	<b>67,5</b> <b>(54)</b>	<b>74,5</b> <b>(41)</b>
		Linhas de texto	55,6 (1445)	77,1 (1451)	85,6 (2218)	51,8 (3920)	62,7 (3493)
<b>Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico</b>	Explora	Temas	<b>4,9</b> <b>(2)</b>	<b>0,0</b> <b>(0)</b>	<b>2,7</b> <b>(1)</b>	<b>0,0</b> <b>(0)</b>	<b>1,8</b> <b>(1)</b>
		Linhas de texto	8,0 (802)	0,0 (0)	2,6 (67)	0,0 (0)	0,9 (50)
	Não Explora	Temas	<b>95,1</b> <b>(39)</b>	<b>100,0</b> <b>(26)</b>	<b>97,3</b> <b>(36)</b>	<b>100,0</b> <b>(80)</b>	<b>98,2</b> <b>(54)</b>
		Linhas de texto	92,0 (2390)	100,0 (1881)	97,4 (2525)	100,0 (7571)	99,1 (5518)
<b>Imagem do Cientista</b>	Explora	Temas	<b>19,5</b> <b>(8)</b>	<b>3,8</b> <b>(1)</b>	<b>2,7</b> <b>(1)</b>	<b>21,3</b> <b>(17)</b>	<b>23,6</b> <b>(13)</b>
		Linhas de texto	33,8 (878)	2,7 (50)	6,7 (173)	30,9 (2340)	35,5 (1975)
	Não Explora	Temas	<b>80,5</b> <b>(33)</b>	<b>96,2</b> <b>(25)</b>	<b>97,3</b> <b>(36)</b>	<b>78,7</b> <b>(63)</b>	<b>76,4</b> <b>(42)</b>
		Linhas de texto	66,2 (1720)	97,3 (1831)	93,3 (2419)	69,1 (5231)	64,5 (3593)

**Nota:**

1) n<sub>t</sub>: total de temas; n<sub>l</sub>: total de linhas de texto correspondentes aos vários temas.

2) Os números entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

No quadro 4.10 estão ainda registados os dados relativos a um indicador do espaço ocupado por cada tema no manual escolar - *número de linhas de texto*. Mostra que, para a maioria das dimensões, os temas que exploram a natureza da Ciência ocupam uma dimensão do manual inferior à dos temas em que não é explorada. A única excepção está na abordagem da dimensão “Processo de Criação Científica”, no manual do 11º ano de escolaridade, em que se verifica o contrário - a maior extensão dos temas que exploram esta dimensão da natureza da Ciência.

Evidenciam-se, em seguida, alguns aspectos que clarificam a incidência e/ou a natureza das ocorrências acima enumeradas.

A atribuição de maior peso à natureza da Ciência nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade do que nos manuais dos 8º e 9º anos do ensino Básico poderá estar relacionada mais com a natureza das temáticas exploradas em cada ano de escolaridade do que com o nível de escolaridade. Os temas organizadores dos 8º e 9º anos são, respectivamente “Sustentabilidade na Terra” e “Viver Melhor na Terra”. São temas que estão focalizados essencialmente na exploração de conhecimentos necessários à adopção de atitudes fundamentadas em relação à gestão e preservação do ambiente e à adopção de comportamentos promotores da saúde. É neste sentido que apontam as directrizes apontadas pelas orientações curriculares de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo do ensino Básico:

“No terceiro tema - **Sustentabilidade na Terra** - pretende-se que os alunos tomem consciência da importância em actuar ao nível do sistema Terra, de forma a não provocar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes. O quarto tema – **Viver melhor na Terra** – visa a compreensão que a qualidade de vida implica saúde e segurança numa perspectiva individual e colectiva.” (Galvão *et al.*, p. 10, 2002)

O posicionamento dos autores dos manuais escolares está em consonância com esta perspectiva. Nos guias do professor é apontada a *educação para o ambiente* como o enfoque do tema “Sustentabilidade na Terra” e a *educação para a saúde* como o enfoque do tema “Viver melhor na Terra” (Silva *et al.*, 2003c e 2004c).

Face ao exposto, as vertentes substantiva e atitudinal do ensino das Ciências serão as mais valorizadas em detrimento de outras vertentes.

A operacionalização da natureza da Ciência preferencialmente num determinado ano/nível de escolaridade foi uma das questões analisadas com os autores dos manuais escolares. A **equipa de autores** preconiza a operacionalização da natureza da Ciência quer no âmbito de uma formação geral (3º ciclo do ensino Básico), quer no âmbito de uma formação mais especializada (ensino Secundário). Afirmam que “*a formação especializada surge na continuidade da escolaridade obrigatória, devendo dar sequência e expressar coerência com a visão já desenvolvida*”.

As dificuldades encontradas na operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares foi um outro aspecto explorado com os autores. A **equipa de autores** mencionou alguns factores que condicionam as opções tomadas: (1) os documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem, (2) o nível de formação dos alunos e (3) a dimensão do manual escolar. Consideram os documentos oficiais como um factor determinante na abordagem das várias temáticas porque sentem a obrigação de contemplar as sugestões neles indicadas. Apresentam, como exemplo, a obrigatoriedade do cumprimento da abordagem de natureza histórica apontada para os temas “Geocentrismo e Heliocentrismo” (7º ano) e “Fixismo e Evolucionismo” (11º ano). No entanto, também não atribuem um papel totalmente normativo aos documentos oficiais. Consideram que têm autonomia para proceder a alterações pontuais como, por exemplo, a nível da sequência de abordagem e do aprofundamento das temáticas. É a assunção de uma atitude crítica através da avaliação da adequabilidade das propostas apresentadas nos documentos oficiais, tendo em consideração o nível de escolaridade e os objectivos/metapontadas para o ensino das Ciências, que lhes permite optar pela inclusão ou rejeição de uma dada proposta.

A **equipa de autores** aponta a implementação de estratégias de natureza reflexiva com recurso à História da Ciência como uma via possível para a operacionalização da natureza da Ciência. Neste tipo de abordagem, deparam-se com algumas dificuldades relacionadas com o nível de escolaridade. Rejeitam uma exploração da História da Ciência focalizada em episódios, por vezes veiculados, do tipo anedótico e divertido que reflectem uma imagem inadequada da natureza da Ciência. Consideram que a exploração da História da Ciência permite uma abordagem integrada das várias dimensões do conhecimento científico: substantiva, processual e epistemológica. A exploração necessária implica um

nível de aprofundamento capaz de contribuir para a construção efectiva de uma imagem das relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Consideram que a profundidade de raciocínio exigida nem sempre será compatível com o nível de formação dos alunos do 3º ciclo do ensino Básico pelo que será um tipo de abordagem mais propício no ensino secundário. No entanto, atribuem importância à operacionalização da natureza da Ciência nos dois níveis de ensino.

Um outro constrangimento referido envolve três aspectos em simultâneo: o nível de formulação definido pelos documentos oficiais, o nível de profundidade exigido pelas abordagens centradas na História da Ciência e a dimensão dos manuais escolares. A abordagem superficial definida para alguns temas pelos documentos oficiais é um factor impeditivo da inclusão da História da Ciência pelo facto de esta implicar maiores níveis de aprofundamento. Os autores exemplificam esta influência através da abordagem dada ao tema “Célula”. O nível de formulação atribuído nos programas a este tema caracteriza-se por um grau de superficialidade que condiciona a sua abordagem numa perspectiva histórica e epistemológica. As dimensões determinadas para um manual escolar também são incompatíveis com níveis de formulação extensos.

A dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* é a que está maioritariamente ausente nos manuais dos vários anos de escolaridade. Está limitada a três anos de escolaridade (7º, 9º e 11º), em apenas quatro temas: um na área da Biologia - “Saúde individual e comunitária” - e os outros três na área da Geologia - “As rochas como materiais de construção”, “Terra em transformação” e “Paisagens geológicas: factores que modelam a superfície terrestre”. Estas ocorrências não contemplam uma abordagem efectiva do valor atribuído ao conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento. É uma dimensão que está patente de um modo implícito. Resulta apenas da inclusão pontual de alguns elementos relativos a um conhecimento, geralmente considerado como não científico (literatura, etc.). Independentemente da maior ou menor ocorrência, a presença de alguns excertos de obras literárias abre o caminho a abordagens que, para além da formação científica, promovam uma formação de âmbito cultural. Incluem-se, nesta perspectiva, quatro ocorrências em três manuais escolares: (1) um excerto do “Poema de pedra lioz”, de *António Gedeão*, no tema “As rochas como materiais de construção” do 11º

ano de escolaridade; (2) um poema de *Miguel Torga* no tema organizador “Terra em transformação” do 7º ano de escolaridade; (3) um pequeno excerto de uma obra literária de *Jaime Cortesão* (1884-1960), no tema “Paisagens geológicas: factores que modelam a superfície terrestre” do 7º ano de escolaridade e (4) um excerto de “Os Lusíadas”, de *Luís de Camões*, no tema “Saúde individual e comunitária” do 9º ano de escolaridade. A referência a António Gedeão possibilita explorar uma ligação entre Ciência e Artes e evidenciar o papel de personalidades portuguesas no domínio da Ciência como é o caso de *Rómulo de Carvalho* (1906-1997). Esta é uma hipótese de abordagem que poderá usufruir da informação recentemente disponibilizada, resultante do ano de 2006 ter coincidido com o Centenário de Nascimento de Rómulo de Carvalho e conduzido a publicações comemorativas de natureza diversificada (v. Crato, 2006; Pita, 2006). Crato enfatiza o papel relevante de Rómulo de Carvalho num dos contextos da actividade científica – o *contexto de educação*. No seio da obra literária de Rómulo de Carvalho é de destacar o *Poema para Galileo*, passível de constituir o enfoque de uma actividade de aprendizagem orientada para a discussão da importância da Ciência. Esta possibilidade foi também defendida pela *equipa de autores*, opinião enfatizada durante a entrevista que lhes foi realizada.

A referência a um dos maiores escritores portugueses do século XX - Miguel Torga (1907-1995), o otorrinolaringologista *Adolfo Rocha* -, cujo Centenário de Nascimento é comemorado no presente ano, é um outro exemplo que propicia a construção de uma imagem ilustrativa da valorização da Ciência e de outras formas de conhecimento. É neste sentido que aponta a intencionalidade dos autores dos manuais escolares na inclusão do poema deste escritor:

“Ao associarmos a beleza das imagens à beleza das palavras de Miguel Torga, pretendemos deixar um apontamento sumário de como a Língua Portuguesa e as Ciências Naturais se cruzam permanentemente.” (Silva *et al.*, 2002a, p. 70)

A exploração das actividades artísticas desenvolvidas por outros médicos – por exemplo, *Reis Vale*, patologista clínico e violinista; *Mário Botas*, pintor (v. Macedo, 2000) – é uma sugestão que se pode apontar como passível de implementação no 9º ano de

escolaridade por ser aquele que mais facilmente poderá ser relacionado com a área da medicina.

A “Sismicidade” é um outro tema propício a abordagens que conjugam a Literatura e a Ciência. A ocorrência em Portugal dos terremotos de 1531 e 1755 estão retratados através de textos literários (v. Buescu, 2005; Dias, 2005). A análise do modo como estes acontecimento foram percebidos por personalidades de diversas áreas do saber e do impacto que tiveram na sociedade da época é uma abordagem possível. Esta poderá incidir no texto poético de Garcia de Resende - “*Miscellanea de Garcia de Reesende: & variedades de historias, costumes, casos & cousas que em seu tempo accontesceram*” - (v. Dias, 2005) e nos ensaios de um dos expoentes do Iluminismo - *Immanuel kant* - acerca do terremoto de 1755 - “*Escritos sobre o terremoto de Lisboa*” (2005<sup>2</sup>).

A exploração de peças de teatro e textos ficcionados são outras formas de veicular a Ciência e valorizar a produção artística. Incluem-se neste caso, a título de exemplo, os textos “Oxigénio: uma peça em dois actos e 20 cenas” (Djerassi & Hoffman<sup>3</sup>, 2005) e “Entrevistas com a Senhora Leptina” (Fontes<sup>4</sup>, 2006).

A exploração do estatuto epistemológico do conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento (Arte, Filosofia, Religião, etc.) foi uma das problemáticas discutida com os autores dos manuais escolares. A *equipa de autores* mencionou a existência de alguns obstáculos que os inibe de explorar esta vertente. Esses obstáculos estão relacionados com dois factores: (1) as directrizes especificadas nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem e (2) a formação dos professores. No primeiro caso, incluem a ausência de exemplos concretizadores desta vertente nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem. O segundo factor – formação dos professores – está relacionado com a abordagem de natureza inter e transdisciplinar que preconizam para esta vertente. Neste sentido, a percepção da ausência de preparação dos professores para a implementação de actividades didácticas de natureza transdisciplinar e a percepção da ausência de transversalidade nos documentos oficiais

---

<sup>2</sup> Edição original: 1994. Concebida através da compilação de artigos publicados em 1756.

<sup>3</sup> Carl Djerassi é professor de Química na Universidade de Stanford. Roald Hoffman é professor de Humanidades e de Química na Universidade de Cornell.

<sup>4</sup> Rui Fontes é professor associado da Faculdade de Medicina do Porto.

orientadores do processo de ensino-aprendizagem são factores inibidores da inclusão desta vertente nos manuais escolares. Perante estes factores, os autores sentem-se impossibilitados de proceder a abordagens mais sistemáticas e consolidadas. Consideram, então, que apenas é possível incluir nos manuais escolares algumas “pistas”/“pontes” direccionadas para esta vertente. Deste modo, criam possibilidades de exploração para os professores que a desejem contemplar nas suas práticas lectivas. A opinião manifestada pelos autores assinala o papel do professor na interpretação e utilização do manual escolar. A capacidade dos professores na atribuição de significado às propostas incluídas nos manuais escolares é realçada como um factor condicionador da construção de imagens da natureza da Ciência. A *equipa de autores* acentuou, ainda, a importância do desenvolvimento de uma cultura profissional que valorize o trabalho colaborativo como um factor facilitador na concepção e implementação de estratégias de natureza interdisciplinar. Esta perspectiva implica contemplar o desenvolvimento de competências de trabalho em equipa como um dos objectivos da formação de professores. Estará em questão a conjugação dos saberes dos professores das várias áreas disciplinares através da constituição nas escolas de comunidades educativas.

O nível de ensino mais apropriado à exploração desta vertente foi um outro aspecto discutido com os autores. Defenderam uma abordagem quer no 3º ciclo do ensino Básico quer no ensino Secundário. Consideram que é uma componente relevante na formação de qualquer cidadão pelo que deverá estar presente nos dois níveis de ensino. No entanto, assinalam a *avaliação de fim de ciclo* como um obstáculo à sua operacionalização no ensino secundário. O facto desta avaliação determinar o acesso ao ensino superior e estar focalizada fundamentalmente no conhecimento substantivo dificulta a implementação de abordagens que contemplem uma formação de âmbito cultural e até a atribuição de maior ênfase à História da Ciência. A alteração do enfoque da avaliação da aprendizagem dos alunos é apontada como um factor que facilitará a abordagem desta e de outras vertentes do ensino das Ciências.

O quadro 4.10 fornece uma visão de exploração maioritária da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* em relação às outras dimensões da natureza da Ciência. Resulta do facto de se assumir a exploração de apenas uma perspectiva científica acerca de um

determinado tema como um elemento ilustrativo do indicador *Sugere uma imagem finalizada de Ciência*. O modo de exploração do conhecimento substantivo determina a presença implícita ou explícita desta dimensão. Os valores percentuais mais elevados, registados nesta dimensão, resultam da imagem implícita veiculada.

A frequência de abordagem da natureza da Ciência nas actividades de aprendizagem – “lápiz e papel” e “laboratoriais” – está apresentada nos quadros 4.11 e 4.12.

O quadro 4.11 inclui os resultados relativos à análise das dimensões “Processo de Criação Científica”, “Estatuto da Teoria e da Observação” e “Evolução do Conhecimento Científico” tanto na secção “Actividades de Lápiz e Papel” como na secção “Actividades Laboratoriais”.

**Quadro 4.11: Natureza da Ciência nas secções “Actividades de Lápiz e Papel” e “Actividades laboratoriais” dos manuais escolares**

Dimensões da natureza da Ciência		Actividades de Aprendizagem									
		Lápiz e Papel					Laboratoriais				
		M7 (n=44)	M8 (n=36)	M9 (n=48)	M10 (n=96)	M11 (n=70)	M7 (n=13)	M8 (n=3)	M9 (n=5)	M10 (n=14)	M11 (n=16)
<b>Processo de Criação Científica</b>	Explora	15,9 (7)	2,8 (1)	8,3 (4)	15,6 (15)	8,6 (6)	100,0 (13)	100,0 (3)	100,0 (5)	100,0 (14)	100,0 (16)
	Não explora	84,1 (37)	97,2 (35)	91,7 (44)	84,4 (81)	91,4 (64)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
<b>Estatuto da Teoria e da Observação</b>	Explora	15,9 (7)	2,8 (1)	8,3 (4)	15,6 (15)	8,6 (6)	84,6 (11)	100,0 (3)	100,0 (5)	92,9 (13)	75,0 (12)
	Não explora	84,1 (37)	97,2 (35)	91,7 (44)	84,4 (81)	91,4 (64)	15,4 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,1 (1)	25,0 (4)
<b>Evolução do Conhecimento Científico</b>	Explora	75,0 (33)	52,8 (19)	60,4 (29)	87,5 (84)	80,0 (56)	84,6 (11)	100,0 (3)	100,0 (5)	92,9 (13)	75,0 (12)
	Não explora	25,0 (11)	47,2 (17)	39,6 (19)	12,5 (12)	20,0 (14)	15,4 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,1 (1)	25,0 (4)

**Nota:**

1) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

O quadro 4.12 inclui os resultados da análise das dimensões “Contexto da Actividade Científica”, “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” e “Imagem do Cientista” apenas na secção “Actividades de Lápiz e Papel”. A exclusão neste quadro das actividades laboratoriais assenta nas seguintes razões:

- a) a dimensão “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” é, apenas, passível de operacionalização em actividades do tipo “lápiz e papel”.

- b) as dimensões “Contexto da Actividade Científica” e “Imagem do Cientista” são passíveis de operacionalização nas actividades laboratoriais desde que estas sejam enquadradas por episódios da História da Ciência. Esta situação não se verifica nos manuais escolares em análise.

**Quadro 4. 12: Natureza da Ciência na secção “Actividades de lápis e papel” dos manuais escolares**

Dimensões da natureza da Ciência		Actividades de lápis e papel				
		M7 (n=44)	M8 (n=36)	M9 (n=48)	M10 (n=96)	M11 (n=70)
Contexto da Actividade Científica	Explora	25,0 (11)	2,8 (1)	4,2 (2)	10,4 (10)	8,6 (6)
	Não explora	77,0 (33)	97,2 (35)	95,8 (46)	89,6 (86)	91,4 (64)
Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico	Explora	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Não explora	100,0 (44)	100,0 (36)	100,0 (48)	100,0 (96)	100,0 (70)
Imagem do Cientista	Explora	20,5 (9)	2,8 (1)	4,2 (2)	10,4 (10)	8,6 (6)
	Não explora	79,5 (35)	97,2 (35)	95,8 (46)	89,6 (86)	91,4 (64)

**Nota:**

1) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A análise dos dados do quadro 4.10 relativos às dimensões da natureza da Ciência contempladas pelas *actividades laboratoriais* mostra que:

- a) a dimensão *Processo de Criação Científica* é evidenciada por todas as actividades laboratoriais. A assunção do pressuposto de que as actividades laboratoriais permitem induzir uma imagem do processo de construção do conhecimento científico implica considerar todas as actividades devido à pluralidade de processos contemplados.
- b) a dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* não é evidenciada por todas as actividades. A análise efectuada incide na mobilização de quadros teóricos na interpretação dos dados recolhidos. Assim, não foram consideradas as actividades cujo enfoque primordial é o desenvolvimento de competências manipulativas.
- c) a dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* é evidenciada pela maioria das actividades. Esta predominância resulta do facto de se assumir a ausência de questões orientadas para a formulação de novos problemas a partir dos dados

obtidos como um elemento ilustrativo do indicador *Sugere uma imagem finalizada de Ciência*.

A análise comparativa da ênfase atribuída à natureza da Ciência nas *actividades de lápis e papel* (quadros 4.11 e 4.12) permite efectuar um posicionamento dos manuais escolares semelhante ao efectuado na análise da secção “Texto”. Assim, nas actividades de lápis e papel, verifica-se:

- a) a exploração da natureza da Ciência focalizada fundamentalmente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade.
- b) a presença maioritária da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* em todos os manuais escolares. A razão apontada para esta predominância é idêntica à apontada para a predominância que também se verifica na secção “Texto”. Resulta do facto de se assumir como ilustrativo do indicador – *Sugere uma imagem de Ciência finalizada* – a proposta de análise nas actividades de lápis e papel de informação que contempla apenas uma única explicação científica acerca de um dado fenómeno. Assim, tal como acontece na secção “texto”, esta dimensão está fundamentalmente patente de um modo implícito.
- c) a ausência de exploração da dimensão *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* nos manuais dos vários anos de escolaridade. A diferença observada em relação à secção “Texto” é diminuta uma vez que esta dimensão está limitada não só a um número reduzido de ocorrências mas também a uma visão de natureza implícita.

A abordagem da natureza da Ciência como um enfoque primordial e claramente explicitado está limitada a um número reduzido de actividades de lápis e papel. As actividades que incluem questões, de interpretação da informação nelas disponibilizada, direccionadas intencionalmente para a análise dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico e das características deste conhecimento são, no conjunto dos cinco manuais analisados, apenas nove: (1) seis no manual do 7º ano (13,6 %); (2) uma no manual do 9º ano (2,1 %) e (3) duas no manual do 10º ano (2,1 %). As restantes actividades

contempladas incluem informação que contribui para a construção de imagens acerca da natureza da Ciência mas que não é objecto de interpretação explícita neste sentido.

Em seguida, passa-se à análise da presença de cada uma das dimensões da natureza da Ciência nas várias secções do manual escolar. Inicia-se pela secção “Texto” e, posteriormente, analisam-se os dados referentes à secção “Actividades de Aprendizagem”.

Os quadros de apresentação de resultados relativos à secção “*Texto*” seguem a seguinte estruturação:

- a) Divisão em duas secções de acordo com as perspectivas de Ciência de orientação positivista e pós-positivista. Estas perspectivas estão definidas nos quadros 3.1 e 3.2 da secção 3.2 (Quadro teórico de referência sobre a natureza da Ciência).
- b) Indicação, no topo de cada secção, do valor percentual e da respectiva frequência relativo à totalidade de temas (T) e de segmentos de texto (ST) que espelham a aproximação a perspectivas de Ciência de orientação positivista e de orientação pós-positivista.
- c) Especificação, em cada secção, do valor percentual e da respectiva frequência, de temas (T) e dos respectivos segmentos de texto (ST) que espelham cada um dos atributos da natureza da Ciência em função dos indicadores “Sugere”, “Refere” e “Ilustra”. O somatório dos temas registados nestes indicadores não coincide com o valor total apresentado no topo de cada secção porque o mesmo tema pode incluir segmentos de texto representativos dos vários indicadores. Cada segmento de texto ilustra apenas um tipo de indicador pelo que, em cada secção, o somatório dos segmentos de texto coincide com o valor especificado no topo da secção. O somatório dos valores totais de frequências/percentagens apresentadas no topo de cada secção (orientação positivista/orientação pós-positivista) coincide com o valor de  $n$  apresentado.

No quadro 4.13 estão registados os resultados da análise da presença da dimensão *Processo de Criação Científica* na secção “Texto” dos manuais escolares. Inclui a enumeração dos processos metodológicos que emergiram da análise de conteúdo e as respectivas ocorrências em valores absolutos e percentuais.

Quadro 4.13: A dimensão “Processo de Criação Científica” na secção “Texto” dos manuais escolares

Processo de Criação Científica		M7		M8		M9		M10		M11		
		T (n=13)	ST (n=24)	T (n=0)	ST (n=0)	T (n=3)	ST (n=4)	T (n=19)	ST (n=42)	T (n=22)	ST (n=37)	
Orientação Positivista		46,2 (6)	41,7 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	66,7 (2)	50,0 (2)	52,6 (10)	35,7 (15)	54,5 (12)	45,9 (17)	
Apenas Observação / Experiência	S	7,7 (1)	4,2 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	25,0 (1)	10,5 (2)	4,8 (2)	13,6 (3)	8,1 (3)	
	R	38,5 (5)	37,5 (9)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	25,0 (1)	36,8 (7)	23,8 (10)	40,9 (9)	27,0 (10)	
	I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,8 (3)	7,1 (3)	18,2 (4)	10,8 (4)	
Orientação Pós-Positivista		53,8 (7)	58,3 (14)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	50,0 (2)	47,4 (9)	64,3 (27)	45,5 (10)	54,1 (20)	
Pluralidade metodológica	Obsv / Exp	S	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,8 (3)	9,5 (4)	0,0 (0)	0,0 (0)
		R	23,1 (3)	16,7 (4)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	25,0 (1)	21,1 (4)	14,3 (6)	13,6 (3)	8,1 (3)
		I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,5 (2)	7,1 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Ideias / Imag	R	15,4 (2)	20,8 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,5 (2)	4,8 (2)	9,1 (2)	5,4 (2)
		Rac Analog	I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,3 (1)	2,4 (1)	0,0 (0)
	Proc Mat	R	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	26,3 (5)	16,7 (7)	0,0 (0)	0,0 (0)
		I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	25,0 (1)	5,3 (1)	4,8 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Proc Med	R	15,4 (2)	8,3 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,5 (2)	4,8 (2)	9,1 (2)	5,4 (2)
		I	7,7 (1)	4,2 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	4,5 (1)	2,7 (1)
	Proc Comput	R	7,7 (1)	4,2 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Proc Classif	R	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	13,6 (3)	16,2 (6)
		I	7,7 (1)	4,2 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	13,6 (3)	16,2 (6)

Nota:

1) T: Temas. ST: Segmentos de texto. S: Sugere. R: Refere. I: Ilustra.

2) Obsv/Exp: Observação/Experiência. Ideias/Imag: Ideias/Imaginação. Rac Analog: Raciocínio analógico. Proc Mat: Processos matemáticos. Proc Med: Processos de medição. Proc comput: Processos computacionais. Proc Classif: Processos de classificação.

3) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A dimensão *Processo de Criação Científica* é explorada, essencialmente, nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Está ausente do manual do 8º ano de escolaridade e é, pontualmente, contemplada no manual do 9º ano de escolaridade. É uma

dimensão que está presente de um modo explícito. A frequência de segmentos de texto representativos dos indicadores “Refere” e “Ilustra” é significativamente superior à dos segmentos de texto representativos do indicador “Sugere”.

A *observação* e a *experiência* são, na globalidade, os processos de construção do conhecimento científico enfatizados nos manuais escolares. No entanto, a especificação de processos de natureza diversificada permite mostrar que o conhecimento científico não resulta apenas de uma mera aquisição através do uso dos órgãos dos sentidos. Aponta, neste sentido, a indicação da intervenção das *ideias/imaginação* e da enumeração de outros processos de natureza diversificada: *raciocínio analógico*, processos *matemáticos*, processos de *medição*, processos *computacionais* e processos de *classificação*. Deste modo, a imagem do processo de criação científica veiculada nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade aproxima-se de uma perspectiva de orientação pós-positivista.

As referências a “Ideias/Imaginação” são de âmbito geral, como indica o primeiro exemplo a seguir apresentado, ou acompanhadas da interpretação atribuída a um dado fenómeno natural como mostra o segundo exemplo:

“O conhecimento científico é construído numa interacção entre ideias e observações” [Tema: Fósseis - 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 76; sublinhado nosso)

“Mohorovicic imaginou que os dois conjuntos de ondas P e os dois conjuntos de ondas S teriam partido do foco ao mesmo tempo, só que teriam seguido trajectórias diferentes e, por isso, gastaram tempos também diferentes.” [Tema: Descontinuidades internas da geosfera reveladas pela sismologia - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 222; sublinhado nosso)

A capacidade de saber problematizar, essencial à construção do conhecimento na perspectiva de Bachelard, e, implicitamente, o papel das ideias nessa capacidade estão evidenciadas na abordagem dos trabalhos de Eratóstenes:

“Observar varas e sombras faz parte do quotidiano de todos os homens, mas nem todos interrogam o mundo que os cerca e, sobretudo, nem todos procuram respostas, que no seu tempo, satisfaçam as suas interrogações.” [Tema: Ciência produto da actividade humana – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 20; sublinhado nosso).

As situações em que a “Observação/Experiência” é mencionada contemplam apenas a indicação e/ou a descrição de alguns dos passos envolvidos. Apresentam-se, em seguida, dois exemplos:

“Engelmann, em 1881, efectuou uma experiência utilizando o espectro da luz branca, que permitiu estabelecer relações entre as radiações do espectro de absorção e a eficiência da fotossíntese. (...) As conclusões de Engelmann foram apoiadas através da realização de experiências mais sofisticadas, sendo então possível traçar o espectro de absorção dos diferentes pigmentos fotossintéticos e o espectro de acção da fotossíntese, isto é, a taxa de fotossíntese correspondente às diferentes radiações do espectro.” [Tema: Fotossíntese – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 104; sublinhado nosso)

“William Smith (1769-1839), num trabalho de abertura de canais no Sul de Inglaterra, observando rochas em pedreiras, em cortes de estradas e em escavações, viu fósseis em vários estratos. Fez então uma importante descoberta. Cada grupo de estratos continha um conjunto específico de fósseis.” [Tema: Fósseis – 11º ano] (Silva *et al.*, 2004e, p. 79; sublinhado nosso)

A referência à actividade científica apoiada por processos computacionais pode ser exemplificada através do seguinte segmento de texto:

“Após numerosos registos efectuados com aparelhos cada vez mais sofisticados ligados a computadores, foi possível cartografar os diferentes fundos oceânicos.” [Tema: Deriva dos continentes – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 104)

O raciocínio analógico é explorado numa única situação. Está patente no manual do 10º ano de escolaridade na análise de uma problemática considerada essencial para a compreensão do processo fotossintético nas plantas – *a origem do oxigénio libertado*. É ilustrado através da comparação efectuada por Van Niel (anos 30 do séc. XX) entre a equação resultante do processo por ele observado em bactérias sulfurosas e a equação geral da fotossíntese proposta por Jan Ingenhousz:

“A partir da comparação que efectuou, Van Niel propôs o seguinte raciocínio: como na actividade fotossintética das bactérias sulfurosas a ruptura da molécula de sulfureto de hidrogénio ocorre em presença da luz, no caso da fotossíntese das plantas a luz também deve interferir na ruptura da molécula de água em hidrogénio e oxigénio, o qual é libertado.” [Tema: Fotossíntese - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e; p. 106)

Os processos de classificação estão evidenciados nos manuais dos 7º e 11º anos de escolaridade. O manual do 7º ano de escolaridade explicita apenas um processo: classificação de minerais. O manual do 11º ano de escolaridade explicita vários processos de classificação decorrente dos temas da Biologia e da Geologia explorados. No âmbito da Geologia explora processos de classificação de minerais e de rochas. No domínio da Biologia explicita vários sistemas de classificação dos seres vivos. Estes diferenciam-se pelos critérios subjacentes a cada um, decorrentes das diferentes perspectivas teóricas emergentes ao longo dos tempos. O “Evolucionismo” é mencionado como uma das teorias que teve repercussões nestas classificações.

O manual do 9º ano de escolaridade refere a “Observação/Experiência” como um processo envolvido na construção do conhecimento científico, através de um número limitado de ocorrências (apenas três). No entanto, uma das situações evidencia o recurso a princípios teóricos de outros domínios do saber – a Matemática. Ilustra a mobilização do conceito de probabilidade na investigação acerca da transmissão dos caracteres hereditários.

A análise dos manuais escolares permite, ainda, evidenciar algumas omissões acerca dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico. A interação Teoria-Objetivos-Procedimentos não é explorada em nenhum manual escolar. Os factores envolvidos no processo de validação/certificação do conhecimento científico, em particular a intervenção da comunidade científica, também não são explorados em nenhum manual escolar.

O quadro 4.14 apresenta os resultados da análise da presença da dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* na secção “Texto” dos manuais escolares.

A análise global dos dados mostra que a dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação*:

- a) está ausente do manual do 8º ano de escolaridade, tal como está ausente a dimensão “Processo de Criação Científica”.

- b) ocupa um espaço reduzido no manual do 9º ano de escolaridade e está patente de um modo implícito. As ocorrências estão limitadas a apenas três temas e três segmentos de texto.
- c) está contemplada maioritariamente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade.

**Quadro 4.14: A dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Estatuto da Teoria e da Observação		M7		M8		M9		M10		M11		
		T (n=11)	ST (n=20)	T (n=0)	ST (n=0)	T (n=3)	ST (n=3)	T (n=13)	ST (n=22)	T (n=10)	ST (n=19)	
Orientação Positivista		18,2 (2)	17,6 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	33,3 (1)	38,5 (5)	36,4 (8)	50,0 (5)	31,6 (6)	
Observação/Exp ateórica	<b>S</b>	18,2 (2)	17,6 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (1)	33,3 (1)	38,5 (5)	36,4 (8)	50,0 (5)	31,6 (6)	
Orientação Pós-Positivista		81,8 (9)	82,3 (14)	0,0 (0)	0,0 (0)	66,7 (2)	66,7 (2)	53,8 (7)	50,0 (11)	50,0 (5)	68,4 (13)	
Mobilização de quadros teóricos	Proc metod	<b>S</b>	45,4 (5)	47,1 (8)	0,0 (0)	0,0 (0)	66,7 (2)	66,7 (2)	30,8 (4)	31,8 (7)	10,0 (1)	5,3 (1)
		<b>R</b>	9,1 (1)	5,9 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,7 (1)	4,5 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
		<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	40,0 (4)	36,8 (7)
	explica- ção de fenóme- nos naturais	<b>S</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,0 (1)	5,3 (1)
		<b>R</b>	9,1 (1)	5,9 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,4 (2)	9,1 (2)	20,0 (2)	10,5 (2)
		<b>I</b>	27,3 (3)	17,6 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,7 (1)	4,5 (1)	20,0 (2)	10,5 (2)
Dialéctica Teoria- Observação	<b>R</b>	9,1 (1)	5,9 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	

**Nota:**

1) T: Temas. ST: Segmentos de texto. S: Sugere. R: Refere. I: Ilustra. **Proc metod:** Processos metodológicos.

2) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

Os dados registados no quadro 4.14 apontam a aproximação dos manuais dos 7º, 10º e 11º anos a uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista. Esta visão decorre de uma abordagem implícita e explícita. Nos manuais dos 7º e 10º anos, a abordagem implícita está predominantemente relacionada com a mobilização de quadros teóricos na implementação dos processos metodológicos enquanto que a abordagem explícita está fundamentalmente relacionada com a mobilização de quadros teóricos na explicação de

fenómenos naturais. O manual do 11º ano contempla em ambas as situações uma abordagem predominantemente explícita.

A importância da teoria na atribuição de significado às observações efectuadas é enfatizada na abordagem dos trabalhos de Eratóstenes: “*Neste trabalho de Eratóstenes torna-se claro que na actividade científica, as ideias e os pensamentos dão significado às observações*” (Silva *et al.*, 2002a, p. 20 – Tema: Ciência produto da actividade humana – 7º ano).

A abordagem explícita decorre da mobilização de quadros teóricos na interpretação de fenómenos naturais. Está evidenciada: (a) no manual do 7º ano através da mobilização da *Teoria da Tectónica de Placas* na interpretação da “Deriva dos Continentes”; da “Distribuição das espécies na Terra” e da “Formação de cadeias montanhosas”; (b) no manual do 10º ano através da mobilização da *Teoria do Ressalto Elástico* na explicação da ocorrência de sismos e (c) no manual do 11º ano através da mobilização do *Fixismo e Evolucionismo* nos processos de classificação dos seres vivos.

A influência mútua teoria-observação tem uma presença diminuta. Está patente num único segmento de texto incluído no manual do 7º ano de escolaridade: “*O conhecimento científico é construído numa interacção entre ideias e observações*” (Silva *et al.*, 2002a, p. 76 – Tema: Fósseis).

No quadro 4.15 estão registados os resultados da análise da presença da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* na secção “Texto” dos manuais escolares. Apresenta uma distribuição das ocorrências em função dos atributos “Carácter finalizado” e “Carácter dinâmico” e, em relação a este último, especifica factores emergentes da análise de conteúdo, ilustrativos do processo dinâmico.

Uma primeira análise dos dados aponta para uma aproximação de todos os manuais escolares a uma perspectiva de Ciência de orientação positivista. Se esta é a única visão induzida pelo manual do 8º ano de escolaridade, uma análise qualitativa das ocorrências verificadas nos manuais dos outros anos de escolaridade poderá apontar para uma outra visão, em que se evidencia uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

**Quadro 4.15: A dimensão “Evolução do Conhecimento Científico” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Evolução do Conhecimento Científico		M7		M8		M9		M10		M11		
		T (n=34)	ST (n=43)	T (n=10)	ST (n=10)	T (n=28)	ST (n=29)	T (n=67)	ST (n=89)	T (n=46)	ST (n=59)	
Orientação Positivista		76,5 (26)	60,5 (26)	100,0 (10)	100,0 (10)	89,3 (25)	86,2 (25)	71,6 (48)	53,9 (48)	76,1 (35)	59,3 (35)	
Carácter finalizado	<b>S</b>	76,5 (26)	60,5 (26)	100,0 (10)	100,0 (10)	89,3 (25)	86,2 (25)	71,6 (48)	53,9 (48)	76,1 (35)	59,3 (35)	
Orientação Pós-positivista		23,5 (8)	39,5 (17)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,7 (3)	13,8 (4)	28,4 (19)	46,1 (41)	23,9 (11)	40,7 (24)	
Carácter dinâmico	<b>S</b>	11,8 (4)	11,6 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,1 (2)	6,9 (2)	8,9 (6)	7,9 (7)	2,2 (1)	1,7 (1)	
	<b>R</b>	8,8 (3)	9,3 (4)	0,0 (0)	0,0 (0)	3,6 (1)	3,4 (1)	8,9 (6)	8,9 (8)	2,2 (1)	3,4 (2)	
	<b>I</b>	17,6 (6)	18,6 (8)	0,0 (0)	0,0 (0)	3,6 (1)	3,4 (1)	23,9 (16)	29,2 (26)	21,7 (10)	35,6 (21)	
Factores de Progresso	<b>Contr</b>	<b>S</b>	5,9 (2)	4,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,5 (1)	2,3 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
		<b>R</b>	8,8 (3)	7,0 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	3,0 (2)	2,3 (2)	4,4 (2)	6,8 (4)
		<b>I</b>	2,9 (1)	2,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	4,5 (3)	4,5 (4)	8,7 (4)	8,5 (5)
	<b>PNR</b>	<b>R</b>	5,9 (2)	4,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	4,5 (3)	5,7 (5)	4,4 (2)	3,4 (2)
		<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,5 (7)	11,2 (10)	6,5 (3)	6,8 (4)
	<b>PR</b>	<b>I</b>	2,9 (1)	2,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	3,6 (1)	3,5 (1)	4,5 (3)	3,8 (3)	6,5 (3)	5,1 (3)
	<b>Rev</b>	<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,5 (1)	1,1 (1)	2,2 (1)	1,7 (1)
	<b>Conj</b>	<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,5 (1)	1,1 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
	<b>Subs</b>	<b>S</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,5 (1)	1,1 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
	<b>NC/DC</b>		5,9 (2)	18,6 (8)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,1 (2)	10,3 (3)	6,0 (4)	13,5 (12)	4,4 (2)	6,8 (4)

**Nota:**

1) **T:** Temas. **ST:** Segmentos de texto. **S:** Sugere. **R:** Refere. **I:** Ilustra.

2) **Contr:** Controvérsias. **PNR:** Problemas não resolvidos **PR:** Problemas resolvidos. **Rev:** Revoluções. **Conj:** Conjecturas. **Subst:** Substituição de uma perspectiva teórica por outra. **NC/DC:** Segmentos de texto que não especificam os factores de progresso ou que são de difícil categorização.

3) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os números, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A análise do quadro 4.15 mostra que:

- a) O carácter finalizado da Ciência, embora esteja evidenciado em todos os manuais escolares, resulta de uma abordagem implícita. Todos os registos presentes estão incluídos no mesmo tipo de indicador – “Sugere”.
- b) O carácter dinâmico da Ciência está evidenciado de um modo implícito e explícito mas com o predomínio deste último. Os vários segmentos de texto distribuem-se, fundamentalmente, pelos indicadores do tipo “Refere” e “Ilustra”.
- c) O manual escolar do 8º ano não inclui nenhum segmento de texto que expresse o carácter dinâmico da Ciência.
- d) Os manuais dos 7º, 9º, 10º e 11º anos de escolaridade apontam não só o carácter dinâmico da Ciência como explicitam factores caracterizadores da natureza dinâmica do progresso científico: controvérsias, problemas não resolvidos, problemas resolvidos, revoluções, conjecturas e substituição de uma perspectiva teórica por outra.

Face ao exposto, a imagem de Ciência que sobressai nos manuais dos 7º, 9º, 10º e 11º anos de escolaridade aproxima-se de uma perspectiva de orientação pós-positivista. Neste conjunto de manuais, destaca-se o do 9º ano por ser aquele que inclui um número de ocorrências indicativo do carácter dinâmico significativamente inferior ao dos outros três manuais escolares.

A presença maioritária de segmentos de texto do tipo “Ilustra” e relativos ao conjunto – *Controvérsias*, *Problemas não resolvidos* e *Problemas resolvidos* – mostra que a exploração do conhecimento substantivo não está limitada à mera apresentação das várias perspectivas construídas acerca de determinado fenómeno mas desenrola-se em torno de um processo de natureza argumentativa.

A dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* é explorada essencialmente nos anos de escolaridade e temas a seguir discriminados:

- a) 7º ano
  - (1) Ciência produto da actividade humana; (2) Deriva dos continentes; (3) Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra e (4) Modelos sobre a estrutura do globo terrestre.

b) 10º ano

*Biologia* - (1) Ultra-estrutura da membrana celular; (2) Transporte no xilema e (3) Transporte no floema;

*Biologia* - (1) A Terra um planeta em mudança; (2) Formação do sistema solar; (3) A Terra e outros planetas telúricos e (4) Estrutura interna da geosfera;

c) 11º ano

*Biologia* - (1) Dos seres procariontes aos seres eucariontes e (2) Fixismo e Evolucionismo.

Apresentam-se em seguida alguns segmentos de texto exemplificativos da natureza do progresso científico. A imagem da substituição de uma perspectiva teórica por outra é sugerida no seguinte segmento de texto:

“Com os avanços tecnológicos dos últimos anos foi possível constatar que a morfologia dos fundos oceânicos, contrariamente aquilo que até então se admitia, é muito acidentada e complexa.” [A Terra, um planeta a proteger – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 106; sublinhado nosso)

A indicação do progresso científico através de avanços e recuos/controvérsias pode ser exemplificada através dos seguintes segmentos de texto:

“A Ciência é uma actividade humana que, ao longo dos séculos, vai construindo explicações sobre o mundo natural. É um trabalho efectuado por homens e, como tal, com avanços e recuos, que vive muitas vezes sérias controvérsias.” [Tema: Ciência produto da actividade humana - 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 18; sublinhado nosso)

“Por exemplo, o físico William Thomson (Lord Kelvin), um dos fundadores da termodinâmica, escorando-se em leis da física e no seu prestígio pessoal, impôs os resultados dos seus cálculos baseados na análise da dissipação do calor da Terra, inicialmente em fusão e posteriormente em arrefecimento. Concluiu que a Terra tinha 100 M.a., valor esse que alterou posteriormente, em 1897, para apenas 24 M.a. Os referidos valores foram criticados, nomeadamente por Thomas Chamberlain, que afirmou que nada provava que a Terra tivesse estado inicialmente no estado de fusão e, mais ainda, que não era de excluir a possibilidade de existirem diversas fontes de calor. Mais tarde com a descoberta da radiactividade, os cálculos de Lord Kelvin foram completamente

invalidados e as especulações foram confirmadas.” [Tema: A medida do tempo geológico e a idade da Terra - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 35; sublinhado nosso)

A emergência de conjecturas está patente num único segmento de texto acerca do estudo do Universo:

“Com os vários programas espaciais foi possível colher amostras do solo lunar que mais tarde foram estudadas na Terra. Foram também instalados aparelhos, nomeadamente sismógrafos, com o objectivo de obter informações sobre a actividade lunar. O conjunto dessas informações e dos trabalhos científicos a que deram lugar permitiu conhecimentos que abriram caminho a novas conjecturas quanto à origem, constituição e evolução do nosso satélite.” [Tema: Sistema Terra-Lua - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 99; sublinhado nosso)

A exploração de *problemas não resolvidos* pode ser exemplificada através dos seguintes segmentos de texto:

“Não é ainda bem conhecido o funcionamento dos estomas. Pensa-se que a mudança das células-guarda, ou células estomáticas, se relaciona com o seu conteúdo em água” [Tema: Transporte no xilema - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 137; sublinhado nosso)

“Apesar dos factos que apoiam a hipótese de fluxo de massa, como, por exemplo, a exsudação de seiva floémica através do estilete de um afídio e os diferentes gradientes de concentração de sacarose ao longo do floema, algumas objecções continuam a colocar-se em relação à hipótese considerada. Por exemplo, o pequeno diâmetro dos poros existentes nas placas crivosas constitui um obstáculo à passagem da seiva de uma célula para a outra, havendo necessidade de uma pressão muito superior à que se admite existir na maioria das plantas. Contudo, as hipóteses alternativas que surgiram não apresentam explicações mais adequadas, tendo assim prevalecido a hipótese do fluxo de massa associado a transporte activo, como modelo explicativo mais aceitável.” [Tema: Transporte no floema - 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 144; sublinhado nosso)

Os quadros 4.16, 4.17 e 4.18 mostram os dados da presença da dimensão *Contexto da actividade científica* na secção “Texto” dos manuais escolares. No quadro 4.16 estão registados os dados relativos à influência dos contextos social e científico/tecnológico na actividade científica.

**Quadro 4.16: A vertente “Contextos Social e Científico/Tecnológico” da dimensão “Contexto da Actividade Científica” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Contextos Social e Científico/Tecnológico		M7		M8		M9		M10		M11		
		T (n=7)	ST (n=21)	T (n=4)	ST (n=4)	T (n=2)	ST (n=2)	T (n=17)	ST (n=33)	T (n=10)	ST (n=30)	
Orientação Positivista		28,6 (2)	14,3 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	50,0 (1)	50,0 (1)	70,6 (12)	57,6 (19)	70,0 (7)	40,0 (12)	
Apenas Contextos C/T	S	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	50,0 (1)	50,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	20,0 (2)	6,7 (2)	
	R	14,3 (1)	4,8 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	17,6 (3)	9,1 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	
	I	14,3 (1)	9,5 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	58,8 (10)	48,5 (16)	70,0 (7)	33,3 (10)	
Orientação Pós-positivista		71,4 (5)	85,7 (18)	100,0 (4)	100,0 (4)	50,0 (1)	50,0 (1)	29,4 (5)	42,4 (14)	30,0 (3)	60,0 (18)	
Contexto Soc ou Soc e C/T	Soc	S	0,0 (0)	0,0 (0)	50,0 (2)	50,0 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
		R	14,3 (1)	14,3 (1)	25,0 (1)	25,0 (1)	50,0 (1)	50,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
		I	71,4 (5)	25,9 (7)	25,0 (1)	25,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	29,4 (5)	15,2 (5)	30,0 (3)	16,7 (5)
	C/T	R	57,1 (4)	25,9 (7)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	11,7 (2)	6,1 (2)	10,0 (1)	6,6 (2)
		I	42,9 (3)	14,3 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	11,7 (2)	21,2 (7)	30,0 (3)	36,7 (11)

**Nota:**

1) T: Temas. ST: Segmentos de texto. S: Sugere; R: Refere; I: Ilustra.

2) Soc: Contexto social. C/T: Contexto científico e tecnológico.

3) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os números, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A abordagem dos contextos social e científico/tecnológico da actividade científica está contemplada nos manuais dos vários anos de escolaridade. A ênfase atribuída em cada manual permite posicioná-los em dois grupos opostos: (1) um constituído pelos manuais que incluem o maior número de temáticas e segmentos de texto ilustrativos dos vários contextos – os dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade; (2) um outro constituído pelos manuais que incluem um número de temáticas e segmentos de texto significativamente inferior ao do grupo anterior – os dos 8º e 9º anos.

A abordagem efectuada no primeiro conjunto de manuais - 7º, 10º e 11º anos - focaliza-se essencialmente na ilustração do modo como os vários factores influenciam a construção do conhecimento científico. Predominam os segmentos de texto do tipo “Ilustra”. Assim, são estes os manuais que mais contribuem para a construção de uma imagem acerca do contexto da actividade científica.

A aproximação/afastamento dos manuais a uma perspectiva de ciência de orientação positivista ou pós-positivista permite distinguir, neste primeiro conjunto, dois grupos: (1) os manuais dos 7º e 11º anos aproximam-se de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista e (2) o manual do 10º ano aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação positivista. O manual do 7º ano é o único em que o número de temas que contemplam simultaneamente os factores científicos/tecnológicos e sociais é superior ao número de temas que contemplam apenas os factores científicos/tecnológicos. É, também, aquele que inclui a maior percentagem de segmentos de texto ilustrativos da influência de factores sociais.

No quadro 4.17 assinalam-se os temas que contemplam em simultâneo os contextos social e científico/tecnológico.

**Quadro 4.17: Temas que exploram em simultâneo os contextos social e científico/tecnológico**

Temas	ME	Segmentos de texto		
		Contexto Soc	Contexto C/T	Total
<i>Ciência produto da actividade humana</i>	7º	2	5	7
<i>Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra</i>		2	2	4
<i>Deriva dos continentes</i>		2	1	3
Ciência e conhecimento do Universo		1	1	2
Fósseis		1	1	2
Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra			1	2
<hr/>				
<i>A medida do tempo geológico e a idade da Terra</i>	10º	1	4	5
<i>Métodos para o estudo do interior da geosfera</i>		1	4	5
Formação do sistema solar		1	1	2
<hr/>				
<i>Fixismo e Evolucionismo</i>	11º	3	7	10
<i>Evolução dos sistemas de classificação</i>		1	5	6
Fósseis		1	1	2

**Nota:**

1) Estão representadas as frequências de segmentos de texto indicativos de cada contexto.

Os contextos sociais explorados nos vários manuais escolares contemplam:

- a) factores económicos, políticos e religiosos no 7º ano;
- b) factores políticos no 8º ano;
- c) factores éticos no 9º ano;
- d) factores económicos, políticos, religiosos, no 10º ano;
- e) factores religiosos no 11º ano.

Esta listagem evidencia a abordagem predominante da influência de factores religiosos e políticos na construção do conhecimento científico. São factores que são sucessivamente explorados em diferentes anos de escolaridade.

Os factores religiosos estão patentes nos seguintes temas: “Ciência produto da actividade humana” (7º ano) aquando da abordagem do geocentrismo e heliocentrismo; “Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra” (7º ano); “A Terra um planeta em mudança” (10º ano); “Fixismo e Evolucionismo” e “Evolução dos sistemas de classificação” (11º ano). Apresenta-se, em seguida, os respectivos segmentos de texto ilustrativos:

“As explicações dadas pelos físicos eram, no entanto, dificilmente aceites no século XIX, uma vez que estava instalada a noção de fogo central, deduzida da observação dos vulcões e reforçada pelo conceito religioso fortemente arreigado do inferno.” [Tema: Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, pp. 159-160; sublinhado nosso)

“No mundo cristão, os eventos geológicos eram interpretados à luz das narrações bíblicas.” [Tema: A Terra, um planeta em mudança – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 48; sublinhado nosso)

“De facto, durante séculos admitiu-se que as espécies surgiram tal como hoje as conhecemos e mantiveram-se imutáveis ao longo do tempo e das gerações, permanecendo independentes quanto à sua origem. Esta teoria fixista prevaleceu e, em alguns casos, ainda prevalece, fortemente apoiada por princípios religiosos. A interpretação “à letra” do livro de Génesis, onde se descreve a Criação no início dos tempos, influenciou de forma determinante o pensamento científico até aos séculos XVIII e XIX.” [Tema: Fixismo e evolucionismo – 11º ano] (Silva *et al.*, 2004d, p. 123; sublinhado nosso)

“Este investigador [Lineu], perfilhando ideias fixistas, procurou pôr ordem na diversidade da vida ‘para maior glória de Deus’, segundo ele. (...) Acreditava que as espécies eram criadas por Deus, mas sabia que certas espécies apresentavam mais semelhanças entre si do que relativamente a outras. Descobrir as afinidades naturais correspondia a conhecer o ‘plano de criação’, ou seja, a forma como Deus formou o Mundo.” [Tema: Evolução dos sistemas de classificação – 11º ano] (Silva *et al.*, 2004d, pp. 154-155; sublinhado nosso)

O “Geocentrismo e Heliocentrismo” é um tema em que se evidencia a exploração da dimensão “Contexto da Actividade Científica” através da análise dos contextos científico/tecnológico e social. A intervenção de uma pluralidade de factores na construção do conhecimento científico que contempla outros factores, para além dos de natureza religiosa acima salientados, como as concepções acerca da natureza do conhecimento científico (“verdades absolutas”) e os papéis da observação e do senso comum está patente no seguinte segmento de texto:

“Em cada dia o Sol põe-se sempre a ocidente e na manhã seguinte nasce a oriente. Esta é certamente uma observação que muito influenciou os antigos Gregos, quando apresentaram a teoria geocêntrica, isto é, admitiram que a Terra se encontrava imóvel no centro do Sistema Solar e que o Sol e os restantes astros giravam à sua volta. Além disso, a sociedade e a religião defendiam que a Terra tinha uma posição central e única. A teoria heliocêntrica, por outro lado, defende que é o Sol, e não a Terra, que ocupa o centro do sistema solar. O heliocentrismo, para se impor, teve de vencer sérios obstáculos: - as teorias antigas, já instaladas e consideradas verdades absolutas; - o senso comum, que decorria da observação diária «do movimento do Sol» e da incapacidade de se aperceber do movimento da Terra; - as interpretações que existiam retiradas da Sagrada Escritura.” [Tema: Ciência produto da actividade humana – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 18; sublinhado nosso)

Os factores de natureza política patentes no manual escolar do 7º ano são contemplados na abordagem do conhecimento acerca da deriva dos continentes nos temas “Deriva dos Continentes” e “Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra”. A primeira referência aponta o período da Primeira Guerra Mundial (1914-1918) como uma época desfavorável ao desenvolvimento deste conhecimento. A segunda referência mostra a construção do conhecimento científico dependente das áreas prioritárias de investigação, determinadas pelas necessidades concretas de períodos específicos como, por exemplo, os períodos de guerra, no presente caso, a Segunda Guerra Mundial. O extracto seguinte ilustra o modo como a guerra submarina teve repercussões no desenvolvimento do conhecimento acerca dos fundos oceânicos:

“O debate sobre a deriva continental começou de novo a ser levantado por volta de 1950. Com a Segunda Grande Guerra Mundial (1939-1945) foram criadas novas técnicas de observação dos fundos oceânicos, em consequência das necessidades das guerras submarinas. Entre as técnicas de estudo da morfologia dos fundos oceânicos pode salientar-se a utilização de

sonares, que veio permitir cartografar o domínio oceânico, praticamente desconhecido até então. Na sequência da Segunda Guerra Mundial, a investigação dos oceanos continuou, com a aplicação de novos métodos e novas técnicas de estudo, desenvolvidas, em muitos casos, com fins estratégicos.” [Tema: Deriva dos continentes – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 104; sublinhado nosso)

A “Formação do sistema solar” (10º ano) é um outro tema em que é explorada a influência de factores económicos e políticos na construção do conhecimento científico. A competição entre as duas potências mundiais da época na tentativa de dominar o mundo conduz à exploração do Espaço:

“As questões em aberto são objecto de uma investigação científica permanente, que envolve recursos económicos enormes, só compatíveis com as economias dos chamados ‘países ricos’. Os Estados Unidos da América e a União Soviética estiveram à frente da exploração espacial, sendo movidos não só por motivos científicos, mas também pela conquista de prestígio político e pela competição existente entre esses dois países durante o período da guerra fria.” [Tema: Formação do sistema solar – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 81; sublinhado nosso)

Outros factores de natureza política, distintos dos anteriores, estão evidenciados no manual do 8º ano de escolaridade. Estão ainda relacionados com factores de natureza económica. O exemplo apresentado está focalizado na dificuldade de constituição de *áreas protegidas/geomonumentos* resultante das opiniões divergentes na atribuição de importância a estas áreas para a investigação científica e dos interesses económicos na exploração dessas regiões para outros fins. Neste manual escolar, está ainda evidenciada a necessidade do desenvolvimento científico como um meio para a obtenção de respostas na resolução de algumas problemáticas de natureza científica e social. Esta visão é induzida na exploração dos temas “*Desflorestação*” e “*Gestão da água*”.

A influência de natureza económica está evidenciada nos temas “Ciência e conhecimento do Universo” (7º ano) e “Métodos para o estudo do interior da geosfera” (10º ano). Está relacionada com os custos elevados inerentes ao desenvolvimento de tecnologias necessárias ao estudo dos domínios em causa.

O manual escolar do 9º ano faz alusão aos factores éticos e morais inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico, em particular, aquele que possibilita a manipulação da vida. É um contexto propiciador de uma discussão acerca da possibilidade

de conceber a Ciência como “boa” ou “mã” e de analisar esta perspectiva em relação com o impacto decorrente da utilização da Ciência para a humanidade.

A influência do prestígio pessoal na aceitação do conhecimento científico está referido no manual do 10º ano de escolaridade:

“Por exemplo, o físico William Thomson (Lord Kelvin), um dos fundadores da termodinâmica, escorando-se em leis da física e no seu prestígio pessoal, impôs os resultados dos seus cálculos baseados na análise da dissipação do calor da Terra, inicialmente em fusão e posteriormente em arrefecimento.” [Tema: A medida do tempo geológico e a idade da Terra – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003d, p. 35; sublinhado nosso)

Em relação à exploração do contexto científico/tecnológico, o manual do 7º ano diferencia-se dos manuais dos 10º e 11º anos dado que os segmentos de texto do tipo “Refere” estão em percentagem superior à dos segmentos do tipo “Ilustra”. Nesta situação, predomina a indicação de que os conhecimentos da época e a tecnologia disponível foram factores facilitadores da construção do conhecimento:

“O conhecimento da estrutura do globo terrestre tem uma longa história. Tal como todo o conhecimento científico, foi construído com o contributo de muitos estudiosos e com o recurso a tecnologias diversificadas que foram surgindo no tempo” [Tema: Ciência e tecnologia no estudo da estrutura da Terra - 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 156; sublinhado nosso)

A influência do trabalho desenvolvido por determinados cientistas na actividade científica levada a cabo por outros cientistas também está evidenciada nos manuais escolares. Constituem exemplos:

“Graças às observações que efectuou, Hooke forneceu uma explicação da leveza da cortiça, mas não estava muito preocupado em estudar a estrutura íntima das plantas, e estava longe de imaginar que elas eram formadas por células. Os trabalhos de Hooke no estudo da célula encorajaram outros cientistas na observação de material biológico muito variado.” [Tema: Célula: unidade da vida - 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 46; sublinhado nosso)

“Na sequência das experiências de Darwin, outros investigadores procuraram explicações da curvatura de plantas em crescimento relativamente à luz” [Tema: Acção das hormonas no desenvolvimento das plantas – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 229; sublinhado nosso)

A abordagem dos contextos tecnológicos evidencia o desenvolvimento de instrumentos, técnicas e métodos diversificados. Estão focalizados essencialmente no estudo do Universo (telescópio, radiotelescópios, satélites artificiais), da estrutura da geosfera (sismógrafo, computador, sonar, método de datação radiométrica), da célula (microscópio óptico e electrónico, técnicas citológicas) e da dinâmica dos ecossistemas (computador). A intervenção da tecnologia e a conjugação de diferentes áreas do saber na construção do conhecimento científico estão evidenciadas nos seguintes segmentos de texto:

“Na transição do geocentrismo para o heliocentrismo é interessante, ainda, observar o importante contributo dado pela tecnologia, neste caso, o telescópio de Galileu. Construído a partir de conhecimentos estabelecidos na física, isto é, aplicando conceitos científicos, é colocado ao serviço da Ciência.” [Tema: Ciência produto da actividade humana – 7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 18; sublinhado nosso)

“O aperfeiçoamento dos microscópios, a constante evolução de técnicas citológicas e o contributo da bioquímica e da biologia molecular permitiram um considerável progresso na concepção da estrutura celular.” [Tema: Organização celular – 10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 39; sublinhado nosso)

A imagem da interdependência Ciência-Tecnologia também está evidenciada. Constitui exemplo: “*A Ciência e a Tecnologia mantêm, pois, relações estreitas, influenciando-se mutuamente.*” [Tema: Ciência produto da actividade humana - 10º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 18)

O quadro 4.18 mostra os dados relativos à natureza individualizada e/ou cooperativa do empreendimento científico.

A imagem veiculada acerca da natureza individualizada ou cooperativa da actividade científica está claramente condicionada pela abordagem implícita ou explícita efectuada nos manuais escolares. O predomínio de segmentos de texto do tipo “Sugere” quer em relação à actividade individualizada quer em relação à actividade em equipa indica que a imagem veiculada decorre de uma abordagem implícita. Esta visão, em relação à actividade em

equipa, é reforçada no manual do 11º ano de escolaridade pelo predomínio dos segmentos de texto do tipo “Sugere” em relação aos do tipo “Refere”.

**Quadro 4.18: A componente “Actividade individual e em equipa” da dimensão “Contexto da Actividade Científica” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Actividade individual e em equipa		M7		M8		M9		M10		M11		
		T (n=10)	ST (n=18)	T (n=3)	ST (n=3)	T (n=1)	ST (n=1)	T (n=21)	ST (n=41)	T (n=12)	ST (n=27)	
Orientação Positivista		60,0 (6)	66,7 (12)	33,3 (1)	33,3 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	57,1 (12)	51,2 (21)	58,3 (7)	59,3 (16)	
Apenas Actividade Ind	S	60,0 (6)	66,7 (12)	33,3 (1)	33,3 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	57,1 (12)	57,1 (21)	58,3 (7)	59,3 (16)	
Orientação Pós-positivista		40,0 (4)	33,3 (6)	66,7 (2)	66,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	42,9 (9)	48,8 (20)	41,7 (5)	40,7 (11)	
Actividade em Eq ou Eq e Ind	Eq	S	20,0 (2)	16,7 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,8 (5)	17,1 (7)	41,7 (5)	25,9 (7)
		R	20,0 (2)	11,1 (2)	66,7 (2)	66,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	19,0 (4)	14,7 (6)	8,3 (1)	3,7 (1)
	Ind	S	10,0 (1)	5,6 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	14,3 (3)	17,1 (7)	16,7 (2)	11,1 (3)

**Nota:**

1) T: Temas. ST: Segmentos de texto. S: Sugere. R: Refere. I: Ilustra.

2) Eq: Actividade em equipa. Ind: Actividade individual.

3) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os números, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

O manual do 10º ano de escolaridade é o que apresenta o maior número de ocorrências indicador do trabalho em equipa. Face ao exposto, a imagem veiculada aponta principalmente para a natureza individualizada da actividade científica. As referências explícitas ao trabalho em equipa estão patentes nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. É uma imagem que se dilui no manual do 7º ano dado o número reduzido de ocorrências.

Os quadros 4.19 e 4.20 apresentam a ênfase e os atributos da dimensão *Imagem do Cientista* patentes nas temáticas que a exploram, isto é, naquelas que incluem referências (dados biográficos, etc.) passíveis de contribuírem para a construção de uma imagem do cientista. Estes dados reportam-se à secção “Texto” dos manuais escolares. No quadro 4.19 estão registados os dados relativos ao género dos cientistas.

**Quadro 4.19: A componente “Género dos Cientistas” da “Imagem do Cientista” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Género dos Cientistas		M7		M8		M9		M10		M11	
		T (n=8)	ST (n=15)	T (n=1)	ST (n=1)	T (n=1)	ST (n=1)	T (n=17)	ST (n=40)	T (n=13)	ST (n=34)
Orientação <b>Positivista</b>		100,0 (8)	93,3 (14)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	52,3 (9)	42,5 (17)	53,8 (7)	41,2 (14)
Apenas cientistas <b>masculinos</b>	<b>I</b>	100,0 (8)	66,7 (14)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	52,3 (9)	42,5 (17)	53,8 (7)	41,2 (14)
Orientação <b>Pós-positivista</b>		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	25,1 (3)	32,4 (11)
Cientistas <b>M e F</b>	<b>M</b>	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,3 (2)	20,6 (7)
	<b>F</b>	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,1 (3)	11,8 (4)

**Nota:**

1) **T:** Temas. **ST:** Segmentos de texto. Nesta dimensão, um segmento de texto corresponde ao nome do cientista e aos dados biográficos que o caracterizam. **I:** Ilustra.

2) **M:** Cientistas do género masculino. **F:** Cientistas do género feminino.

3) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

No quadro 4.20 estão registados os dados relativos à origem dos cientistas.

**Quadro 4.20: A componente “Origem dos Cientistas” da “Imagem do Cientista” na secção “Texto” dos manuais escolares**

Origem dos Cientistas		M7		M8		M9		M10		M11	
		T (n=8)	ST (n=15)	T (n=1)	ST (n=1)	T (n=1)	ST (n=1)	T (n=17)	ST (n=40)	T (n=13)	ST (n=34)
Orientação <b>Positivista</b>		87,5 (7)	53,3 (8)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	100,0 (1)	35,3 (6)	25,0 (10)	61,5 (8)	52,8 (19)
Apenas cientistas <b>ocidentais</b>	<b>I</b>	87,5 (7)	53,3 (8)	100,0 (1)	100,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	35,3 (6)	25,0 (10)	61,5 (8)	52,8 (19)
Orientação <b>Pós-positivista</b>		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	11,8 (2)	5,0 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
Cientistas <b>Oc e Or</b>	<b>Or</b>	<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,9 (1)	2,5 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
		<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,9 (1)	2,5 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
	<b>Oc</b>	---	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)

**Nota:**

1) **T:** Temas. **ST:** Segmentos de texto. Nesta dimensão, um segmento de texto corresponde ao nome do cientista e aos dados biográficos que o caracterizam. **R:** Refere. **I:** Ilustra.

2) **Oc:** Cientistas de origem ocidental. **Or:** Cientistas de origem oriental.

3) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

Os dados apresentados nos quadros 4.19 e 4.20 são aqueles que permitem obter uma visão personificada de Ciência. No entanto, esta não é a visão predominante nos vários manuais escolares, como evidenciam os dados do quadro 4.10. Na maioria dos temas presentes nos vários manuais escolares (superior a 70 %) não é atribuída a autoria do conhecimento a nenhum cientista. A imagem de Ciência “sem rosto” é a visão predominantemente veiculada.

As frequências totais registadas nos quadros 4.19 e 4.20 indicam que a imagem personificada de Ciência não está patente de igual modo nos cinco manuais escolares. É explorada fundamentalmente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Esta dimensão está limitada a apenas uma referência a um cientista em cada um dos manuais dos 8º e 9º anos de escolaridade. No manual do 8º ano é referido o cientista *Ernest Haeckel* aquando da abordagem do conceito de *ecologia* no tema “Organização dos seres vivos”. O cientista referido no manual do 9º ano de escolaridade é *Gregor Mendel*, no âmbito da exploração do tema “Transmissão dos caracteres hereditários”. Assim, são os manuais dos 7º, 10º e 11º anos aqueles que exercem uma maior influência na construção de uma imagem do cientista. Neste grupo, são os manuais de 10º e 11º anos que incluem o maior número de referências.

Os quadros 4.19 e 4.20 mostram que, embora os manuais escolares do ensino secundário enumerem vários cientistas, não apresentam, para a maioria dos casos, elementos que permitam identificar com clareza características como o género e a nacionalidade.

Verifica-se que se, por um lado, a ausência da exploração desta dimensão aponta para uma imagem de Ciência “sem rosto”, por outro lado, os dados presentes acerca dos cientistas enumerados apontam para a aproximação a uma imagem elitista do cientista. Esta imagem mostra a Ciência como uma actividade realizada predominantemente por indivíduos do género masculino e de origem ocidental. A referência a mulheres cientistas e a cientistas orientais é claramente diminuta. Salienta-se a enumeração de apenas três mulheres cientistas num único manual escolar - o do 11º ano - e apenas no domínio da Biologia: (1) *Rosalind Franklin* pelo contributo na compreensão da estrutura do DNA através dos trabalhos de difracção dos raios X; (2) *Lynn Margulis* pela proposta da hipótese

endossimbiótica acerca da origem dos seres eucariontes e (3) *Karlene Schwartz*, pelo sistema de classificação em cinco reinos, proposto em conjunto com Lynn Margulis. Em manuais escolares recentes, editados no presente ano de 2007, surge a referência a uma outra mulher cientista - a dinamarquesa *Inge Lehmann* - no tema “Ondas sísmicas e descontinuidades internas” (v. Silva *et al.*, 2007, p. 168). A referência a cientistas orientais está patente num único manual - o do 10º ano de escolaridade. O cientista referido é *Wadati*, de nacionalidade japonesa, a propósito da concepção da primeira escala quantitativa de magnitudes.

Os manuais escolares induzem uma visão do cientista como um indivíduo focalizado apenas na actividade profissional. Não o mostram como um cidadão integrado num contexto societal, envolvido em actividades de cariz sociopolítico, nem integrado num contexto familiar. Não há qualquer referência a outros interesses do cientista para além da actividade científica. Se, por uma lado, não estão incluídos dados que mostrem o cientista como um cidadão comum, por outro lado, também não lhe são atribuídas características que o mostrem como um indivíduo intelectualmente superior. As únicas referências que poderão sugerir a natureza heróica do cientista são as relativas à atribuição do prémio Nobel. Esta não será a imagem veiculada uma vez que a referência a cientistas laureados com este prémio está limitada a um número reduzido. São mencionados apenas seis cientistas em dois manuais escolares de Biologia do ensino secundário, respectivamente, nos 10º e 11º anos de escolaridade: (1) James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins (Prémio Nobel em 1962); François Jacob e Jacques Monod (Prémio Nobel em 1965) e (2) Camillo Golgi (Prémio Nobel em 1906).

Dependendo do questionamento e do conhecimento mobilizado tanto pelos alunos como pelos professores, a menção a cientistas galardoados com o Prémio Nobel poderá suscitar um debate acerca das circunstâncias e do processo de atribuição deste prémio. A problemática recentemente suscitada pelo pedido de retirada do Prémio Nobel atribuído, no ano de 1949, ao médico português Egas Moniz (v. Correia, 2006), solicitado por Christine Johnson, cidadã de nacionalidade norte-americana, e divulgado pelos *mass media*, possibilita a discussão acerca da importância para a Ciência da atribuição deste prémio e acerca da análise da produção científica desligada ou não do contexto científico e social da época em que ocorre. Esta problemática implica discutir a importância das técnicas

cirúrgicas desenvolvidas por Egas Moniz. Poderá ser efectuada no contexto da análise proposta nas orientações curriculares do 3º ciclo do ensino Básico:

“A pesquisa de informação sobre o trabalho de cientistas que contribuíram para o conhecimento do organismo humano e para o desenvolvimento de procedimentos médicos e cirúrgicos (Harvey, Pasteur, Egas Moniz, Leonardo da Vinci, entre outros) pode contribuir para o reconhecimento da Ciência como uma actividade humana influenciada por factores sociais” (Galvão *et al.*, 2002, p. 36; sublinhado nosso)

A análise da actividade política desenvolvida na época por Egas Moniz também contribuirá para a construção da imagem de cientista (v. Correia, 2006).

A atribuição do Prémio Nobel propicia ainda um debate acerca do papel da mulher na Ciência, tendo como ponto de partida o facto de, até hoje, apenas terem sido galardoadas 11 mulheres na área das Ciências (Medicina, Física e Química).

Em seguida, passa-se à análise da presença das dimensões da natureza da Ciência nas actividades de aprendizagem.

Os quadros de apresentação de resultados relativos à secção “*Actividades de Aprendizagem*” seguem uma estruturação idêntica à dos quadros da secção “*Texto*”. A estrutura é a seguinte:

- a) Divisão em duas secções de acordo com as perspectivas de Ciência de orientação positivista e pós-positivista. Estas perspectivas estão definidas nos quadros 3.1 e 3.2 da secção 3.2 (Quadro teórico de referência sobre a natureza da Ciência).
- b) Indicação, no topo de cada secção, do valor percentual e da respectiva frequência relativos à totalidade de actividades de aprendizagem que espelham a aproximação a perspectivas de Ciência de orientação positivista e de orientação pós-positivista.
- c) Especificação, em cada secção, do valor percentual e da respectiva frequência, de actividades de aprendizagem que espelham cada um dos atributos da natureza da Ciência em função dos indicadores “Sugere”, “Refere” e “Ilustra”.

O quadro 4.21 mostra os resultados da análise da presença da dimensão *Processo de Criação Científica* nas actividades de lápis e papel. Apresenta a frequência e os respectivos valores percentuais das actividades que contemplam cada um dos processos metodológicos enumerados. Esta listagem de processos emergiu da análise de conteúdo das actividades de lápis e papel.

**Quadro 4.21: A dimensão “Processo de Criação Científica” na secção “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais escolares**

Processo de Criação Científica		Actividades de Lápis e Papel				
		M7 (n = 7)	M8 (n = 1)	M9 (n = 4)	M10 (n = 15)	M11 (n = 6)
Orientação Positivista		28,6 (2)	100,0 (1)	75,0 (3)	73,3 (11)	33,2 (2)
Apenas Observação / Experiência	<b>S</b>	28,6 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	13,3 (2)	0,0 (0)
	<b>R</b>	0,0 (0)	100,0 (1)	0,0 (0)	6,7 (1)	16,7 (1)
	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	75,0 (3)	53,3 (8)	16,7 (1)
Orientação Pós-Positivista		71,4 (5)	0,0 (0)	25,0 (1)	26,7 (4)	66,7 (4)
Pluralidade metodológica	Obsv/Exp e Ideias/Imaginação	<b>I</b> 28,6 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Obsv/Exp e Raciocínio Analógico	<b>S</b> 14,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	Processos de Medição	<b>I</b> 0,0 (0)	0,0 (0)	25,0 (1)	20,0 (3)	0,0 (0)
	Processos Matemáticos	<b>I</b> 14,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	6,7 (1)	0,0 (0)
	Processos de Classificação	<b>I</b> 14,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	66,6 (4)

Nota:

1) **S**: Sugere. **R**: Refere. **I**: Ilustra. **Obsv/Exp**: Observação/Experiência.

2) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A dimensão *Processo de Criação Científica* está contemplada, essencialmente, nas actividades de lápis e papel dos manuais dos 7º, 9º, 10º e 11º anos de escolaridade. Neste grupo, destaca-se o manual do 10º ano por ser aquele que inclui o maior número de actividades que explora esta dimensão.

Os vários processos estão maioritariamente evidenciados através de indicadores do tipo “Ilustra”.

A interacção “Observação/Experiência e Ideias/Imaginação” é objecto de análise na actividade focalizada no trabalho desenvolvido por Eratóstenes acerca da esfericidade e do cálculo do perímetro da Terra:

“Observar varas e sombras fazia e faz parte do quotidiano dos homens. Para Eratóstenes serviu para refutar a ideia de que a Terra era plana e para calcular o perímetro da Terra. No trabalho científico estão envolvidos observações e ideias. Como se relacionam?” [7º ano] (Silva *et al.*, 2002a, p. 19; sublinado nosso)

O raciocínio analógico está evidenciado num excerto acerca da actividade científica de Leonardo da Vinci, apresentado na actividade de lápis e papel intitulada “Como foram interpretados os fósseis ao longo do tempo?”:

“Ao observar fósseis de seres com concha em rochas de montanhas de Itália, comparou-as com as conchas de animais que via ao longo das praias. Admitiu que os fósseis eram vestígios de seres vivos do passado.” (Silva *et al.*, 2002a, p. 76)

O manual escolar do 9º ano inclui algumas actividades de lápis e papel cuja informação nelas contida torna possível a exploração desta dimensão. É o conjunto de actividades em que são explorados alguns dados de natureza epidemiológica: (1) taxa de mortalidade infantil em Portugal e na União Europeia; (2) principais causas de morte em Portugal; (3) incidência mundial da SIDA e (4) taxa de mortalidade de fumadores e não-fumadores em relação a causas diversificadas. A presença destes dados poderá propiciar um questionamento acerca dos processos utilizados na sua obtenção. Deste modo, tornar-se-á possível explorar os diferentes tipos de estudo realizados no domínio da epidemiologia - *descritivos, analíticos e de intervenção* - e a importância deste campo do saber (v. Beaglehole, Bonita & Kjellström, 2003). Será mais uma abordagem que poderá contribuir para a construção de uma imagem do processo de construção do conhecimento científico assente na pluralidade metodológica e, em particular, para a compreensão de que a escolha de um processo estará dependente dos objectivos pretendidos e dos contextos em análise.

O quadro 4.22 mostra os resultados da análise da presença da dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* nas actividades de lápis e papel.

**Quadro 4.22: A dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação” na secção “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais escolares**

Estatuto da Teoria e da Observação		Actividades de Lápis e Papel				
		M7 (n = 7)	M8 (n = 1)	M9 (n = 4)	M10 (n = 15)	M11 (n = 6)
Orientação <b>Positivista</b>		28,6 (2)	100,0 (1)	25,0 (1)	60,0 (9)	33,3 (2)
Observação / Experiência ateórica	<b>S</b>	28,6 (2)	100,0 (1)	25,0 (1)	60,0 (9)	33,3 (2)
Orientação <b>Pós-Positivista</b>		42,9 (3)	0,0 (0)	75,0 (3)	40,0 (4)	66,7 (4)
Mobilização de quadros teóricos nos processos metodológicos	<b>S</b>	28,6 (2)	0,0 (0)	50,0 (2)	33,3 (5)	50,0 (3)
	<b>I</b>	14,3 (1)	0,0 (0)	25,0 (1)	6,7 (1)	16,7 (1)
Difícil classificação		28,6 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)

**Nota:**

1) **S:** Sugere. **I:** Ilustra.

2) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

Os dados do quadro 4.22 mostram que o número de actividades de lápis e papel que contribuem para a exploração da dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação” é reduzido. A presença desta dimensão decorre essencialmente de uma abordagem implícita. Os manuais escolares dos 8º e 10º anos destacam-se dos restantes por incluírem, respectivamente, o menor e o maior número de actividades. A imagem veiculada é predominantemente resultante de uma abordagem implícita.

A única actividade que ilustra esta dimensão está localizada no manual do 7º ano de escolaridade. Explora o papel da teoria na atribuição de significado à observação tomando como exemplo os trabalhos de Eratóstenes tal como acontece na secção “Texto”. É a única actividade que inclui uma questão orientada intencionalmente para esta abordagem:

“Observar varas e sombras fazia e faz parte do quotidiano dos homens. Para Eratóstenes serviu para refutar a ideia de que a Terra era plana e para calcular o perímetro da Terra. No trabalho científico estão envolvidas observações e ideias. Como se relacionam?” (Silva *et al.*, 2002a, p. 19)

O quadro 4.23 apresenta os resultados da presença da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* nas secções *Actividades de aprendizagem de lápis e papel*. Apresenta uma distribuição em função dos atributos “Carácter finalizado” e “Carácter dinâmico” e, para este último, especifica os factores que caracterizam este processo.

**Quadro 4.23: A dimensão “Evolução do Conhecimento Científico” nas secções “Actividades de lápis e papel” dos manuais escolares**

Evolução do Conhecimento Científico			Actividades Lápis e Papel				
			M7 (n=33)	M8 (n=19)	M9 (n=29)	M10 (n=84)	M11 (n=56)
Orientação Positivista			87,9 (29)	94,7 (18)	96,6 (28)	90,4 (76)	85,7 (48)
Carácter finalizado	S		87,9 (29)	94,7 (18)	96,6 (28)	90,4 (76)	85,7 (48)
Orientação Pós-Positivista			12,1 (4)	5,3 (1)	3,4 (1)	5,9 (5)	7,1 (4)
Carácter dinâmico	S		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,2 (1)	7,1 (4)
	I		12,1 (4)	5,3 (1)	3,4 (1)	3,6 (3)	0,0 (0)
Factores de progresso	Subst	S	6,0 (2)	0,0 (0)	3,4 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
		I					
	Controv	S	6,0 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
		I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,2 (1)	0,0 (0)
	NP	S	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	3,6 (2)
I		0,0 (0)	5,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	

**Nota:**

1) **S:** Sugere. **R:** Refere. **I:** Ilustra. **Subst:** Substituição de uma perspectiva teórica por outra. **Controv:** Controvérsias. **NP:** Emergência de novos problemas. **DC:** Difícil categorização

2) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A Ciência como um corpo de conhecimento estático e cumulativo é a imagem predominantemente veiculada em todos os manuais escolares através das actividades de lápis e papel. Esta é uma imagem implícita que resulta da presença maioritária do indicador do tipo “Sugere”. No entanto, os manuais também veiculam uma imagem explícita que aponta para a natureza dinâmica da Ciência. Esta imagem está reduzida a um número limitado de ocorrências, inferior às que sugerem a imagem implícita. Os manuais escolares

dos 8º e 9º anos destacam-se dos restantes dado que, em cada um, o carácter dinâmico da Ciência é veiculado apenas por uma única actividade de lápis e papel.

Os quadros 4.24 e 4.25 apresentam os resultados da análise da presença da dimensão *Contexto da Actividade Científica*. O quadro 4.24 especifica os dados relativos à influência dos contextos social e científico/tecnológico na actividade científica.

**Quadro 4.24: A componente “Contextos Social e Científico/Tecnológico” da dimensão “Contexto da Actividade Científica” na secção “Actividades de lápis e papel” dos manuais escolares**

Contextos Social e Científico/Tecnológico			Actividades de Lápis e Papel				
			M7 (n = 3)	M8 (n = 0)	M9 (n = 1)	M10 (n = 1)	M11 (n = 0)
Orientação Positivista			0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (1)	0,0 (0)
Apenas contextos C/T		<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (1)	0,0 (0)
Orientação Pós-Positivista			100,0 (3)	0,0 (0)	100,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
Contextos Soc ou Soc e C/T	Soc	<b>I</b>	100,0 (3)	0,0 (0)	100,0 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
	C/T	<b>I</b>	33,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)

**Nota:**

1) **R:** Refere. **I:** Ilustra.

2) **Soc:** Contexto Social. **C/T:** Contextos Científico e Tecnológico.

2) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A influência dos factores sociais e científicos/tecnológicos é uma vertente que está explorada num número exíguo de actividades de aprendizagem de lápis e papel. A comparação destes dados com os correspondentes na secção “Texto” mostra que, nesta última secção, é dada maior ênfase a esta dimensão da natureza da Ciência.

Os factores sociais mencionados são:

- a) factores religiosos, políticos e económicos no manual do 7º ano.
- b) factores relacionados com a qualidade de vida dos cidadãos no manual do 9º ano.

A influência de factores religiosos é apresentada no contexto da divulgação da teoria de Copérnico e da relação Galileu-Religião:

“[A teoria de Copérnico] Dedicou-a a Paulo III, e no prefácio, explicava que só os leitores ignorantes ou de má-fé poderiam interpretar a teoria heliocêntrica como contrária às Sagradas Escrituras. De facto, levou muito tempo até que os intérpretes da Sagrada Escritura compreendessem que esta usa uma linguagem figurada, adaptada à época em que foi escrita.” (Silva *et al.*, 2002a, p. 16)

“De facto, em 1633 Galileu vai ser preso e condenado por ter publicado um livro em que defende o modelo heliocêntrico. O Santo Ofício obriga o cientista a abdicar das suas ideias. No dia 22 de Junho de 1633, de joelhos, com a mão sobre a bíblia, Galileu Galilei diria: «rejeito, maldigo e detesto os citados erros e heresias».” (Silva *et al.*, 2002a, p. 17)

A exploração dos factores religiosos na secção “Texto” também contempla o tema “Geocentrismo e Heliocentrismo” (v. análise dos quadros 4.16 e 4.17). No entanto, os aspectos evidenciados na actividade de lápis e papel complementam a informação incluída na secção “Texto”.

Os factores políticos referem-se ao desenvolvimento científico decorrente da Segunda Guerra Mundial (1939-1945). A problemática em análise é a mesma que está explorada na secção “Texto”, relativa às repercussões do desenvolvimento tecnológico no conhecimento do fundo dos oceanos (v. análise dos quadros 4.16 e 4.17).

A análise da influência dos factores económicos e políticos é explorada na actividade de lápis e papel intitulada “Há relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade?” através das questões:

“- Porque razão os países economicamente mais ricos são pioneiros na exploração do espaço? e  
- O caminho até à Lua fez-se, sobretudo, entre a América e a ex-URSS. Procura informar-te sobre as principais razões desta disputa.” (Silva *et al.*, 2002a, p. 21)

Esta problemática também está explorada na secção “Texto”.

A resolução de problemáticas sociais como o motor da construção do conhecimento científico está evidenciada, no manual do 9º ano de escolaridade, através da análise da importância do desenvolvimento do conhecimento acerca da produção de vacinas na resolução da elevada mortalidade provocada pelo vírus causador da raiva.

O quadro 4.25 especifica os dados relativos a natureza individualizada e/ou cooperativa do empreendimento científico.

**Quadro 4.25: A componente “Actividade individual e em equipa” da dimensão “Contexto da Actividade Científica” na secção “Actividades de lápis e papel” dos manuais escolares**

Actividade individual e em equipa		Actividades de lápis e papel					
		M7	M8	M9	M10	M11	
		(n = 9)	(n = 1)	(n = 2)	(n = 9)	(n = 6)	
Orientação <b>Positivista</b>		77,8 (7)	100,0 (1)	100,0 (2)	44,4 (4)	66,6 (4)	
Apenas actividade <b>Individual</b>	<b>S</b>	77,8 (7)	100,0 (1)	100,0 (2)	44,4 (4)	66,6 (4)	
Orientação <b>Pós-Positivista</b>		22,2 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	55,6 (5)	33,3 (2)	
Actividade em <b>Eq</b> ou <b>Eq e Ind</b>	<b>Eq</b>	<b>S</b>	22,2 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	33,3 (3)	33,3 (2)
		<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	22,2 (2)	0,0 (0)
	<b>Ind</b>	<b>S</b>	11,1 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	11,1 (1)	0,0 (0)
		<b>R</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	11,1 (1)	0,0 (0)

**Nota:**

1) **S:** Sugere. **R:** Refere. **I:** Ilustra.

2) **Eq:** Actividade de investigação em equipa. **Ind:** Actividade de investigação individualizada.

3) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A actividade científica como um empreendimento individual e/ou cooperativo está visível essencialmente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. É também nestes manuais que a presença desta dimensão na secção “Texto” está mais evidenciada (v. quadro 4.18).

Esta dimensão está contemplada fundamentalmente de um modo implícito. A frequência de elementos ilustrativos do tipo de actividade insere-se maioritariamente no indicador do tipo “Sugere”.

Os quadros 4.26 e 4.27 apresentam os resultados da análise da dimensão *Imagem do Cientista* na secção “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais escolares. Reportam-se às actividades que veiculam uma imagem personalizada de Ciência

No quadro 4.26 estão registados os dados relativos ao género dos cientistas.

**Quadro 4.26: A componente “Género dos Cientistas” da dimensão “Imagem do Cientista”, na secção “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais escolares**

Género dos Cientistas		Actividades de Lápis e Papel				
		M7	M8	M9	M10	M11
		(n = 9)	(n = 1)	(n = 2)	(n = 10)	(n = 6)
Orientação <b>Positivista</b>		77,8 (7)	0,0 (0)	100,0 (2)	20,0 (2)	66,7 (4)
Apenas cientistas <b>masculinos</b>	<b>I</b>	77,8 (7)	0,0 (0)	100,0 (2)	20,0 (2)	66,7 (4)
Orientação <b>Pós-Positivista</b>		11,1 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Cientistas <b>M e F</b>	<b>I</b>	11,1 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Difícil classificação		11,1 (1)	100,0 (1)	0,0 (0)	80,0 (8)	33,3 (2)

**Nota:**

a) **I:** Ilustra. **M:** Cientistas do sexo masculino. **F:** Cientistas do sexo feminino.

b) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

No quadro 4.27 estão registados os dados relativos à origem dos cientistas.

**Quadro 4.27: A componente “Origem dos Cientistas” da dimensão “Imagem do Cientista”, na secção “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais escolares**

Origem dos Cientistas		Actividades de Lápis e Papel				
		M7	M8	M9	M10	M11
		(n = 9)	(n = 1)	(n = 2)	(n = 10)	(n = 6)
Orientação <b>Positivista</b>		55,6 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	50,0 (3)
Apenas cientistas <b>ocidentais</b>	<b>I</b>	55,6 (5)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	50,0 (3)
Orientação <b>Pós-Positivista</b>		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Cientistas <b>Oc e Or</b>	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Difícil classificação		44,4 (4)	100,0 (1)	100,0 (2)	100,0 (10)	50,0 (3)

**Nota:**

1) **I:** Ilustra. **Oc:** Cientistas de origem ocidental. **Or:** Cientistas de origem oriental.

2) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A dimensão *Imagem do Cientista* está focalizada principalmente nas actividades de lápis e papel dos manuais escolares dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Os quadros 4.26 e 4.27 mostram que, embora sejam enumerados cientistas, não são incluídos elementos passíveis de identificar com clareza os itens – género e naturalidade – dos cientistas.

A imagem predominante aponta para uma visão elitista do cientista: é um indivíduo do género masculino e de origem ocidental. Coincide com o tipo de imagem veiculada na secção “Texto”.

Nas actividades de lápis e papel, do manual do 7º ano, encontra-se a única referência a uma mulher cientista: *Katia Krafft* de origem francesa e licenciada em Química. É interessante notar o facto de ter uma especialização em vulcanologia, embora seja licenciada em Química, aspecto que poderá ser aproveitado para discutir a natureza transdisciplinar dos saberes.

Por fim, passa-se à análise das imagens da natureza da Ciência induzidas pelas *actividades laboratoriais*. No quadro 4.28, apresenta-se a distribuição das actividades laboratoriais, presentes em cada manual escolar, em função do objectivo de aprendizagem primordialmente contemplado.

**Quadro 4.28: Distribuição das actividades laboratoriais em função do objectivo primordial**

Objectivo primordial	Actividades laboratoriais					
	M7	M8	M9	M10	M11	Total
	(n = 13)	(n = 3)	(n = 5)	(n = 14)	(n = 16)	(n = 51)
Aprendizagem do conhecimento substantivo	84,6 (11)	100,0 (3)	100,0 (5)	71,4 (10)	56,3 (9)	<b>74,5</b> <b>(38)</b>
Aprendizagem do conhecimento processual	15,4 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,1 (1)	25,0 (4)	<b>13,7</b> <b>(7)</b>
Aprendizagem do conhecimento substantivo e de metodologia científica	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	21,4 (3)	18,7 (3)	<b>11,8</b> <b>(6)</b>

**Nota:**

1) Os números colocados entre parentêsis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

Os manuais escolares dos 7º, 10º e 11º anos distinguem-se dos manuais dos 8º e 9º anos pela inclusão de um número de actividades laboratoriais significativamente superior.

A análise da dimensão “Processo de Criação Científica” nas actividades laboratoriais implica considerar o objectivo para o qual estão primordialmente direccionadas. Podem ser considerados os três objectivos centrais que têm sido apontados para o trabalho laboratorial por Hodson (1992) - aprendizagem do conhecimento substantivo; aprendizagem do conhecimento processual e aprendizagem de metodologia científica - e que têm sido assumidos nas perspectivas subjacentes à estruturação de algumas tipologias de actividades laboratoriais (v. Coelho da Silva & Leite, 1997; Leite, 2001).

Os dados do quadro 4.28 permitem distribuir os manuais escolares por três grupos de acordo com o objectivo primordial das actividades laboratoriais: (1) um primeiro grupo formado pelos manuais dos 10º e 11º anos que integram actividades laboratoriais que contemplam os três tipos de objectivos; (2) um segundo grupo constituído pelo manual do 7º ano que inclui actividades laboratoriais orientadas para a aprendizagem do conhecimento substantivo e do conhecimento processual e (3) um último grupo formado pelos manuais dos 8º e 9º anos que incluem actividades laboratoriais orientadas apenas para a aprendizagem do conhecimento substantivo.

A maioria das actividades laboratoriais está principalmente orientada para a aprendizagem do conhecimento substantivo. No entanto, algumas incluem questões orientadas para a análise se alguns procedimentos seguidos na execução do protocolo laboratorial. Estas questões focalizam-se na: (1) análise do controlo de variáveis (8º ano, 10º ano de Biologia); (2) importância do uso de diferentes corantes (10º ano de Biologia) e (3) papel do controlo (10º e 11º anos de Geologia). Assinalam-se, ainda, duas actividades, uma no 7º ano e outra no 11º ano, que contemplam o desenvolvimento de outras competências – as de construção de gráficos.

No quadro 4.29 estão identificados alguns exemplos de actividades laboratoriais que contemplam primordialmente os objectivos “Aprendizagem do conhecimento substantivo” e “Aprendizagem do conhecimento processual”. Apresenta-se um exemplo de cada uma das áreas científicas – Biologia e Geologias – nas situações em que ambas estão contempladas.

**Quadro 4.29: Exemplos de actividades laboratoriais em função do objectivo primordial contemplado**

Manual escolar	Actividades laboratoriais	
	Aprendizagem do conhecimento substantivo	Aprendizagem do conhecimento processual
7º ano	- Observação microscópica de células - Simulação da mobilidade de placas litosféricas	- Determinação da dureza relativa de alguns minerais
8º ano	- Qual a influência da luz no desenvolvimento das plantas?	- Não inclui
9º ano	- Qual a estrutura do encéfalo de um mamífero?	- Não inclui
10º ano	- Multiplicação de leveduras em condições aeróbias e em condições anaeróbias - Efeitos dos sismos	- Classificação de rochas
11º ano	- Como é constituída uma flor? - Que processos intervêm na formação de minerais?	- Como pode efectuar-se a extracção do DNA de uma célula? - Como identificar propriedades ópticas dos minerais?

**Nota:** A designação de cada uma das actividades laboratoriais corresponde ao título atribuído no manual escolar.

As seis actividades laboratoriais que contemplam em simultâneo a aprendizagem do conhecimento substantivo e a aprendizagem de uma metodologia científica estão centradas em apenas dois manuais escolares - os 10º e 11º anos. Destas, cinco contemplam temas da área da Geologia e apenas uma está focalizada na área da Biologia. Estão apresentadas no formato *V de Gowin* (duas actividades) ou num formato mais usual (quatro actividades) como o ilustrado nos seguintes exemplos:

“Os tecidos vivos libertam CO<sub>2</sub>? Planeie uma experiência adequada a este problema. Considere nesta planificação: - os princípios utilizados; - os conceitos envolvidos; - o protocolo experimental.” [10º ano] (Silva *et al.*, 2003e, p. 175)

“Planeie e execute uma experiência para observar a sedimentação de detritos de diferentes dimensões numa coluna vertical de água.” [11º ano] (Silva *et al.*, 2004e, p. 15)

As actividades orientadas para a aprendizagem de uma metodologia científica apresentam graus de abertura diversificados. Em todas é indicado o problema/questão central/assunto a estudar. As actividades no formato *V de Gowin* incluem ainda a especificação dos princípios teóricos no lado conceptual. O procedimento laboratorial e o processo de apresentação dos dados são da responsabilidade dos alunos.

O quadro 4.30 apresenta os dados relativos às actividades laboratoriais que poderão induzir uma imagem do “Processo de Criação Científica”.

**Quadro 4.30: A dimensão “Processo de Criação Científica” na secção “Actividades Laboratoriais” dos manuais escolares**

Processo de Criação Científica		Actividades Laboratoriais				
		M7 (n = 11)	M8 (n = 3)	M9 (n = 5)	M10 (n = 13)	M11 (n = 12)
Orientação Positivista		81,8 (9)	100,0 (3)	80,0 (4)	61,5, (8)	50,0 (6)
Ideias inferidas a partir dos dados recolhidos	I	81,8 (9)	100,0 (3)	80,0 (4)	61,5 (8)	50,0 (6)
Orientação Pós-Positivista		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,1 (3)	16,7 (2)
Ideias construídas a partir da conjugação princípios teóricos-dados recolhidos	I	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,1 (3)	16,7 (2)
Actividades que apenas contemplam a recolha de dados		18,2 (2)	0,0 (0)	20,0 (1)	15,4 (2)	33,3 (4)

**Nota:**

1) I: Ilustra.

2) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A maioria das actividades laboratoriais induzem uma imagem do processo de construção do conhecimento científico que se aproxima de uma perspectiva de orientação positivista. Estas actividades estão orientadas fundamentalmente para a aprendizagem do conhecimento substantivo e são do tipo “Experiências orientadas para a determinação do que acontece”. Assentam num procedimento linear traduzido num trajecto unidireccional da observação para a interpretação.

As actividades que contribuem para a construção de uma imagem da natureza próxima de uma perspectiva de orientação pós-positivista são do tipo “Investigação”. A mobilização de quadros teóricos concepção das tarefas e na interpretação de dados estarão contemplados nestas actividades. Poderão ainda incluir a reflexão acerca do processo de execução da actividade laboratorial.

A análise das actividades laboratoriais permite, ainda, evidenciar algumas omissões. O diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos não está contemplado em nenhuma actividade laboratorial. A exploração de actividades laboratoriais em conjugação com os

correspondentes episódios da história da Ciência também não está contemplada. É fornecida apenas, numa única actividade laboratorial, uma indicação que permite enquadrar a experiência referida numa dada época: “*A actividade experimental [Multiplicação de leveduras em condições aeróbias e em condições anaeróbias] é baseada numa experiência efectuada por Pasteur*” (Silva *et al.*, 2003e, p. 167).

A análise dos dados do quadro 4.31 também permite tirar ilações acerca da dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação. Verifica-se que o papel da teoria na interpretação de dados está limitado a um número reduzido de actividades. A perspectiva da observação como um processo atóricico é a que predomina.

As razões que subjazem à escolha do tipo de actividades laboratoriais a incluir no manual escolar foram objecto de análise com os *autores* dos manuais. A dificuldade dos professores na exploração, em sala de aula, de actividades laboratoriais que impliquem o envolvimento dos alunos em tarefas de tomada de decisão e de natureza reflexiva é apontada pela equipa de autores como o factor que condiciona a inclusão do trabalho laboratorial nos manuais escolares. Esta opinião resulta dos contactos directos que os autores mantêm com os professores. Apontam, como exemplo, as dificuldades expressas pelos professores acerca da estrutura das actividades do tipo “V de Gowin”.

As actividades laboratoriais são, na perspectiva dos *autores*, a via mais propícia para a promoção da compreensão do papel das teorias na investigação científica e, em particular, na construção da perspectiva da observação como um processo teórico-dependente. Apontam para a concretização deste objectivo a implementação de actividades laboratoriais do tipo “investigação”. Afirmam que “*no laboratório, através de actividades do tipo investigativo, o aluno sente que, para resolver o problema que lhe é colocado, necessita de um quadro teórico e que aquelas observações que está a fazer só fazem sentido se estiver na posse desse quadro*”. Salientam, ainda, as potencialidades deste tipo de actividades no desenvolvimento da criatividade e do espírito crítico. Defendem o recurso a actividades do tipo “V de Gowin” pelas potencialidades na promoção da interacção entre os domínios conceptual e metodológico.

Em relação ao papel das actividades de aprendizagem de “lápiz e papel” na exploração da natureza da Ciência, afirmam que poderão, por exemplo, estar mais

direccionadas para a exploração dos contextos de actividade dos cientistas, da reflexão sobre controvérsias através da análise de episódios da História da Ciência. Contudo, apontam a complementaridade dos dois tipos de actividades no processo de ensino-aprendizagem e enfatizam o contributo de ambas no desenvolvimento do pensamento crítico do aluno. Reforçam, ainda, a importância da adopção de uma perspectiva assente na pluralidade metodológica. Assim, admitem a possibilidade do aluno desenvolver competências idênticas às de um cientista:

“Os cientistas também vão a congressos, também ouvem a «exposição» dos colegas. Será mais uma valia para a aprendizagem dos alunos, se um professor resolver implementar, na sala de aula, uma estratégia que se aproxime desta tarefa do cientista.”

O quadro 4.31 apresenta os resultados da presença da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* na secção *Actividades laboratoriais* dos manuais escolares. Apresenta uma distribuição em função dos atributos “Carácter finalizado” e “Carácter dinâmico” e, para este último, especifica os factores que caracterizam este processo.

**Quadro 4.31: A dimensão “Evolução do Conhecimento Científico” na secção “Actividades Laboratoriais” dos manuais escolares**

Evolução do Conhecimento Científico		Actividades Laboratoriais				
		M7 (n = 11)	M8 (n = 3)	M9 (n = 5)	M10 (n = 13)	M11 (n = 12)
Orientação <b>Positivista</b>		100,0 (11)	100,0 (3)	100,0 (5)	69,2 (9)	83,3 (10)
Carácter <b>finalizado</b>	<b>S</b>	100,0 (11)	100,0 (3)	100,0 (5)	69,2 (9)	83,3 (10)
Orientação <b>Pós-Positivista</b>		0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	30,8 (4)	16,7 (2)
Carácter <b>dinâmico</b>	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	30,8 (4)	16,7 (2)
Emergência de <b>novos problemas</b>	<b>I</b>	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	30,8 (4)	16,7 (2)

Nota:

1) S: Sugere. I: Ilustra.

2) Os números colocados entre parêntesis correspondem a frequências. Os restantes, arredondados às décimas, indicam os respectivos valores percentuais.

A Ciência como um corpo de conhecimento estático e cumulativo é a imagem predominantemente veiculada através das actividades laboratoriais em todos os manuais

escolares. Esta é uma imagem implícita que resulta da presença maioritária do indicador do tipo “Sugere”. No entanto, os manuais dos 10º e 11º anos também veiculam uma imagem explícita que aponta para a natureza dinâmica da Ciência. Esta imagem está reduzida a um número limitado de ocorrências, inferior às que sugerem a imagem implícita. A presença de questões orientadas para a formulação de novos problemas é uma ocorrência assumida como ilustrativa do carácter dinâmico: “*Que problemas ficam em aberto após a interpretação dos resultados desta experiência?*” (Silva *et al.*, 2003e, p. 168 – Actividade: Multiplicação de leveduras em condições aeróbias e em condições anaeróbias - 10º ano)

Em síntese, a natureza da Ciência é uma das vertentes da educação em Ciências contemplada nos vários manuais escolares (7º a 11º ano). No entanto, a ênfase atribuída varia de acordo com o ano de escolaridade. É explorada principalmente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade quer na secção “Texto” quer na secção “Actividades de Lápis e Papel”. A secção “Actividades Laboratoriais” está presente em todos os manuais escolares e, embora com frequências diferenciadas, todas as actividades contribuem implícita e/ou explicitamente para a construção de uma imagem da natureza da Ciência.

As imagens da natureza da Ciência veiculadas resultam de abordagens quer de natureza implícita quer de natureza explícita. As imagens veiculadas acerca de algumas dimensões aproximam-se de perspectivas de orientação positivista enquanto que em relação a outras aproximam-se de perspectivas de orientação pós-positivista.

#### **4.2.3. Valorização da natureza da Ciência nas actividades de avaliação incluídas nos manuais escolares**

Esta componente do estudo incide nas questões de auto-avaliação da aprendizagem propostas no manual escolar e no caderno de actividades/manual de auto-avaliação. Pretende-se identificar a valorização atribuída à natureza da Ciência através da quantificação das questões que focalizam a avaliação nesta dimensão da Educação em Ciências. A consecução deste objectivo exigiu a definição de categorias de análise, mutuamente exclusivas, em função do enfoque das questões de avaliação. São as seguintes:

### **1. Avaliação centrada na natureza da Ciência**

Inclui as questões focalizadas nos processos envolvidos na construção do conhecimento científico e nas características da Ciência decorrentes da aplicação desses processos.

### **2. Avaliação centrada em assuntos de cariz sociocientífico**

Engloba as questões focalizadas em assuntos que relacionam o conhecimento das áreas da Biologia e Geologia com contextos sociais, com o dia-a-dia do cidadão, com a História da Humanidade e com a adoção de atitudes relativas ao exercício da cidadania.

### **3. Avaliação centrada no conhecimento específico da Biologia e Geologia**

Integra as questões que incidem apenas nos conhecimentos substantivo e processual das áreas da Biologia e da Geologia.

O quadro 4.32 mostra a distribuição das questões presentes em cada manual escolar (ME) e no caderno de actividades/manual de auto-avaliação (CA/MAA) pelas três categorias consideradas. Indica, ainda, a frequência de questões incluídas nas secções patentes quer nos manuais escolares quer nos cadernos de actividades/manual de auto-avaliação – “*O que aprendi*”/“*Verifique se sabe*” e “*Como aprendi*”/“*Mobilize o seu saber*” -, definidas pelos autores de acordo com o envolvimento cognitivo exigido, respectivamente, “*manipulação de conhecimentos básicos*” e “*mobilização de competências mais complexas*” (v. secção 3.4.1).

A percentagem de questões de auto-avaliação incluídas no caderno de actividades/manual de auto-avaliação é superior à das incluídas no manual escolar. Esta diferença estará, certamente, relacionada com a diferente finalidade atribuída a cada uma das publicações. A comparação da predominância do tipo de questões de auto-avaliação entre o manual escolar e o caderno de actividades/manual de auto-avaliação mostra que a natureza destas publicações não tem qualquer influência no grau de incidência de cada uma das categorias de questões de auto-avaliação. Neste sentido, considerou-se desnecessário discriminar, no quadro 4.32, a distribuição das frequências das questões em função do tipo de publicação (manual escolar e caderno de actividades/manual de auto-avaliação).

**Quadro 4.32: Enfoque temático das questões de auto-avaliação incluídas no manual escolar (ME) e no caderno de actividades/manual de auto-avaliação (CA/MAA) de cada ano de escolaridade**

Secção dos manuais	Categorias	Questões de auto-avaliação nos ME e CA/MAA				
		7º ano (n = 502)	8º ano (n = 331)	9º ano (n = 469)	10º ano (n = 898)	11º ano (n = 850)
“O que aprendi” / “Verifique se sabe”	NC	<b>0,6</b> (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	SC	1,2 (6)	2,1 (7)	3,8 (18)	1,2 (11)	0,4 (3)
	BG	38,2 (192)	22,1 (73)	30,7 (144)	33,2 (298)	34,4 (293)
	<i>Total</i>	<i>40,0</i> <i>(201)</i>	<i>24,2</i> <i>(80)</i>	<i>34,5</i> <i>(162)</i>	<i>34,4</i> <i>(309)</i>	<i>34,8</i> <i>(296)</i>
“Como aprendi” / “Mobilize o seu saber”	NC	<b>0,8</b> (4)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	SC	1,6 (8)	9,4 (31)	8,9 (42)	1,8 (16)	2,7 (23)
	BG	57,6 (289)	66,5 (220)	56,6 (265)	63,8 (573)	62,5 (531)
	<i>Total</i>	<i>60,0</i> <i>(301)</i>	<i>75,8</i> <i>(251)</i>	<i>65,5</i> <i>(307)</i>	<i>65,6</i> <i>(589)</i>	<i>65,2</i> <i>(554)</i>

Nota:

1) **NC:** Avaliação centrada na natureza da Ciência; **SC:** Avaliação centrada em assuntos de cariz sociocientífico; **BG:** Avaliação centrada no conhecimento específico da Biologia e Geologia.

2) Estão registadas as percentagens e, entre parêntesis, a respectiva frequência das questões incluídas em cada categoria.

A análise do quadro 4.32 mostra, claramente, a incidência da avaliação no conhecimento específico das áreas da Biologia e Geologia. No entanto, indica que a abordagem desta área do saber não está restrita a uma mera aprendizagem de factos, conceitos e princípios mas, também, engloba a mobilização destes na análise de assuntos de cariz sociocientífico. A avaliação está primordialmente orientada para a compreensão dos conhecimentos. Assim, a aprendizagem assenta fundamentalmente na compreensão e não apenas na memorização dos conhecimentos.

A avaliação focalizada em temáticas de cariz sociocientífico está patente fundamentalmente nos 8º e 9º anos de escolaridade, com uma percentagem de incidência de, respectivamente, 11,5 % (38 questões) e 12,7 % (60 questões).

A avaliação centrada na natureza da Ciência está limitada ao 7º ano de escolaridade e a um número reduzido de questões: apenas 7 (1,1 %). A focalização neste ano de escolaridade estará, certamente, associada à presença de um tema, especificamente direccionado para a exploração desta dimensão – *Ciência produto da actividade humana*.

Partindo do pressuposto que a natureza da avaliação da aprendizagem pode influenciar os enfoques do processo de ensino, então, esta incidência poderá conduzir a uma desvalorização da exploração da natureza da Ciência nas práticas lectivas. A aprendizagem dos conhecimentos substantivo e processual são apenas duas das dimensões da Educação em Ciências. Não está em causa a desvalorização destas dimensões mas a necessidade de incluir e/ou acentuar a abordagem de outras que, em conjugação com o conhecimento substantivo e processual, contemplem as várias finalidades preconizadas para a Educação em Ciências.

Analisa-se, em seguida, as dimensões e/ou atributos da natureza da Ciência contemplados nas únicas questões de auto-avaliação que a exploram: as 7 questões do 7º ano de escolaridade. Esta análise é efectuada em função das dimensões da natureza da Ciência definidas na secção “Metodologia de investigação” (v. secção 3.2). A relação entre as questões de auto-avaliação e a natureza da Ciência está registada no quadro 4.33.

**Quadro 4.33: Questões de auto-avaliação focalizadas explicitamente na natureza da Ciência**

Dimensões da natureza da Ciência	Questões de auto-avaliação
Estatuto da Teoria e da Observação	<p>“3. Quem sou eu? 3.1. Desempenho um importante papel na Ciência, uma vez que relaciono as ideias com o mundo natural.” [7º ano] (Silva et al., 2002a, p. 59 – secção «O que aprendi») (Resposta: <i>Teoria</i>)</p> <p>“4. Os cientistas trabalham em equipa e: A – baseiam-se apenas em observações objectivas; B – as suas ideias dão significado às observações; C – estabelecem ideias fixas; D – não são influenciados pelo ambiente do seu tempo. (Assinala a opção correcta)” [7º ano] (Silva et al., 2002b, p. 9 – secção «Como aprendi» - Caderno de actividades) (Resposta: <i>Opção B</i>)</p>
Contexto da Actividade Científica	<p>“3. Quem sou eu? 3.3. Sou italiano, vivi no século XVII e defendi o heliocentrismo, tendo sido condenado pela inquisição.” [7º ano] (Silva et al., 2002a, p. 59 – secção «O que aprendi»)</p>

**Quadro 4.33 (continuação): Questões de auto-avaliação focalizadas explicitamente na natureza da Ciência**

Dimensões da natureza da Ciência	Questões de auto-avaliação
Contexto da Actividade Científica	<p>“1. As hipóteses sobre a posição da Terra no Universo foram várias ao longo dos séculos. (...) 1.4. No trabalho desenvolvido por Galileu foi notória a influência da tecnologia e da sociedade. Fundamente esta afirmação.” [7º ano] (Silva et al., 2002a, p. 60 – secção «Como aprendi»)</p> <p>“3. Em Maio de 1999 o presidente norte-americano, Bill Clinton, afirmou: ‘Estaremos em Marte antes de 2019.’ 3.1. Nesta frase torna-se evidente que a Ciência é permeável à sociedade. Fundamenta esta afirmação.” [7º ano] (Silva et al., 2002b, p. 9 – secção «Como aprendi» - Caderno de actividades)</p>
Evolução do Conhecimento Científico	<p>“1. As hipóteses sobre a posição da Terra no Universo foram várias ao longo dos séculos. (...) 1.3. Relativamente a este assunto, porque pode afirmar-se que a Ciência é uma actividade humana na qual se verificam avanços e recuos?” [7º ano] (Silva et al., 2002a, p. 60 – secção «Como aprendi»)</p> <p>“1.2. Aristarco, três séculos antes de Cristo, tinha já proposto um modelo que admitia que todos os planetas giravam à volta do Sol. Era um modelo _____. Foi preciso esperar quase 2000 anos para que cientistas como _____ e, sobretudo, _____ voltassem a defender esta visão. Pode bem dizer-se que a Ciência é uma actividade humana que tem por vezes grandes retrocessos.” [7º ano] (Silva et al., 2002b, p. 6 – secção «Como aprendi» - Caderno de actividades) (Resposta: <i>heliocêntrico; Copérnico; Galileu</i>)</p>

As dimensões da natureza da Ciência contempladas são apenas três: (1) *Estatuto da Teoria e da Observação*; (2) *Contexto da Actividade Científica* e (3) *Evolução do Conhecimento Científico*. Assim, estão ausentes as dimensões “Processo de Criação Científica”, “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” e “Imagem do Cientista”.

A questão focalizada na dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* explora a importância da teoria na interpretação da realidade. Afasta-se da perspectiva que aponta a observação como um processo, isento, neutro, objectivo e aproxima-se da perspectiva que aponta a observação como um processo teórico-dependente. Evidencia, implicitamente, a observação como um processo envolvido na construção do conhecimento científico mas

dependente da razão. Assim, aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

As questões focalizadas na dimensão *Contexto da Actividade Científica* incidem na influência do desenvolvimento tecnológico e, sobretudo, na influência da sociedade no desenvolvimento da Ciência. O poder religioso e o poder político são os factores de natureza social que estão evidenciados. Tal, como a questão anterior, também se aproxima de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

A avaliação centrada na dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* acentua um modelo de progresso não linear, caracterizado por avanços e recuos. Não contempla outros aspectos como, por exemplo, a existência de controvérsias, de revoluções científicas, a sobrevivência das teorias mais aptas, etc.. Independentemente destas ausências, a perspectiva patente na questão de avaliação aproxima-se, do mesmo modo que a avaliação focalizada nas dimensões anteriores, de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

As secções de auto-avaliação dos vários manuais contêm, ainda, algumas questões que, embora estejam focalizadas no conhecimento específico da Biologia e Geologia, caracterizam-se pela inclusão de informação passível de uma abordagem orientada para a discussão da natureza da Ciência. O quadro 4.34 mostra o grau de incidência deste tipo de questões.

**Quadro 4.34: Questões de auto-avaliação, integradas na categoria “Biologia e Geologia”, passíveis de serem exploradas no âmbito da natureza da Ciência**

Secção dos manuais	Questões de auto-avaliação nos MPA e CA/MAA				
	7º ano (n = 502)	8º ano (n = 331)	9º ano (n = 457)	10º ano (n = 894)	11º ano (n = 850)
“O que Aprendi” / “Verifique se sabe”	0,2 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,6 (5)	1,1 (9)
“Como aprendi” / “Mobilize o seu saber”	1,6 (8)	0,9 (3)	0,0 (0)	0,4 (4)	0,3 (3)
<b>Total</b>	1,8 (9)	0,9 (3)	0,0 (0)	1,0 (9)	1,4 (12)

**Nota:** Estão registadas as percentagens e, entre parêntesis, a respectiva frequência das questões incluídas em cada secção de avaliação.

A análise dos dados deste quadro mostra que os manuais, com excepção do manual do 9º ano de escolaridade, incluem questões de auto-avaliação com potencialidades de exploração no domínio da natureza da Ciência.

A análise conjunta dos dados dos dois quadros anteriormente apresentados – 4.33 e 4.34 -, sintetizados no quadro 4.35, mostra a focalização possível da natureza da Ciência na auto-avaliação da aprendizagem proposta nos manuais dos vários anos de escolaridade.

**Quadro 4.35: Questões de auto-avaliação focalizadas explicitamente e passíveis de exploração no domínio da natureza da Ciência**

Tipo de questões	Questões de auto-avaliação nos MPA e CA/MAA				
	7º ano (n = 502)	8º ano (n = 331)	9º ano (n = 457)	10º ano (n = 894)	11º ano (n = 850)
Focalizadas, <b>explicitamente</b> , na natureza da Ciência	<b>1,3</b> (7)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Passíveis de exploração no âmbito da natureza da Ciência	1,8 (9)	0,9 (3)	0,0 (0)	1,0 (9)	1,4 (12)
<b>Total</b>	<b>3,2</b> (16)	<b>0,9</b> (3)	0,0 (0)	<b>1,0</b> (9)	<b>1,4</b> (12)

**Nota:** Estão registadas as percentagens e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

Os dados deste quadro mostram que, se na exploração do segundo grupo de questões for, efectivamente, contemplada a vertente epistemológica, então a natureza da Ciência como enfoque de avaliação deixa de estar restringida ao 7º ano de escolaridade. Além de adquirir um maior grau de incidência neste ano de escolaridade, passa a estar contemplada em mais três anos de escolaridade: um do ensino Básico – o 8º ano – e dois do ensino Secundário – os 10º e 11º. No entanto, a frequência de questões de avaliação focalizadas neste domínio continua a ser reduzida.

As dimensões da natureza da Ciência que estas novas questões permitem contemplar são: (1) *Processo de Criação Científica*; (2) *Estatuto da Teoria e da Observação*; (3) *Contexto da Actividade Científica* e (4) *Evolução do Conhecimento Científico*.

No quadro 4.36 enumeram-se as dimensões da natureza da Ciência contempladas e, para cada uma delas, apresentam-se alguns exemplos de questões de avaliação.

**Quadro 4.36: Exemplos de questões de auto-avaliação passíveis de explorar a natureza da Ciência**

Dimensões da natureza da Ciência	Questões de auto-avaliação
<b>Processo de Criação Científica</b>	
Observação	“4. Quem sou eu? Escreve o termo que corresponde a cada uma das seguintes afirmações: (...) 4.5. Fui um dos pioneiros na observação de células ao microscópio óptico e uma das observações que efectuei sugeriu-me a ideia do termo célula.” [7º Ano] (Silva et al., 2002b, p. 7 – secção «O que aprendi» - Caderno de actividades) (Resposta: <i>Robert Hooke</i> )
Experiência - Formulação de problemas  - Controlo de variáveis	“2. O sabor da água deve-se a substâncias que ela possui dissolvidas. Admite que os recipientes I e II são aquecidos de modo a evaporar a totalidade da água. (...) 2.1. Qual o problema que a experiência considerada permite investigar.” [8º ano] (Silva et al., 2003b, p. 13 – secção «Como aprendi»)  “14.3. A Joana ao analisar a experiência do Miguel, disse que não estava bem planeada. Qual a tua opinião? Fundamenta-a.” [7º Ano] (Silva et al., 2002b, p. 15 – secção «Como aprendi» - Caderno de actividades)
<b>Estatuto da Teoria e da Observação</b>	
Mobilização de quadros teóricos	“2.5. Na elaboração da sua teoria, Darwin foi influenciado: A – pelas ideias de Malthus sobre a evolução dos fenómenos geológicos. B – pelas ideias de Lyell sobre a selecção artificial. C – pelos dados biogeográficos recolhidos por Lamarck. D – pelo Malthusianismo.” [11º ano] (Silva et al., 2004d, p. 148 – secção «Verifique se sabe») (Resposta: <i>D</i> )
<b>Evolução do Conhecimento Científico</b>	
Carácter dinâmico	“1. Considere os esquemas A e B, que representam a posição do Sol e de alguns planetas: (...) 1.1. Qual dos modelos representa: 1.1.1. uma visão heliocêntrica? 1.1.2. um modelo do tipo do de Ptolomeu? 1.1.3. a visão de galileu? 1.2. Refira uma observação do quotidiano que apoie o geocentrismo.” [7º ano] (Silva et al., 2002b, p. 8 – secção «Como aprendi»)
<b>Contexto da Actividade Científica</b>	
Contexto Científico	“1.12. Com as ideias evolucionistas surgem os sistemas de classificação _____, também chamados _____. ” [11º ano] (Silva et al., 2004f, p. 31 – secção «Verifique se sabe» - Manual de auto-avaliação) (Resposta: <i>evolutivos; filogenéticos</i> )

As questões assinaladas como passíveis de exploração da dimensão *Processo de Criação Científica* apontam a *observação* e a *experiência* como processos envolvidos na construção do conhecimento científico. A exploração destas questões tanto poderá induzir

uma visão de Ciência de orientação positivista como promover a construção de uma visão de orientação pós-positivista. Não se coloca em dúvida a importância da observação, da experimentação nem da formulação de problemas e do controlo de variáveis. O problema estará na natureza atribuída a estes processos e na omissão de outros aspectos que caracterizam a produção do conhecimento científico.

A dimensão *Estatuto da Teoria e da Observação* é passível de ser explorada através das questões que apontam a mobilização de quadros teóricos, perfilhados pelos cientistas, na construção de novos conhecimentos.

A dimensão *Contexto da Actividade Científica* está limitada à exploração da influência do contexto científico na construção do conhecimento científico. Este grupo de questões não inclui nenhuma que faça alusão ao contexto social.

As questões passíveis de explorar a dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* incluem informação que mostra o carácter dinâmico da Ciência, o que torna possível uma reflexão acerca do modo como ocorreu a alteração das várias perspectivas científicas apresentadas. É esta a dimensão passível de exploração que está contemplada na maioria das questões.

A *equipa de autores* dos manuais escolares manifestou plena consciência da frequência diminuta das questões de avaliação focalizadas na natureza da Ciência. Consideram que esta dimensão é contemplada, essencialmente, quando a exploração dos temas inclui uma abordagem mais explícita da História da Ciência. No entanto, apontam um obstáculo que lhes dificulta a concretização de outro tipo de avaliação – *o peso da avaliação da aprendizagem dos alunos no final de cada ciclo*. A concordância necessária das propostas de avaliação incluídas nos manuais com a natureza da avaliação patente nas provas elaboradas pelo Ministério da Educação é um factor bastante forte que limita o campo de actuação. A inclusão do conhecimento epistemológico nas avaliações efectuadas pelo Ministério da Educação facilitaria a concretização de outro tipo de abordagem nos manuais escolares porque conduziria à valorização desta dimensão no ensino das Ciências. Considerem que esta alteração teria repercussões imediatas, nas práticas pedagógicas dos professores e, também, na satisfação com que desempenham as suas funções:

“Combater algum imobilismo e até algum desânimo poderá também passar pelo tipo de avaliação que se faz no final dos ciclos. Se continuar centrada nos conteúdos disciplinares e, de alguma forma, ‘colada’ a uma visão positivista de Ciência dificilmente se poderá avançar.”

Em síntese, todas as questões de auto-avaliação focalizadas explicitamente na natureza da Ciência apontam para uma imagem da natureza da Ciência que se aproxima de uma perspectiva de orientação pós-positivista. Há, ainda, um grupo de questões que são passíveis de exploração no âmbito da natureza da Ciência mas é uma hipótese que estará dependente do tipo de práticas implementadas pelos professores.

Assinala-se a necessidade da avaliação contemplar as várias dimensões da natureza da Ciência, em particular a dimensão “Processo de Criação Científica” por ser aquela que permitirá discutir, efectivamente, a pluralidade de processos envolvidos na construção do conhecimento científico e, assim, contribuir para a compreensão efectiva do papel da experiência, da razão, da criatividade, etc. A alteração dos enfoques da avaliação poderá despoletar a modificação de práticas pedagógicas e a atribuição de um outro significado ao ensino das Ciências.

#### **4.2.4. Incidência de bibliografia passível de contribuir para a exploração da natureza da Ciência referida nos manuais escolares**

Esta secção ocupa-se da última fase de análise dos manuais escolares. Focaliza-se na análise da bibliografia incluída no manual do professor e no guia do professor. Recorda-se que o manual do professor inclui o manual do aluno pelo que a bibliografia nele incluída é igual à que está presente no manual do aluno. Pretende-se identificar o grau de incidência atribuído a bibliografia passível de contribuir para a abordagem da natureza da Ciência. Partindo do pressuposto, já assumido na análise da secção 4.1.2 relativa aos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem, de que a secção bibliografia exerce influência na pesquisa bibliográfica, passível de integrar a actividade docente, a identificação do tipo de referências predominante pode constituir um indicador da área de conhecimento que poderá ser mais valorizada pelos destinatários dos manuais.

Na consecução desta etapa, utiliza-se a tipologia definida para a análise da bibliografia incluída nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia. Não se considera a categoria “Política educativa” que integra documentos oficiais definidores da política educativa dada a inexistência deste tipo de documentos nas referências bibliográficas incluídas nos manuais escolares. Assim, são, apenas, consideradas as seguintes categorias:

### **1. Ciências Físicas e Naturais**

Inclui bibliografia da área da Biologia e da Geologia e ainda bibliografia de áreas científicas afins, como a Física e a Química, que contribuem para a compreensão dos fenómenos geológicos e biológicos.

### **2. História da Ciência**

Engloba não só livros focalizados na historiografia da Ciência, mas também outro tipo de bibliografia que inclua dados relativos aos processos de descoberta ou que se focaliza na descrição/análise dos contextos de justificação e de descoberta.

### **3. Didáctica das Ciências**

Integra bibliografia de âmbito geral e, em particular, focalizada na Natureza da Ciência. Esta última abarca obras centradas na explanação de quadros teóricos de natureza epistemológica estruturados com fins educativos e/ou na transposição desses mesmos quadros para o ensino das Ciências.

### **4. Epistemologia da Ciência**

Integra bibliografia centrada na discussão das várias correntes filosóficas, históricas e sociológicas acerca da produção do conhecimento científico.

### **5. Ciência e Sociedade**

Integra bibliografia focalizada na análise de assuntos que relacionam o conhecimento das áreas da Biologia e Geologia com contextos sociais, com o dia-a-dia do cidadão, com a História da Humanidade e com a adopção de atitudes relativas ao exercício da cidadania.

O quadro 4.37 mostra a distribuição da bibliografia enumerada em cada um dos manuais escolares pelas várias categorias de análise. Apenas se especifica a bibliografia incluída no guia do professor para o 7º ano de escolaridade dado que é o único que inclui uma secção de bibliografia.

**Quadro 4.37: Tipo de bibliografia referida nos manuais do professor (MP) e nos guias do professor (GP)**

Manuais escolares		Tipo de bibliografia					Total
		CFN	DC	HC	EC	SC	
7º ano	MP	80,0 (24)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	80,0 (24)
	GP	0,0 (0)	16,7 (5)	3,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	20,0 (6)
	<b>Total</b>	80,0 (24)	16,7 (5)	3,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (30)
8º ano	MP	92,3 (24)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	7,7 (2)	100,0 (26)
9º ano	MP	87,5 (14)	0,0 (0)	12,5 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (16)
10º ano	MP	100,0 (56)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (56)
11º ano	MP	100,0 (46)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	100,0 (46)

**Nota:**

- 1) Estão registadas as percentagens e, entre parêntesis, as respectivas frequências de questões incluídas em cada manual.  
 2) **CFN**: Bibliografia focalizada na área das Ciências Físicas e Naturais; **DC**: Bibliografia focalizada na área da Didáctica das Ciências; **HC**: Bibliografia focalizada na área da História da Ciência; **SC**: Bibliografia focalizada em temáticas de natureza sociocientífica; **PE**: Documentos definidores da Política Educativa.

A bibliografia proposta nos manuais dos vários anos de escolaridade incide, essencialmente, no domínio da Biologia e Geologia, isto é, na categoria “Ciências Físicas e Naturais”. Esta situação é idêntica à encontrada em outros estudos que incidem na análise de manuais escolares de Ciências Naturais (v. secção 2.4).

Nos manuais do ensino Secundário, a categoria “Ciências Físicas e Naturais” é a única representada. As outras categorias, representadas nos manuais do 3º ciclo do ensino

Básico, apresentam uma frequência diminuta ou estão ausentes (igual ou inferior a 5 referências bibliográficas [16,7 %]). Assim, assinala-se a presença das categorias:

- a) *Didáctica das Ciências* no manual escolar do 7º ano;
- b) *História da Ciência* nos manuais escolares dos 7º e 9º anos;
- c) *Ciência e Sociedade* no manual escolar do 8º ano.

A categoria *Epistemologia da Ciência* não está representada nas referências bibliográficas de nenhum manual. Neste domínio, sugere-se a inclusão do livro “*Eles não sabem que eu sonho... Um jovem poeta no país da Ciência*” de Carlos Café, publicado em 2001, adequado ao nível etário dos alunos do ensino Secundário (v. secção 1.1.3).

A perspectiva assumida pelos autores dos manuais escolares - *inclusão apenas no “Guia do professor do 7º ano” de informação que subjaz à estruturação dos três anos do 3º ciclo do ensino Básico* - poderá, também, estar na origem da ausência de referências bibliográficas nos guias do professor dos 8º e 9º anos de escolaridade.

A opinião dos *autores* acerca dos obstáculos com que se deparam na operacionalização da natureza da Ciência permite assinalar uma razão para esta frequência diminuta de bibliografia no domínio da História da Ciência. A *equipa de autores* menciona a dificuldade de acesso a este tipo de bibliografia e, conseqüentemente, o desconhecimento da sua existência ou não como um factor que dificulta a operacionalização da natureza da Ciência. No entanto, este factor não é impeditivo da exploração desta dimensão. Sublinham ainda o factor - *qualidade da bibliografia* - como um aspecto determinante na abordagem da natureza da Ciência. A qualidade necessária exclui bibliografia que assenta a visão da Ciência em imagens estereotipadas e em mitos que, ao longo dos tempos, têm vindo a ser veiculados e reforçados pelos mais diversos meios.

A presença de bibliografia no âmbito da história da Ciência constituirá, para os alunos, uma primeira indicação de uma fonte de informação passível de exploração. Para os professores, a inclusão de outra bibliografia para além da incidente no conhecimento substantivo poderá contribuir para contrariar imagens do ensino das Ciências focalizadas na

exploração, apenas, do conhecimento substantivo e da Ciência como um mero repositório de factos, conceitos e princípios.

Partindo do pressuposto de que a inclusão de uma secção de bibliografia no guia do professor poderá assumir a função de orientação, de suporte à inovação educativa, entendida esta como experimentação crítica, então será, fundamental, a inclusão de obras que contemplem as várias áreas do saber envolvidas no processo de ensino-aprendizagem das Ciências. Nesta perspectiva, os livros são conceptualizados como instrumentos de trabalho, guias de apoio à reflexão e à acção do professor, isto é, ao desenvolvimento de uma atitude pró-activa consubstanciada na reflexividade profissional e na atitude investigativa.

A inclusão de bibliografia no domínio da História da Ciência, passível de contribuir para a exploração da natureza da Ciência, exige obras que apresentem características adequadas a esta finalidade. Estas características assentam na inclusão de relatos que descrevam os processos envolvidos na construção do conhecimento científico, desde os factores internos com que o cientista se depara até às condicionantes que lhe são colocadas pela sociedade da época. A questão não se coloca na negação da importância dos livros de história da Ciência focalizados nas alterações do conhecimento substantivo mas na necessidade de acompanhar estas alterações com a explicitação dos processos que as possibilitaram.

Nestes últimos anos, têm surgido, no mercado livreiro, algumas publicações em língua portuguesa que cumprem os requisitos acima mencionados. A *“História da Ciência – De 1543 ao Presente”* da autoria de John Gribbin, editado em 2005, é um exemplo de uma publicação que traça um esboço do desenvolvimento da Ciência Ocidental, desde o Renascimento até, aproximadamente, o fim do séc. XX. É, portanto, uma história inacabada que tem a particularidade de analisar a produção do conhecimento científico no seio do seu contexto sociohistórico. Há, contudo, outras publicações de âmbito mais específico. Por exemplo, a relação Galileu-Religião é uma problemática que, frequentemente, é analisada em contextos educativos formais e não formais. Reveste-se de uma complexidade que exige uma análise mais cuidadosa. A interpretação desta relação, bem como da carreira de Galileu, no seio de uma cultura mecenática poderá ser encontrada no livro *“Galileu,*

*Cortesão. A Prática da Ciência na Cultura do Absolutismo*” da autoria de Mario Biagioli, publicado em 2006.

### **4.3. Perspectivas dos professores sobre a natureza da Ciência nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Esta segunda componente do estudo assenta no seguinte objectivo:

- a) Analisar as percepções dos professores sobre as imagens da natureza da Ciência veiculadas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

A consecução deste objectivo foi conseguida através da aplicação de um questionário a professores (v. anexo 3), familiarizados com os manuais escolares em análise. Este questionário inclui quatro questões que contemplam os seguintes objectivos:

- a) Identificar percepções dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente a: (1) presença das dimensões da natureza da Ciência e (2) importância atribuída à influência da presença/ausência das dimensões da natureza da Ciência na aprendizagem dos alunos.
- b) Identificar a visão dos professores sobre o papel que devem desempenhar na apropriação do manual escolar.
- c) Identificar, na óptica dos professores, o contributo da investigação incidente em manuais escolares.
- d) Identificar percepções dos professores acerca da operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares.

#### **4.3.1. Percepção dos professores acerca das imagens da natureza da Ciência veiculadas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia**

Os quadros 4.38 a 4.46 apresentam os resultados relativos à percepção dos professores acerca da natureza da Ciência veiculada por cinco manuais escolares de Ciências da Natureza e de Biologia e Geologia pertencentes ao 3º ciclo do ensino Básico

(7º, 8º e 9º anos de escolaridade) e ao ensino Secundário (10º e 11º anos de escolaridade). Estes dados incidem na percepção da presença, nos manuais escolares, das várias dimensões em análise – “Processo de Criação Científica”, “Estatuto da Teoria e da Observação”, “Evolução do Conhecimento Científico”, “Contexto da Actividade Científica”, “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” e “Imagem do Cientista” – e na importância atribuída à influência da presença/ausência de cada uma das características passíveis de traduzir estas dimensões na aprendizagem dos alunos. Especificam uma formulação sintetizada dos itens do questionário, ressaltando as características da natureza da Ciência passíveis de estarem presentes nos manuais escolares.

Nestes quadros estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência. Os quadros não incluem os resultados relativos à indicação da *ausência de opinião* quer acerca da presença/ausência das várias características nos manuais escolares quer acerca da influência que esta presença/ausência poderá ter na aprendizagem dos alunos. A decisão tomada assenta no facto de, na maioria das situações em que é assinalada a opção “sem opinião”, a frequência de resposta ser baixa. No entanto, estes dados serão apresentados sempre que se julgar significativo.

Os dados relativos à influência na aprendizagem da presença/ausência de cada característica nos manuais escolares estão organizados em dois grupos – V e NV - que associam as opções indicadoras, respectivamente, da valorização e desvalorização da abordagem de cada característica na aprendizagem dos alunos:

- a) o primeiro – V – mostra o número de professores que valoriza a abordagem de uma dada característica no processo de ensino-aprendizagem. Corresponde àqueles que assinalam as opções “Presente com influência positiva” e “Ausente com influência negativa”.
- b) o segundo – NV – indica o número de professores que não atribuem valorização à exploração de uma dada característica no processo de ensino-aprendizagem. Corresponde àqueles que assinalam as opções “Presente com influência negativa”, “Ausente com influência positiva”, “Presente com influência nula” e “Ausente com influência nula”.

No quadro 4.38 estão registados os dados relativos à percepção dos professores acerca do principal enfoque da Ciência explorado nos manuais escolares.

**Quadro 4.38: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à Ciência como um produto ou uma actividade**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
Atribuição de maior relevo aos produtos da Ciência (factos, conceitos, teorias) do que aos processos envolvidos na sua construção. (Sugere uma imagem de Ciência geralmente associada a uma perspectiva de orientação positivista)	<b>P</b>	72,2 (13)	62,5 (10)	76,2 (16)	63,0 (17)	77,8 (14)	70,0 (70)
	<b>A</b>	22,2 (4)	31,3 (5)	23,8 (5)	29,6 (8)	16,7 (3)	25,0 (25)
	<b>V</b>	11,1 (2)	18,9 (3)	28,6 (6)	3,7 (1)	5,6 (1)	13,0 (13)
	<b>NV</b>	77,8 (14)	75,0 (12)	71,4 (15)	85,2 (23)	83,3 (15)	79,0 (79)

**Nota:**

a) **P**: Característica presente; **A**: Característica ausente; **V**: Característica valorizada; **NV**: Característica não valorizada

b) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

A natureza do enfoque da Ciência primordialmente explorado poderá induzir e/ou reforçar a imagem de Ciência que globalmente é veiculada. A percepção dominante aponta para a atribuição de maior ênfase aos produtos do que aos processos da Ciência nos manuais dos vários anos de escolaridade. Neste sentido, estes manuais poderão induzir e/ou reforçar a imagem da Ciência como um produto, isto é, como um repositório de factos, conceitos e teorias em detrimento da construção da imagem da Ciência como uma actividade que, sendo de natureza humana, está condicionada por factores de ordem pessoal e social. Não está em causa a relevância do conhecimento substantivo mas a ausência de outras dimensões que proporcionarão ao cidadão uma outra imagem de Ciência capaz de o tornar mais consciente da natureza do conhecimento substantivo mobilizado sempre que interage com questões de âmbito (sócio)científico. A inclusão e/ou a atribuição de maior espaço nos manuais escolares a dimensões que dêem mais relevo aos processos envolvidos na construção do conhecimento científico é uma perspectiva que estará em consonância com a opinião dos professores. A maioria considera que a abordagem da Ciência focalizada primordialmente nos produtos não é a melhor via para promover a aprendizagem dos alunos.

Embora os dados do quadro 4.38 apontem para uma visão global da Ciência como um produto, os dados dos quadros seguintes mostram que a percepção da maioria dos

professores indica a presença nos manuais escolares de alguns elementos que permitem visualizar a Ciência como uma actividade. Os elementos presentes contemplam as dimensões: “Processo de Criação Científica”, “Estatuto da Teoria e da Observação”, “Evolução do Conhecimento Científico”, “Contexto da Actividade Científica”, “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” e “Imagem do Cientista”. Cada uma destas dimensões constitui o enfoque das análises a seguir efectuadas.

Os quadros 4.39 e 4.40 apresentam os dados relativos à percepção dos professores acerca da imagem veiculada pelos manuais escolares no que se refere à dimensão “Processo de Criação Científica”. Os dados do quadro 4.39 reportam-se à imagem veiculada pela globalidade do manual escolar enquanto os dados do quadro 4.40 se referem à imagem veiculada apenas por uma das componentes do manual escolar – as actividades laboratoriais - aqui evidenciadas dado o papel relevante que lhe é reconhecido no ensino das Ciências.

A dimensão “Processo de Criação Científica” inclui duas vertentes da Ciência: os processos envolvidos na construção do conhecimento científico e os processos que conduzem à sua validação.

Das percepções dos professores inquiridos emergem as imagens dos manuais em análise a seguir discriminadas.

Os manuais dos 7º e 9º anos de escolaridade mostram que a construção do conhecimento científico envolve processos de natureza diversificada. É neste sentido que aponta a percepção maioritária dos professores ao assinalarem a presença, em ambos os manuais, dos processos de criatividade, imaginação e intuição e a ausência, no manual do 9º ano de escolaridade, da referência à produção do conhecimento científico assente num procedimento baseado apenas na observação e na experimentação. No entanto, em relação ao manual do 7º ano de escolaridade, a percepção dos professores não o afasta completamente da imagem da produção do conhecimento científico assente num único método, uma vez que se divide entre a presença e a ausência da respectiva característica no manual.

**Quadro 4.39: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Processo de Criação Científica”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
A investigação científica é uma actividade que está assente apenas num método baseado na observação e na experimentação. (Orientação positivista)	<b>P</b>	44,4 (8)	25,0 (4)	38,1 (8)	44,4 (12)	38,9 (7)	39,0 (39)
	<b>A</b>	44,4 (8)	56,3 (9)	57,1 (12)	40,7 (11)	50,0 (9)	49,0 (49)
	<b>V</b>	38,9 (7)	12,5 (2)	23,8 (5)	44,4 (12)	33,3 (6)	32,0 (32)
	<b>NV</b>	38,9 (7)	62,5 (10)	71,4 (15)	40,7 (11)	55,6 (10)	53,0 (53)
A criatividade, a imaginação, o espírito crítico e a intuição são processos utilizados pelos cientistas na investigação científica. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	83,3 (15)	50,0 (8)	51,1 (12)	51,9 (14)	38,9 (7)	56,0 (56)
	<b>A</b>	11,1 (2)	43,8 (7)	38,1 (8)	40,7 (11)	61,1 (11)	39,0 (39)
	<b>V</b>	94,4 (17)	81,3 (13)	95,2 (20)	85,2 (23)	77,8 (14)	87,0 (87)
	<b>NV</b>	0,0 (0)	6,3 (1)	4,8 (1)	3,7 (1)	16,7 (3)	6,0 (6)
Nos processos de investigação científica, há a interacção entre as teorias, os objectivos e os procedimentos envolvidos. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	44,4 (8)	37,5 (6)	42,9 (9)	48,1 (13)	33,3 (6)	42,0 (42)
	<b>A</b>	22,2 (4)	31,3 (5)	47,6 (10)	25,9 (7)	44,4 (8)	34,0 (34)
	<b>V</b>	55,6 (10)	68,8 (11)	81,0 (17)	63,0 (17)	66,7 (12)	67,0 (67)
	<b>NV</b>	5,6 (1)	0,0 (0)	9,5 (2)	3,7 (1)	5,6 (1)	5,0 (5)
A experimentação é o critério que permite a validação/certificação do conhecimento científico produzido numa dada época. (Orientação positivista)	<b>P</b>	61,1 (11)	81,3 (13)	76,2 (16)	92,6 (25)	77,8 (14)	79,0 (79)
	<b>A</b>	22,2 (4)	12,5 (2)	19,1 (4)	0,0 (0)	5,6 (1)	11,0 (11)
	<b>V</b>	44,4 (8)	62,5 (10)	85,7 (18)	88,8 (24)	77,8 (14)	74,0 (74)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	25,0 (4)	9,5 (2)	3,7 (1)	5,6 (1)	10,0 (10)
A validação/certificação do conhecimento científico é um processo complexo que envolve discussão/negociação /consenso entre os cientistas da comunidade científica da época. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	83,3 (15)	43,8 (7)	57,1 (12)	70,4 (19)	66,7 (12)	65,0 (65)
	<b>A</b>	11,1 (2)	31,3 (5)	38,1 (8)	25,9 (7)	33,3 (6)	28,0 (28)
	<b>V</b>	83,3 (15)	74,0 (12)	76,2 (16)	96,3 (26)	100,0 (18)	87,0 (87)
	<b>NV</b>	5,6 (1)	0,0 (0)	14,3 (3)	3,7 (1)	0,0 (0)	5,0 (5)

**Nota:**

- 1) **P:** Característica presente; **A:** Característica ausente; **V:** Característica valorizada; **NV:** Característica não valorizada  
2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

No manual do 8º ano de escolaridade é veiculada uma imagem que, embora se afaste da perspectiva da construção do conhecimento científico assente num único método, não a vincula a uma perspectiva que pressupõe a intervenção de processos de natureza diversificada. Se, por um lado, a opinião maioritária dos professores aponta a ausência da referência a um procedimento baseado apenas na experimentação e na observação, por outro lado, a opinião dos professores distribui-se, de modo aproximadamente equitativo, entre a presença e a ausência dos processos de criatividade, imaginação e intuição.

O manual escolar do 10º ano não veicula uma imagem de construção do conhecimento científico que possa ser vinculada a uma dada perspectiva, dado que a opinião dos professores não assinala maioritariamente nenhuma das características. A sua percepção divide-se, de modo aproximadamente igual, entre a presença e a ausência dos processos de criatividade, imaginação e intuição e, também, entre a presença e a ausência de um método assente unicamente num procedimento baseado na observação e experimentação.

O manual escolar do 11º ano não contempla a exploração desta vertente uma vez que a opinião da maioria dos professores aponta como estando ausente no manual quer a referência a um único método quer a referência à pluralidade de processos.

Os manuais dos 7º e 10º anos de escolaridade poderão ser os que mais evidenciam a construção do conhecimento científico como um processo de natureza não linear em que a manipulação de uma das três componentes - teorias, objectivos e procedimentos – acarreta alterações nas outras duas componentes. No entanto, embora a percentagem de resposta mais elevada aponte a presença desta característica, é preciso notar que há uma percentagem significativa de professores que optou por não se pronunciar acerca da sua presença/ausência nos manuais escolares. Salienta-se que é esta a característica em que um maior número de professores assinala a opção «Sem opinião», quer acerca da sua presença/ausência nos manuais escolares (entre 22,2 % e 33,3 %) quer acerca da sua influência na aprendizagem dos alunos (entre 27,8 % e 38,9 %) não só em relação aos 7º e 10º anos de escolaridade mas também em relação ao 11º ano. Em relação aos manuais dos 8º, 9º e 11º anos de escolaridade, a opinião dos professores distribui-se de modo igual, ou aproximadamente igual, entre a presença e a ausência desta característica.

A opinião maioritária dos professores aponta, claramente, para a valorização da característica - *A criatividade, a imaginação, o espírito crítico e a intuição são processos utilizados pelos cientistas na investigação científica* - na aprendizagem dos alunos nos vários anos de escolaridade. Esta opinião é consistente com a desvalorização atribuída à característica - *A investigação científica é uma actividade que está assente apenas num método baseado na observação e na experimentação* - na aprendizagem nos 8º, 9º e 11º anos de escolaridade. Esta concordância não está evidenciada na opinião dos professores dos 7º e 10º anos de escolaridade dado que a opinião acerca da segunda característica atrás mencionada distribui-se equitativamente entre a valorização e não valorização.

Os dados referentes ao processo de validação do conhecimento científico mostram a coexistência de perspectivas de orientação positivista e pós-positivista na maioria dos manuais – 7º, 9º, 10º e 11º anos de escolaridade. As características *Certificação do conhecimento científico obtida apenas através da experimentação* e *Certificação do conhecimento científico através da discussão/consenso gerado na comunidade científica* são percebidas pela maioria dos professores como estando simultaneamente presentes nos manuais escolares. No entanto, a comparação do número de professores que no mesmo manual regista a presença simultânea das duas características mostra que uma é mais assinalada do que a outra. Assim, tomando como significativa uma diferença de frequências igual ou superior a 6, os resultados encontrados indicaram que é apenas no manual escolar do 10º ano de escolaridade que uma das características estará em maior evidência - *A certificação do conhecimento científico obtida apenas através da experimentação*. O manual do 8º ano destaca-se dos anteriores uma vez que a percepção maioritária dos professores não aponta a coexistência das duas perspectivas de Ciência mas aponta a vinculação a uma perspectiva de orientação positivista. Por um lado, a maioria dos professores assinala a presença de uma característica de natureza positivista - *A experimentação como o critério de certificação do conhecimento científico* - e, por outro lado, a opinião dos professores não aponta como predominante nem a presença nem a ausência de uma característica de natureza pós-positivista - *Certificação do conhecimento científico através da discussão/consenso gerado na comunidade científica* -, uma vez que se divide, de modo aproximadamente igual, entre a sua presença e ausência no manual

escolar. A opinião maioritária dos professores acerca da influência da presença/ausência destas características na aprendizagem dos alunos mostra a valorização simultânea das duas características. Neste sentido, estes resultados parecem evidenciar a perfilha simultânea de concepções de Ciência de orientação positivista e pós-positivista pela maioria dos professores. No entanto, oito professores do 7º ano (44,4 %) assinalam a opção «Sem Opinião» acerca da influência na aprendizagem da característica *Experimentação como critério de validação do conhecimento científico*.

Face ao exposto, a percepção dos professores indica que o manual do 9º ano de escolaridade será aquele que mais se aproxima de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista na dimensão em análise.

Os dados do quadro 4.40 reportam-se, ainda, à percepção dos professores acerca da dimensão *Processo de Criação Científica*. Tem como enfoque uma componente específica dos manuais escolares e de reconhecido valor no ensino-aprendizagem das Ciências – *as actividades laboratoriais*.

**Quadro 4.40: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares, através das actividades laboratoriais, referente à dimensão “Processo de Criação Científica”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
As actividades laboratoriais sugerem o trabalho dos cientistas como uma actividade assente num procedimento metodológico, de natureza linear e sequencial, em que a partir da observação de factos se constroem as teorias. (Orientação positivista)	<b>P</b>	44,4 (8)	62,5 (10)	57,1 (12)	74,1 (20)	72,2 (13)	63,0 (63)
	<b>A</b>	16,7 (3)	25,0 (4)	33,3 (7)	22,2 (6)	27,8 (5)	25,0 (25)
	<b>V</b>	27,8 (5)	37,5 (6)	61,9 (13)	59,3 (16)	88,9 (16)	56,0 (56)
	<b>NV</b>	22,2 (4)	43,8 (7)	19,1 (4)	29,6 (8)	11,1 (2)	25,0 (25)
As actividades laboratoriais sugerem a experimentação como o critério que permite a validação/certificação do conhecimento científico. (Orientação positivista)	<b>P</b>	61,1 (11)	56,3 (9)	71,4 (15)	81,5 (22)	77,8 (14)	71,0 (71)
	<b>A</b>	0,0 (0)	18,8 (3)	19,1 (4)	14,8 (4)	16,7 (3)	14,0 (14)
	<b>V</b>	61,1 (11)	50,0 (8)	76,2 (16)	92,6 (25)	88,9 (16)	76,0 (76)
	<b>NV</b>	0,0 (0)	6,3 (1)	9,5 (2)	3,7 (1)	5,6 (1)	5,0 (5)

**Nota:**

- 1) **P**: Característica presente; **A**: Característica ausente; **V**: Característica valorizada; **NV**: Característica não valorizada  
 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

A percepção da maioria dos professores indica que a imagem de Ciência sugerida pelas actividades laboratoriais é a mesma nos manuais dos vários anos de escolaridade. Esta imagem aproxima-se de uma perspectiva de orientação positivista. Esta tendência de resposta aplica-se tanto à natureza do processo metodológico como ao critério que subjaz à validação do conhecimento científico. No entanto, os dados referentes ao manual escolar do 7º ano colocam algumas ressalvas à associação da imagem predominante, sugerida pelas actividades laboratoriais, a um procedimento metodológico de natureza linear e sequencial. A percentagem de professores que apontam esta associação (44,4 % - 8 professores) está muito próxima da percentagem de professores que assinalam a opção “ausência de opinião” (38,9 % - 7 professores), indicativa da dificuldade em perceber esta imagem.

A percepção dos professores indica, ainda, que a imagem induzida pelas actividades laboratoriais direcciona-se mais para uma visão do critério de validação do conhecimento científico do que para a natureza do procedimento metodológico.

A opinião dos professores acerca da valorização atribuída à presença/ausência da característica relativa à natureza do procedimento metodológico mostra uma variabilidade de posicionamentos, enquanto que em relação à característica acerca do critério de validação do conhecimento científico direcciona-se para um posicionamento uniforme. No primeiro caso – *natureza linear e sequencial do procedimento metodológico* - a opinião maioritária dos professores distribui-se por dois posicionamentos:

- valorização da presença desta característica nos 9º, 10º e 11º anos de escolaridade;
- valorização e desvalorização desta característica nos 7º e 8º anos de escolaridade.

No entanto, é de assinalar a posição de um número significativo de professores do 7º ano (9 [50,0 %]) que assinala a opção “Sem opinião”.

O quadro 4.41 apresenta os dados relativos à percepção dos professores acerca da dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação”.

A maioria dos professores dos vários anos de escolaridade percebe como estando presente nos manuais a característica *Teoria e observação influenciam-se mutuamente*. No entanto, esta percepção difere da que está expressa na opinião relativa à característica *Os conhecimentos científicos e a experiência profissional do cientista orientam o processo de*

*observação* em que, tal como na anterior, se veicula uma perspectiva da observação teórico-dependente.

**Quadro 4.41: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação”**

Característica	Professores						
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	Total (n=100)
Os conhecimentos científicos e a experiência profissional do cientista orientam o processo de observação. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	27,8 (5)	18,8 (3)	19,1 (4)	29,6 (8)	38,9 (7)	27,0 (27)
	<b>A</b>	33,3 (6)	50,0 (9)	71,4 (15)	51,9 (14)	50,0 (9)	53,0 (53)
	<b>V</b>	50,0 (9)	62,5 (10)	76,2 (16)	66,7 (18)	72,2 (13)	66,0 (66)
	<b>NV</b>	0,0 (0)	6,3 (1)	9,5 (2)	11,1 (3)	16,7 (3)	9,0 (9)
Na construção do conhecimento científico, as teorias e as observações influenciam-se mutuamente. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	88,9 (16)	62,5 (10)	66,7 (14)	96,3 (26)	88,9 (16)	82,0 (82)
	<b>A</b>	5,6 (1)	18,8 (3)	14,3 (3)	3,7 (1)	0,0 (0)	8,0 (8)
	<b>V</b>	83,3 (15)	75,0 (12)	81,0 (17)	100,0 (27)	88,9 (16)	87,0 (87)
	<b>NV</b>	0,0 (0)	6,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,0 (1)

**Nota:**

1) **P**: Característica presente; **A**: Característica ausente; **V**: Característica valorizada; **NV**: Característica não valorizada

2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

Os dados do quadro 4.42 mostram, ainda, que a maioria dos professores valoriza a exploração destas características na aprendizagem dos alunos. No entanto, verifica-se uma maior valorização da característica *Teoria e observação influenciam-se mutuamente* do que da característica *Conhecimentos científicos e experiência profissional do cientista orientam o processo de observação*.

O quadro 4.42 apresenta os dados relativos à percepção dos professores acerca da dimensão “Evolução do Conhecimento Científico”.

Os resultados apresentados no quadro 4.42 permitem afirmar que na percepção dos professores, a imagem do conhecimento científico como um saber estático e imutável não está patente em nenhum dos manuais escolares. Já no que diz respeito ao modo como o progresso científico está aí ilustrado, ele é visto de forma diferenciada pela maioria dos professores nos manuais dos vários anos de escolaridade. A visão da maioria dos

professores dos 8º e 9º anos de escolaridade afasta-se da visão da maioria dos professores dos restantes anos de escolaridade. Neste sentido, o progresso científico como o resultado de avanços e recuos é a imagem percebida nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade, estando mais ausente no caso do manual do 9º ano de escolaridade.

**Quadro 4.42: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Evolução do Conhecimento Científico”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
O conhecimento científico é um conjunto de verdades absolutas, um saber de carácter estático e imutável. (Orientação positivista)	<b>P</b>	0,0 (0)	18,8 (3)	9,5 (2)	3,7 (1)	5,6 (1)	7,0 (7)
	<b>A</b>	100,0 (18)	75,0 (12)	90,5 (19)	96,3 (26)	94,4 (17)	92,0 (92)
	<b>V</b>	5,6 (1)	6,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,6 (1)	3,0 (3)
	<b>NV</b>	83,3 (15)	87,5 (14)	95,2 (20)	100,0 (27)	94,4 (17)	93,0 (93)
A evolução do conhecimento científico é o resultado de avanços e recuos (processo não linear), no seio do qual há lugar a controvérsias. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	94,4 (17)	50,0 (8)	42,9 (9)	85,2 (23)	72,2 (13)	70,0 (70)
	<b>A</b>	5,6 (1)	37,5 (6)	57,1 (12)	14,8 (4)	27,8 (5)	28,0 (28)
	<b>V</b>	94,4 (17)	81,3 (13)	95,2 (20)	96,3 (26)	100,0 (18)	94,0 (94)
	<b>NV</b>	0,0 (0)	6,3 (1)	4,8 (1)	3,7 (1)	0,0 (0)	3,0 (3)

**Nota:**

- 1) **P**: Característica presente; **A**: Característica ausente; **V**: Característica valorizada; **NV**: Característica não valorizada  
 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

Em relação a esta dimensão, praticamente todos os professores valorizam uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista (entre 83,3 % e 100,0 %). Para todos os anos de escolaridade, é desvalorizada a exploração da característica que se afasta desta perspectiva de Ciência - *Conhecimento científico como um saber estático e imutável* - e valorizada a exploração da característica que dela se aproxima - *Evolução do conhecimento científico como o resultado de avanços e recuos, no seio do qual há lugar a controvérsias*.

O quadro 4.43 apresenta os dados relativos à percepção dos professores acerca da dimensão “Contexto da Actividade Científica”.

**Quadro 4.43: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Contexto da Actividade Científica”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
A investigação científica é uma actividade que está sujeita às influências económicas, políticas, religiosas, etc., do contexto social da época. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	77,8 (14)	62,5 (10)	57,1 (12)	51,9 (14)	61,1 (11)	61,0 (61)
	<b>A</b>	11,1 (2)	31,3 (5)	38,1 (8)	29,6 (8)	33,3 (6)	29,0 (29)
	<b>V</b>	66,7 (12)	87,5 (14)	85,7 (18)	51,9 (14)	77,8 (14)	72,0 (72)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	6,3 (1)	9,5 (2)	22,2 (6)	16,7 (3)	14,0 (14)
A investigação científica é um trabalho essencialmente de equipa. (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	33,3 (6)	43,8 (7)	19,1 (4)	44,4 (12)	38,9 (7)	36,0 (36)
	<b>A</b>	55,6 (10)	43,8 (7)	81,0 (17)	40,7 (11)	55,6 (10)	55,0 (55)
	<b>V</b>	77,8 (14)	87,5 (14)	90,5 (19)	81,5 (22)	83,3 (15)	84,0 (84)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	0,0 (0)	4,8 (1)	3,7 (1)	5,6 (1)	5,0 (5)

**Nota:**

- 1) **P**: Característica presente; **A**: Característica ausente; **V**: Característica valorizada; **NV**: Característica não valorizada  
 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

A dimensão “Contexto da actividade científica” contempla duas vertentes: (1) a Ciência como uma actividade em interligação com o contexto social de cada época e (2) a natureza colaborativa da actividade científica.

A percepção da maioria dos professores de cada ano de escolaridade relativamente à primeira vertente - *A Ciência como uma actividade em interligação com o contexto social de cada época* - indica que é uma imagem que está patente em todos os manuais escolares.

As opiniões dos professores acerca da segunda vertente - *A natureza colaborativa da actividade científica* - apontam diferenças entre as imagens veiculadas nos manuais dos vários anos de escolaridade. Assim, evidenciam as seguintes ocorrências:

- os manuais de 7º, 9º e 11º anos de escolaridade não mostram a natureza colaborativa da actividade científica. A percepção maioritária dos professores aponta a ausência da respectiva característica nestes manuais.

- os manuais dos 8º e 10º anos de escolaridade tanto poderão veicular como não a imagem da Ciência como uma actividade de natureza colaborativa, uma vez que a percepção dos professores se distribui, de modo igual ou aproximadamente igual, entre a presença e a ausência da respectiva característica nos manuais. Estes manuais, em relação

aos restantes, poderão ser aqueles que mais evidenciam a natureza colaborativa da atividade científica.

A opinião da maioria dos professores acerca da influência da exploração destas vertentes na aprendizagem dos alunos é idêntica, apontando para uma influência positiva. A opinião dos professores do 10º ano de escolaridade aponta para uma maior valorização da característica *A investigação científica é uma actividade que está sujeita às influências económicas, políticas, religiosas, etc., do contexto social da época* do que da característica *A investigação científica é um trabalho essencialmente de equipa*.

O quadro 4.44 apresenta os dados relativos à percepção dos professores acerca da dimensão “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico”.

**Quadro 4.44: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
O manual escolar dá relevância a outras áreas do conhecimento que geralmente não são consideradas como científicas (Filosofia, Religião, Arte, etc.). (Orientação pós-positivista)	<b>P</b>	55,6 (10)	31,3 (5)	9,5 (2)	22,2 (6)	22,2 (4)	27,0 (27)
	<b>A</b>	27,8 (5)	43,8 (7)	90,5 (19)	70,4 (19)	72,2 (13)	63,0 (63)
	<b>V</b>	72,2 (13)	68,8 (11)	33,3 (7)	55,6 (15)	83,3 (15)	61,0 (61)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	6,3 (1)	52,4 (11)	33,3 (9)	11,1 (2)	25,0 (25)

**Nota:**

- 1) **P:** Característica presente; **A:** Característica ausente; **V:** Característica valorizada; **NV:** Característica não valorizada
- 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

A relevância atribuída a outras áreas de conhecimento que geralmente não são consideradas como científicas é percebida de modo diferente pelos professores dos vários anos de escolaridade. A distribuição aproximadamente equitativa da percepção dos professores pela presença e a ausência desta característica no manual do 8º ano de escolaridade, a percepção dominante da presença desta característica no manual do 7º ano de escolaridade e a percepção dominante assente na ausência desta característica nos manuais dos 9º, 10º, e 11º anos de escolaridade permite colocar os manuais em três posições:

- o manual do 7º ano parece ser aquele que mais veicula uma imagem que atribui relevo a outras áreas de conhecimento para além do conhecimento científico;

- o manual do 8º ano parece veicular uma imagem que tanto pode apontar como não a atribuição de relevo a outras áreas do conhecimento para além do conhecimento científico.

- os manuais dos 9º, 10º e 11º anos parecem veicular uma imagem que não atribui relevância a outras áreas de conhecimento para além do conhecimento científico.

A ausência de valorização de outras áreas de conhecimento poderá contribuir para o reforço de imagens do conhecimento científico como o único conhecimento válido. Deste modo, estar-se-á a contribuir para a desvalorização outras esferas da vida social que também são necessárias para a integração do cidadão na sociedade actual.

A percepção maioritária dos professores aponta o manual do 7º ano de escolaridade como aquele que poderá dar um maior contributo para a construção de uma imagem de Ciência que se aproxima de uma perspectiva de orientação pós-positivista.

A importância atribuída a esta característica - *O manual escolar dá relevância a outras áreas do conhecimento que geralmente não são consideradas como científicas (Filosofia, Religião, Arte, etc.)* - na aprendizagem também difere de acordo com o nível de escolaridade. Apenas a maioria dos professores do 9º ano de escolaridade não valoriza a sua abordagem, o que significa que consideram válida a ausência desta característica nos manuais escolares. A valorização atribuída a esta característica pelos professores dos 8º, 10º e 11º anos de escolaridade mostra que a ausência percebida nos respectivos manuais é vista como negativa para a aprendizagem dos alunos.

O quadro 4.45 apresenta os dados relativos à percepção dos professores acerca da dimensão “Imagem do Cientista”.

A percepção da maioria dos professores acerca da imagem do Cientista patente nos manuais escolares mostra que:

- estão ausentes dos manuais escolares do 3º ciclo e do ensino secundário elementos típicos de uma imagem estereotipada - *cientistas como indivíduos gloriosos* - e elementos que contribuem para a caracterização de uma imagem concordante com as perspectivas

actuais - *Cientistas como indivíduos integrados na sociedade e pertencentes a contextos culturais diversificados.*

- estão ainda ausentes dos manuais escolares do ensino secundário outros elementos típicos de uma imagem estereotipada - *A Ciência como uma actividade própria de indivíduos do sexo masculino.*

**Quadro 4.45: Percepção dos professores sobre a imagem de Ciência veiculada nos manuais escolares referente à dimensão “Imagem do Cientista”**

Característica		Professores					Total (n=100)
		7º (n=18)	8º (n=16)	9º (n=21)	10º (n=27)	11º (n=18)	
Os cientistas são indivíduos intelectualmente superiores (visão gloriosa e heróica dos cientistas). (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de Ciência de orientação positivista)	<b>P</b>	16,7 (3)	0,0 (0)	14,3 (3)	11,1 (3)	27,8 (5)	14,0 (14)
	<b>A</b>	66,7 (12)	68,8 (11)	76,2 (16)	77,8 (21)	66,7 (12)	72,0 (72)
	<b>V</b>	16,7 (3)	6,3 (1)	23,8 (5)	3,7 (1)	5,6 (1)	11,0 (11)
	<b>NV</b>	55,6 (10)	56,3 (9)	61,9 (13)	81,5 (22)	77,8 (14)	68,0 (68)
Os cientistas são, essencialmente, indivíduos do sexo masculino. (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de Ciência de orientação positivista)	<b>P</b>	61,1 (11)	62,5 (10)	42,9 (9)	37,0 (10)	38,9 (7)	47,0 (47)
	<b>A</b>	27,8 (5)	12,5 (2)	38,1 (8)	48,2 (13)	55,6 (10)	38,0 (38)
	<b>V</b>	16,7 (3)	31,3 (5)	14,3 (3)	7,4 (2)	5,6 (1)	14,0 (14)
	<b>NV</b>	66,7 (12)	43,8 (7)	66,7 (14)	74,1 (20)	83,3 (15)	68,0 (68)
Os cientistas são cidadãos que estão integrados num meio familiar, cultural e político. (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista)	<b>P</b>	50,0 (9)	18,8 (3)	33,3 (7)	11,1 (3)	22,2 (4)	26,0 (26)
	<b>A</b>	44,4 (8)	50,0 (8)	61,9 (13)	70,4 (19)	61,1 (11)	59,0 (59)
	<b>V</b>	66,7 (12)	50,0 (8)	61,9 (13)	51,9 (14)	66,7 (12)	59,0 (59)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	6,3 (1)	28,6 (6)	25,9 (7)	11,1 (2)	18,0 (18)
A investigação científica é uma actividade realizada por cientistas de diferentes raças. (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista)	<b>P</b>	33,3 (6)	12,5 (2)	14,3 (3)	14,8 (4)	33,3 (6)	21,0 (21)
	<b>A</b>	50,0 (9)	56,3 (9)	76,2 (16)	69,3 (16)	50,0 (9)	59,0 (59)
	<b>V</b>	61,1 (11)	50,0 (8)	52,4 (11)	25,9 (7)	38,9 (7)	44,0 (44)
	<b>NV</b>	11,1 (2)	12,5 (2)	28,6 (6)	40,7 (11)	38,9 (7)	28,0 (28)

**Nota:**

- 1) **P:** Característica presente; **A:** Característica ausente; **V:** Característica valorizada; **NV:** Característica não valorizada  
 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

Se, por um lado, a percepção destes professores indica que estes manuais escolares não veiculam explicitamente imagens estereotipadas do cientista, por outro lado, também indica que não promovem claramente a construção de imagens consentâneas com as perspectivas actualmente defendidas. Contudo, a ausência de elementos caracterizadores de uma imagem de Cientista actualizada poderá induzir a construção e/ou o reforço de imagens estereotipadas do cientista como um indivíduo isolado do contexto social em que vive e como um indivíduo de raça branca.

A imagem do cientista como um indivíduo do sexo masculino é percebida pela maioria dos professores como sendo a veiculada nos manuais dos 7º e 8º anos de escolaridade. Esta imagem tanto pode ser visualizada como não no manual do 9º ano de escolaridade, dado que a percepção dos professores se divide de um modo aproximadamente equitativo entre a presença (9 [42,9 %]) e a ausência (8 [38,1 %]) desta característica no manual escolar. Estes últimos dados, em conjugação com os anteriormente apresentados, apoiam a ideia da possibilidade destes manuais poderem induzir e/ou reforçar imagens estereotipadas do cientista.

A valorização atribuída pelos professores ao papel das várias características da dimensão *Imagem do Cientista* na aprendizagem dos alunos mostra que a maioria concorda com a abordagem nos vários anos de escolaridade de imagens do cientista que estão em consonância com uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

A análise do somatório de respostas dadas pelos professores dos vários anos de escolaridade em relação a cada dimensão e respectivas características permite identificar aquelas que são percebidas como estando mais presentes ou mais ausentes na globalidade dos manuais escolares. Permite, ainda, identificar as características a que os professores atribuem maior e menor valorização na aprendizagem dos alunos. Estes resultados estão sintetizados no quadro 4.46. Assumiu-se, como valor de referência, uma percentagem igual e superior a 70,0 % para a percepção acerca da presença e ausência das características nos manuais escolares e, também, para a valorização/não valorização atribuída à influência da presença/ausência de cada característica na aprendizagem dos alunos. Considerou-se, ainda, a percentagem de 10,0 % como valor de referência na variação entre as percepções da presença e da ausência de cada característica ( $\Delta[P,A]$ ). Não

se incluem os valores referentes à diferença entre valorização e não valorização atribuída à influência da presença/ausência das características na aprendizagem dos alunos porque em nenhum caso se verificou uma ocorrência igual ou inferior a 10,0 %.

As características apontadas pela maioria dos professores como estando presentes nos manuais escolares referem-se às dimensões “Estatuto da Teoria e da Observação”, “Processo de Criação Científica”, “Evolução do Conhecimento Científico” e ao enfoque da Ciência globalmente explorado nos manuais escolares. As características evidenciadas expressam a relação dialéctica teoria-observação, a experimentação como o critério de validação do conhecimento científico e o progresso do conhecimento científico de natureza não linear. Verifica-se, assim, a presença simultânea de características de orientação pós-positivista e de orientação positivista. Nesta última perspectiva, enquadra-se a experimentação como o critério usado na validação do conhecimento científico, imagem que, segundo a maioria dos professores, é induzida por uma componente específica dos manuais escolares – as actividades laboratoriais. Estas quatro características enquadram-se no conjunto de oito apontadas pelos professores como as que mais contribuem positivamente para a aprendizagem dos alunos. Neste sentido, valorizam em simultâneo perspectivas de Ciência de orientação positivista e pós-positivista.

As características apontadas como estando mais ausentes referem uma das dimensões já acima mencionada – “Evolução do Conhecimento Científico” – e a dimensão “Imagem do Cientista”. No primeiro caso, a percepção da ausência da característica *Conhecimento científico como verdades absolutas* é concordante com a percepção acima registada acerca do modelo de progresso científico. Esta é a característica cuja ausência é apontada pela maioria dos professores como exercendo influência positiva na aprendizagem dos alunos. Este resultado reforça a concordância existente entre esta percepção e a relativa à influência na aprendizagem da presença da característica *Evolução do conhecimento científico como um processo não linear*. A segunda característica apontada, pela maioria dos professores, como estando ausente refere-se a imagens estereotipadas do cientista, assentes no carácter heróico e glorioso, embora o seu posicionamento quanto à valorização deste aspecto na aprendizagem não seja tão claro como nos aspectos anteriores.

**Quadro 4.46: Percepção da presença/ausência e valorização global das características da imagem da natureza da Ciência veiculada nos manuais escolares**

Características	Professores (n = 100)				
	P ≥ 70%	A ≥ 70%	$\Delta[P,A]$ ≤ 10%	V ≥ 70%	NV ≥ 70%
Na construção do conhecimento científico, as teorias e as observações influenciam-se mutuamente. (Orientação pós-positivista)	82,0			87,0	
A experimentação é o critério que permite a validação/certificação do conhecimento científico produzido numa dada época. (Orientação positivista)	79,0			74,0	
As actividades laboratoriais sugerem a experimentação como o critério que permite a validação/certificação do conhecimento científico. (Orientação positivista)	71,0			76,0	
A evolução do conhecimento científico é o resultado de avanços e recuos (processo não linear), no seio do qual há lugar a controvérsias. (Orientação pós-positivista)	70,0			94,0	
Atribuição de maior relevo aos produtos da Ciência (factos, conceitos, teorias) do que aos processos envolvidos na sua construção. (Sugere uma imagem de Ciência geralmente associada a uma perspectiva de orientação positivista)	70,0				79,0
O conhecimento científico é um conjunto de verdades absolutas, um saber de carácter estático e imutável. (Orientação positivista)		92,0			93,0
Os cientistas são indivíduos intelectualmente superiores (visão gloriosa e heróica dos cientistas). (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de orientação positivista)		72,0			
A investigação científica é uma actividade que está assente apenas num método baseado na observação e na experimentação. (Orientação positivista)			10,0		
Os cientistas são, essencialmente, indivíduos do sexo masculino. (Imagem geralmente associada a uma perspectiva de orientação positivista)			9,0		
Nos processos de investigação científica, há a interacção entre as teorias, os objectivos e os procedimentos envolvidos. (Orientação pós-positivista)			8,0		
A criatividade, a imaginação, o espírito crítico e a intuição são processos utilizados pelos cientistas na investigação científica. (Orientação pós-positivista)				87,0	
A validação/certificação do conhecimento científico é um processo complexo que envolve discussão/negociação /consenso entre os cientistas da comunidade científica da época. (Orientação pós-positivista)				87,0	
A investigação científica é um trabalho essencialmente de equipa. (Orientação pós-positivista)				84,0	
A investigação científica é uma actividade que está sujeita às influências económicas, políticas, religiosas, etc., do contexto social da época. (Orientação pós-positivista)				72,0	

**Nota:**

- 1) P: Característica presente; A: Característica ausente; V: Característica valorizada; N: Característica não valorizada.
- 2) Estão registadas as percentagens de resposta e, entre parêntesis, a respectiva frequência.

Os dados do quadro 4.46 evidenciam três características em que não há um posicionamento maioritário expressivo dos professores direccionado para a sua presença ou ausência nos manuais escolares. São as seguintes:

- a) *A investigação científica é uma actividade que está assente apenas num método baseado na observação e na experimentação;*
- b) *Os cientistas são, essencialmente, indivíduos do sexo masculino;*
- c) *Nos processos de investigação científica, há a interacção entre as teorias, os objectivos e os procedimentos envolvidos.*

Este resultado poderá apontar a dificuldade dos professores na identificação dos indicadores que reflectem estas características nos manuais escolares ou a ambiguidade da abordagem dada a estas características nos manuais escolares.

Os dados do quadro 4.46 mostram, ainda, a presença de um conjunto significativo de quatro características que são valorizadas pelos professores. Destas, destaca-se a característica *A criatividade, a imaginação, o espírito crítico e a intuição são processos utilizados pelos cientistas na investigação científica (V = 87,0 %)*, dada a sua importância na construção de uma imagem pós-positivista do processo de construção do conhecimento científico, a qual contempla outros processos para além da observação e da experimentação. No entanto, não é percebida como sendo uma das características mais presentes na globalidade dos manuais.

Por fim, efectua-se uma análise comparativa entre as percepções dos professores inquiridos e as percepções do investigador acerca das imagens da natureza da Ciência nos manuais escolares. Esta comparação mostra situações de aproximação e outras de afastamento entre as duas percepções.

Uma primeira análise mostra a percepção pelos professores da presença de dimensões da natureza da Ciência que na perspectiva do investigador não são exploradas nos manuais escolares. Esta ocorrência incide fundamentalmente nas percepções acerca das imagens veiculadas pelos manuais dos 8º e 9º anos. Estes, são os manuais que atribuem menor ênfase à natureza da Ciência. A percepção da maioria dos professores aponta, nestes manuais, a referência a aspectos - “criatividade, imaginação e intuição como processos

envolvidos na produção do conhecimento científico”; “experimentação como o critério que permite a validação do conhecimento científico”; “influência do contexto social da época na actividade do cientista”; “influência mútua teoria-observação na construção do conhecimento científico” - que na perspectiva do investigador não são explorados nem no manual do 8º ano nem no do 9º ano.

A interacção “Teoria-Objectivos-Procedimentos” é uma outra característica do processo de criação científica que na perspectiva do investigador não é explorada em nenhum manual escolar. A percepção dos professores sugere a sua exploração nos manuais dos 7º e 10º anos de escolaridade. Já em relação aos manuais dos 8º, 9º e 11º anos, a percepção dos professores divide-se entre a presença e a ausência, não apontado, deste modo, a aproximação a uma imagem predominante.

Há, também, a assinalar outras percepções dos professores que evidenciam imagens contrárias às percepcionadas pelos investigador. Por exemplo, a percepção dos professores acerca da dimensão “Evolução do Conhecimento Científico”, nos manuais dos 8º e 9º anos, ressalta o carácter dinâmico e temporal do conhecimento científico enquanto que a percepção do investigador assinala o carácter finalizado e cumulativo.

A análise comparativa entre as percepções dos professores e do investigador não revela apenas dissonâncias. Há, ainda, a evidenciar os pontos de aproximação. A percepção da maioria dos professores e do investigador coincidem nos seguintes aspectos:

- a) A criatividade está patente como um dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico nos manuais escolares do 7º.
- b) As actividades laboratoriais dos vários manuais escolares induzem uma imagem da construção do conhecimento científico como um processo de natureza linear. É a observação de dados que permite inferir as ideias.
- c) carácter dinâmico do conhecimento científico patente nos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade.
- d) A ausência da dimensão “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” nos manuais escolares dos 9º, 10º e 11º anos.
- e) A imagem do cientista como um indivíduo do sexo masculino veiculada no manual do 7º ano.

- f) A imagem do cientista como um indivíduo de origem ocidental veiculada em todos os manuais escolares.
- g) A imagem do cientista como um indivíduo integrado apenas num contexto profissional, à margem de um contexto familiar e social, patente nos manuais dos 10º e 11º anos de escolaridade.

#### **4.3.2. Percepções dos professores sobre a operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares**

O quadro 4.47 apresenta a distribuição das respostas dos professores à pergunta em que se solicitava a apresentação de aspectos relativos à abordagem da natureza da Ciência nos manuais escolares que não tinham sido contemplados na questão inicial do questionário (Anexo 3). As frequências registadas correspondem ao número de professores que referem cada uma das opiniões listadas. A resposta de cada professor pode focalizar mais do que uma opinião, pelo que na categoria *1. Atribuir maior relevo à natureza da Ciência* o somatório das frequências das respectivas opiniões não coincide com o valor total apresentado a negrito (número de sujeitos). Constata-se que apenas 2 (1,8 %) professores mencionam simultaneamente duas opiniões. No anexo 11 apresentam-se exemplos de respostas incluídas em cada uma das categorias listadas no quadro 4.47. Os dados do quadro 4.47 mostram que a maioria dos professores não acrescenta novas características acerca da abordagem da natureza da Ciência nos manuais escolares para além daquelas já expressas na primeira questão do questionário, analisadas na secção anterior.

Apenas 11 (9,9 %) professores expõem uma opinião relacionada directa ou indirectamente com a operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares. As opiniões manifestadas não apresentam qualquer especificação em função dos vários níveis de escolaridade do 3º ciclo do ensino Básico e do ensino Secundário. Neste conjunto de respostas, identificam-se quatro enfoques distintos:

- a) imagem da natureza da Ciência veiculada pelos manuais escolares;
- b) obstáculos à operacionalização da natureza da Ciência no ensino das Ciências;
- c) modo/enfoque de operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares;
- d) modos de apoio à actividade do professor.

**Quadro 4.47: Percepções dos professores sobre a operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares (n = 111)**

Percepções dos Professores	Professores	
	F	%
<b>1. Atribuir maior relevo à natureza da Ciência</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>
1.1. Aprofundar a informação acerca do significado atribuído a “Ciência”	1	0,9
1.2. Aprofundar a informação acerca dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico	2	1,8
1.3. Incluir informação referente a investigações da actualidade e realizadas em Portugal	1	0,9
1.4. Referir os insucessos experienciados pelos cientistas nas investigações	1	0,9
1.5. Referir os embustes	1	0,9
<b>2. Explorar a ligação entre a Ciência e o quotidiano do cidadão</b>	<b>1</b>	<b>0,9</b>
<b>3. Operacionalizar a natureza da Ciência através de estratégias de natureza diversificada</b>	<b>1</b>	<b>0,9</b>
<b>4. Enumerar fontes de informação complementares que permitam aceder a informação científica recente</b>	<b>1</b>	<b>0,9</b>
<b>5. O manual escolar induz imagens acerca da natureza da Ciência que se afastam da realidade</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>
<b>6. A extensão dos programas dificulta a abordagem de outras vertentes da educação em Ciências para além do conhecimento substantivo</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>
<b>7. Referência a aspectos que não estão relacionados com a operacionalização da natureza da Ciência / Dificil compreensão da relação da resposta com a pergunta</b>	<b>12</b>	<b>10,8</b>
<b>8. Não respondeu</b>	<b>88</b>	<b>79,3</b>

A percepção da natureza da Ciência veiculada pelo manual escolar assente numa imagem que se afasta da realidade é reforçada nesta pergunta por dois professores. Enquanto que um professor alerta para o carácter simplista/redutor conferido implicitamente ao empreendimento científico, o outro discute o afastamento da imagem veiculada em função das perspectivas de Ciência defendidas na actualidade. Exemplifica, referindo o carácter finalizado como uma das características veiculadas. A análise da resposta deste último professor à primeira questão – presença/ausência das características da natureza da Ciência nos manuais escolares – mostra que os resultados estão em consonância com esta última opinião. A percepção global que este professor detém da

imagem da natureza da Ciência veiculada nos manuais aproxima-se de uma perspectiva de orientação positivista.

A extensão dos programas é apontada como um factor que dificulta não só a operacionalização da natureza da Ciência mas também a exploração de outras vertentes do ensino das Ciências para além do conhecimento substantivo. Um dos professores reflecte acerca do período de tempo preconizado para a gestão do programa:

“Tendo em conta a vastidão de conteúdos, dificilmente haverá tempo para estar com pormenores que, sem sombra de dúvida, seriam importantes. Os conteúdos deveriam sempre permitir a sua leccionação num tempo inferior àquele que o programa prevê, isso resultaria em aulas ‘mais apelativas’, nas quais o professor poderia explorar outros assuntos ligados à Ciência e à Investigação. As maiores críticas que faço são ao programa, à sua extensão e à falta de tempo para abordar a Ciência e a Investigação como seria desejável.” (P1003)

As opiniões incidentes na operacionalização da natureza da Ciência apontam para:

- a) a atribuição de maior ênfase à natureza da Ciência;
- b) a atribuição de significado pelo aluno às suas aprendizagens;
- c) a perfilha de uma perspectiva de ensino assente na pluralidade metodológica.

Neste grupo de respostas, verifica-se a apresentação de sugestões com graus de abrangência diferenciados. As propostas mais abrangentes são aquelas que apontam o aprofundamento dos processos de construção do conhecimento científico e do significado de Ciência. Em relação à primeira proposta, não são especificados quaisquer tipos de processos envolvidos na construção do conhecimento científico que pudessem ser objecto de exploração. Em relação à segunda proposta, a resposta não dá qualquer indicação quanto ao nível e à natureza da formulação desejada, nem estabelece qualquer relação entre estes parâmetros e os diferentes níveis de escolaridade. Na realidade, apenas o manual do 7º ano de escolaridade, em análise no presente estudo, expõe uma definição de Ciência. Salienta-se a informação incluída no capítulo “História e natureza da Ciência” (Silva *et al.*, 2002, pp. 8-10), do guia do professor do 7º ano de escolaridade, por contribuir claramente para a clarificação e/ou construção de uma concepção de Ciência não só para este nível de escolaridade mas também para os outros níveis dos ensinos Básico e Secundário.

A inclusão de *informação referente a investigações realizadas em Portugal* e a exploração da *ligação entre a Ciência e o quotidiano do cidadão* são duas propostas que, ao aproximarem a Ciência do aluno, permitir-lhe-ão atribuir significado às suas aprendizagens, resultante não só da construção de uma imagem de Ciência mas também do desenvolvimento de atitudes face à própria Ciência. São propostas que poderão contribuir para: (1) a visualização da Ciência como uma actividade que também se desenrola no contexto social português e não como uma realidade inatingível e/ou um produto importado e (2) a valorização da Ciência na vida do cidadão e no desenvolvimento do país. A referência a *investigações realizadas em Portugal* poderá, ainda, ser aproveitada para a discussão de aspectos de natureza sociocientífica como, por exemplo, a política de investigação nacional. Estas abordagens poder-se-ão constituir como uma via passível de promover o interesse dos alunos pela Ciência e, deste modo, reflectir-se na escolha de actividades profissionais assentes no campo das Ciências.

A referência a *insucessos experienciados pelos cientistas* e a *embustes* são outras propostas de abordagem. Estas propostas também poderão ser direccionadas para o desenvolvimento de atitudes face à Ciência e, ainda, para a construção de uma imagem de Cientista. A exploração de *insucessos experienciados pelos cientistas* permitirá a análise do papel do erro na construção do conhecimento científico e, conseqüentemente, a exploração de uma imagem da natureza da Ciência na perspectiva de Bachelard. Constituirá, ainda, uma via facilitadora de exploração com os alunos da importância do erro no processo de ensino-aprendizagem.

A História da Ciência como um suporte à operacionalização da natureza da Ciência é referida explicitamente por um único professor. Está ainda referida numa outra opinião mas de modo implícito. Em ambas as situações, está associada a propostas de exploração de aspectos específicos da actividade científica.

O quadro 4.47 mostra, ainda, a existência de uma opinião que, embora não se focalize num aspecto particular da natureza da Ciência, aponta uma perspectiva de âmbito didáctico, focalizada num modo de operacionalização. Refere que este deverá assentar numa diversidade de estratégias:

“De acordo com a minha experiência profissional considero que a abordagem em questão deve contemplar vários aspectos: diversas formas para explicar o conceito; recurso a analogias;

apresentação de exemplos; clareza da informação; realização de pesquisas revelando o que já se conseguiu fazer e o que falta fazer, ou que seria desejável ou necessário realizar em prol do desenvolvimento científico; apelar ao brio e à qualidade do trabalho.” (P716)

Esta opinião encontra sustentabilidade na proposta de um conjunto de actividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências não só do domínio do conhecimento epistemológico mas também de outros domínios do ensino das Ciências, apresentado por um grupo de investigadores, no qual se inclui a coordenadora da equipa responsável pela concepção do documento oficial orientador do processo de ensino-aprendizagem do 3º ciclo do ensino Básico (v. Galvão *et al.*, 2006). São actividades que exigem a intervenção efectiva do aluno no processo de construção do conhecimento: (1) pesquisas (“Vidas e Ideias dos Cientistas”), (2) projectos (“Tomada de decisões tendo em vista, por exemplo, a redução de gastos energéticos”), (3) actividades experimentais do tipo investigativo, (4) debates (“Discutindo sobre os organismos geneticamente modificados”) e (5) análise e crítica de notícias de jornais e televisão (v. secção 2.2). É uma opinião que também está em consonância com a perspectiva espelhada nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem das Ciências Naturais e da Biologia e Geologia (v. secção 4.1). O pluralismo metodológico, assente em pressupostos teóricos concretos e em consonância com as finalidades educacionais actuais, traduz uma perspectiva defendida na actualidade (v. Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

Por fim, resta enumerar uma última sugestão – *indicação de fontes de informação complementares que permitam aceder a informação científica recente* - que decorre da necessidade de acompanhar a evolução acelerada que caracteriza a Ciência da actualidade.

#### **4.3.3. Percepções dos professores sobre o contributo da investigação dos manuais escolares no ensino das Ciências**

No quadro 4.48 estão listados os contributos que, na opinião dos professores, a investigação sobre os manuais escolares, como é o caso do presente estudo, poderão dar para o ensino das Ciências. Responderam 91 professores dos 111 professores inquiridos.

**Quadro 4.48: Percepções dos professores sobre o contributo da investigação dos manuais escolares no ensino das Ciências (n = 111)**

Percepções dos professores	Professores	
	f	%
<b>1. Contributos de âmbito alargado (incidência múltipla)</b>	<b>10</b>	<b>9,0</b>
1.1. Melhorar/Valorizar o uso do manual escolar no ensino das Ciências	1	0,9
1.2. Alertar/salientar erros, ambiguidades e omissões	8	7,2
1.3. Sugerir actividades de aprendizagem	2	1,8
1.4. Adaptar os manuais escolares às características dos alunos	1	0,9
<b>2. Contributos para a construção dos manuais escolares (focalização nos autores e/ou editoras)</b>	<b>61</b>	<b>55,0</b>
2.1. Incrementar a qualidade dos manuais escolares	<u>39</u>	<u>35,1</u>
2.1.1. Assegurar o rigor científico da informação	7	6,3
2.1.2. Atribuir maior ênfase à natureza da Ciência	5	4,5
2.1.3. Veicular uma imagem da natureza da Ciência consentânea com perspectivas actuais	14	12,6
2.1.4. Incluir questões/problemáticas científicas actuais	1	0,9
2.1.5. Aperfeiçoar a estrutura/organização do manual escolar	1	0,9
2.1.6. Incrementar a adequação dos manuais escolares aos alunos, às finalidades do ensino das Ciências e/ou às exigências da sociedade actual	13	11,7
2.1.7. Tornar os manuais escolares mais apelativos	6	5,5
<b>2.2. Reflectir a investigação realizada/Melhorar a qualidade dos manuais escolares (sem ser especificado o enfoque)</b>	<b>22</b>	<b>19,8</b>
<b>3. Contributos para a utilização do manual escolar pelos professores</b>	<b>14</b>	<b>12,6</b>
3.1. Ajudar os professores na selecção/adopção de manuais escolares	8	7,2
3.2. Ajudar os professores na exploração do manual escolar	8	7,2
3.3. Incluir informação relevante para o professor no manual do professor	1	0,9
<b>4. Pouco ou nenhum contributo</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>
4.1. Não são especificadas as razões	3	2,7
4.2. Ideia emergente da percepção da diminuta inovação que os manuais escolares têm apresentado ao longo dos tempos	1	0,9
<b>5. Dificil compreensão da relação da resposta com a pergunta</b>	<b>11</b>	<b>9,9</b>
<b>6. Não respondeu</b>	<b>20</b>	<b>18,0</b>

A resposta de cada professor pode focalizar mais do que uma opinião. Assim, o somatório das frequências das opiniões nas categorias *1. Contributos de âmbito alargado (incidência múltipla)*, *2.1. Incrementar a qualidade dos manuais escolares* e *3. Contributos para a utilização do manual escolar pelos professores* não coincide com o valor total apresentado. De igual modo, o somatório das frequências totais das cinco categorias também não coincide com o valor da amostra. Constata-se que 18 professores expressam simultaneamente mais do que uma opinião: 2 apontam 3 tipos de contributos enquanto 16

apontam 2 tipos de contributos. Nesta última situação, verifica-se que a opinião de 8 professores aponta para a influência da investigação a um único nível – a construção dos manuais escolares – e a opinião de 6 professores aponta para a influência da investigação não só a nível da construção mas também da utilização dos manuais escolares. No anexo 12 apresentam-se exemplos de respostas incluídas em cada uma das categorias listadas no quadro 4.48.

Uma primeira análise de carácter geral mostra que a maioria dos professores (75 [68,2 %]) considera que este tipo de investigação poderá dar algum contributo para o ensino das Ciências. O número de professores que refere a (quase) ausência de qualquer contributo não é significativo (apenas 4 professores - 3,6 %). Salienta-se que, desses professores, apenas um aponta uma razão justificativa da sua opinião – *a percepção da ausência de inovação nos manuais escolares ao longo dos tempos*. Contudo, o número de professores que não manifestam qualquer opinião (20 [18,0 %]) ou que apresentam opiniões que se afastam do enfoque da pergunta (11 [9,9 %]) já tem alguma expressão (31 [27,9 %]).

Os dados do quadro 4.48 salientam a *construção* e a *utilização* dos manuais escolares como os dois focos de influência da investigação incidente em manuais escolares. As opiniões incluídas na categoria 1. *Contributos de âmbito alargado (incidência múltipla)* reforçam as opiniões que apontam a influência da investigação tanto a nível da construção como da utilização dos manuais escolares. Incluem sugestões que tanto podem ser adoptadas pelos autores/editoras como pelos professores que utilizam os manuais escolares.

Uma análise mais detalhada mostra que a opinião da maioria dos professores aponta a *construção* dos manuais escolares como o principal foco de influência da investigação (61 professores – 55,0 %). Neste caso, a maioria das opiniões inclui a especificação do aspecto que deve ser melhorado. A natureza da Ciência é o enfoque de intervenção mais referido, o que provavelmente decorre do presente estudo estar centrado nesta dimensão. Salientam-se, em seguida, algumas ideias que, embora tenham sido especificadas por um número reduzido de professores, assumem relevância no cenário educativo. O impacto da exploração da natureza da Ciência na formação do aluno é visto do seguinte modo:

“(…) contribuirá para a construção de melhores alunos (com maior capacidade de pensar/relacionar e com uma ideia mais fiel do que é a Ciência) e, num plano mais longínquo, a formação de cidadãos com espírito crítico (…).” (P809)

“(…) Penso que a ideia do trabalho em equipa e a de que o cientista é um cidadão comum são muito importantes para motivá-los a trabalhar em conjunto, cooperando entre si.” (P911)

A investigação poderá contribuir para a atribuição de maior ênfase à natureza da Ciência e, sobretudo, para a exploração de imagens consentâneas com as perspectivas defendidas na actualidade. O contributo na adequação do manual escolar também está patente na opinião 2.1.6. *Incrementar a adequação dos manuais escolares aos alunos, às finalidades do ensino das Ciências e/ou às exigências da sociedade actual.* É uma opinião que contempla a anterior e que se aplica à operacionalização de qualquer dimensão da educação em Ciências.

O contributo da investigação no rigor científico da informação é uma outra opinião que se evidencia. Torna-se, ainda, mais expressiva pela conjugação de opiniões que estão muito próximas: a 1.2. *Alertar/salientar erros, ambiguidades e omissões* e a 2.1.1 *Assegurar o rigor científico da informação.*

O contributo da investigação na utilização do manual escolar processa-se em duas vertentes da prática profissional: (1) a selecção/adopção do manual escolar e (2) a exploração do manual escolar.

Assinala-se, ainda, a opinião de um professor que aponta a relação dialógica Professores-Autores como uma condição facilitadora do incremento da qualidade dos manuais escolares:

“(…) a experiência dos docentes das disciplinas abrangidas bem como a dos autores dos manuais pode servir de base de discussão para a optimização desses mesmos manuais (diálogo/discussão entre autores e professores).” (P1117)

A opinião da *equipa de autores* acerca do contributo da investigação dos manuais escolares para o ensino das Ciências focalizou-se fundamentalmente numa vertente - a produção do manual escolar. Salientaram o facto das implicações produzidas pela investigação terem reflexo na concepção dos manuais escolares, independentemente do

*corpus* que tenha sido objecto de análise. Afirmaram, ainda, que este tipo de investigação é mais um factor que despoleta a reflexão no seio da equipa.

#### **4.3.4. Percepções dos professores sobre o papel do professor no uso do manual escolar**

No quadro 4.49 estão enumerados os papéis que, na opinião dos professores, podem ser por eles assumidos na interpretação e utilização do manual escolar e registado o número de professores que os referiram. Não responderam a esta questão 25 professores.

A resposta de cada professor pode focalizar mais do que uma opinião. Assim, o somatório das frequências das opiniões nas categorias *1. Encarar o manual escolar como um guia, determinante da estruturação do processo de ensino-aprendizagem*, *3. Assumir a responsabilidade pela estruturação do processo de ensino-aprendizagem* e *8. Avaliar o manual escolar* não coincide com o total de sujeitos. De igual modo, o somatório das frequências totais das nove categorias não coincide com o valor da amostra. Verifica-se que 17 (15,3 %) professores manifestam em simultâneo mais do que uma opinião: 2 atribuem 3 papéis aos professores e 15 atribuem 2 papéis. A associação de papéis é diversificada, não se encontrando qualquer predominância. No anexo 13 apresentam-se exemplos de respostas incluídas em cada uma das categorias listadas no quadro 4.49.

A opinião dos professores registada no quadro 4.49 aponta o manual escolar como um instrumento relevante no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, verifica-se que lhe são conferidos dois estatutos: (1) um de natureza mais determinista, o de configurar o processo de ensino-aprendizagem, em que o professor assume um papel de executor e (2) um outro de natureza menos determinista, o de apoiar os processos de ensino e de aprendizagem, apontando para uma visão do professor como um construtor do currículo.

A centralização do processo de ensino-aprendizagem no manual escolar é apontada por um número bastante reduzido de professores (3 [2,7 %]). O manual escolar é assinalado como o agente que determina a estruturação dos conteúdos e as actividades de aprendizagem a implementar.

**Quadro 4. 49: Percepções dos professores sobre o papel do professor no uso do manual escolar (n=111)**

Percepções dos professores	Professores	
	f	%
<b>1. Encarar o manual escolar como um guia, determinante da configuração do processo de ensino-aprendizagem</b>	<b>3</b>	<b>2,7</b>
1.1. O manual escolar determina os conteúdos a abordar	1	0,9
1.2. O manual escolar determina as tarefas a implementar	3	2,7
<b>2. Utilizar o manual escolar, em conjugação com outros materiais, como um suporte à estruturação do processo de ensino-aprendizagem</b>	<b>17</b>	<b>15,3</b>
<b>3. Assumir a responsabilidade pela estruturação do processo de ensino-aprendizagem</b>	<b>23</b>	<b>20,7</b>
3.1. Definir a sequência de abordagem dos conteúdos mais adequada aos alunos	2	1,8
3.2. Definir o nível de formulação dos conteúdos e/ou adaptá-los em função das características do grupo-turma	7	6,3
3.3. Adequar a utilização do manual escolar à especificidade de cada turma	3	2,7
3.4. Seleccionar as tarefas a implementar nas aulas	1	0,9
3.5. Complementar a informação existente no manual escolar e colmatar lacunas existentes	13	11,7
<b>4. Indicar aos alunos a informação considerada mais relevante em cada tópico programático</b>	<b>3</b>	<b>2,7</b>
<b>5. Promover/orientar a interpretação do manual escolar pelos alunos</b>	<b>21</b>	<b>18,9</b>
5.1. Promover a distinção entre informação essencial e acessória	5	4,5
5.2. Orientar a interpretação de esquemas, gráficos, imagens e/ou actividades de aprendizagem	6	5,4
5.3. Promover a análise da estruturação do manual escolar	1	0,9
5.4. Sem especificar o enfoque	10	9,0
<b>6. Promover/incentivar a utilização do manual escolar pelos alunos</b>	<b>13</b>	<b>11,7</b>
<b>7. Promover/incentivar a utilização do manual escolar pelos alunos e consciencializá-los para a importância de recorrer a outras fontes de informação</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>
<b>8. Avaliar o manual escolar</b>	<b>13</b>	<b>11,7</b>
8.1. Identificar vantagens/desvantagens da sua utilização	2	1,8
8.2. Analisar a veracidade e/ou actualidade da informação	5	4,5
8.3. Analisar a adequação do manual escolar às finalidades do ensino das Ciências	1	0,9
8.4. Sem especificar o enfoque	6	5,4
<b>9. Resposta sem relação com a pergunta/Difícil compreensão da relação da resposta com a pergunta</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>
<b>10. Não respondeu</b>	<b>25</b>	<b>22,5</b>

O manual escolar como um instrumento relevante na aprendizagem dos alunos está evidenciado nas opiniões dos professores que pressupõem a sua utilização pelos alunos (38

professores - 34,2 %). Inclui não só aqueles que apontam a promoção/incentivo da utilização do manual escolar pelos alunos (17 professores - 15,3 %), mas também aqueles que apontam a promoção/orientação da interpretação do manual escolar pelos alunos (21 professores - 18,9 %).

Os papéis atribuídos aos professores na utilização e interpretação dos manuais escolares são diversificados. Exercem-se, essencialmente, em quatro direcções:

1. utilização reflexiva do manual escolar orientada para a planificação do processo de ensino-aprendizagem;
2. promoção da utilização do manual escolar pelo aluno;
3. orientação do aluno na interpretação do manual escolar;
4. avaliação do manual escolar.

A natureza destas papéis aponta para a adopção de um papel pró-activo, tanto por parte do professor como do aluno, assente, fundamentalmente, numa atitude reflexiva.

A atitude reflexiva do professor está centrada na: (1) manipulação sustentada do manual escolar através da sua adequação ao contexto de aprendizagem e da sua conjugação com outros materiais de apoio na estruturação do processo de ensino-aprendizagem e (2) avaliação do manual escolar com o intuito de fornecer algum feedback aos autores.

O enfoque de avaliação do manual escolar está especificado na maioria das opiniões. Centra-se, fundamentalmente, na análise da veracidade e/ou actualidade da informação.

O papel do professor como um mediador da relação aluno-manual escolar poderá conduzir à adopção pelo aluno de uma atitude, também, de natureza reflexiva. É ao aluno que compete a interpretação da estrutura do manual escolar e da informação nele contida. O papel do professor direcciona-se para a promoção/orientação deste processo. Estará afastada desta perspectiva a opinião 4. *Indicar aos alunos a informação considerada relevante em cada tópico programático*, por a acção estar centrada no professor e não no aluno. No entanto, é importante salientar que estes professores e os que assinalam a opinião 5.1. *Promover a distinção entre informação essencial e acessória* estão a atribuir, embora por vias diferenciadas, relevância à distinção entre informação essencial e acessória na aprendizagem dos alunos.

O papel 7. *Promover/incentivar a utilização do manual escolar pelos alunos e consciencializá-los para a importância de recorrer a outras fontes de informação*, embora assinalado por um número bastante reduzido de professores (4 [3,6 %]), chama a atenção para um aspecto relevante – a existência de outras fontes de informação científica e de natureza distinta da do manual escolar que permitirá ao aluno desenvolver competências conducentes à adopção de um papel pró-activo na construção do conhecimento científico e na construção de uma visão da Ciência e do empreendimento científico afastada da visão de um mero repositório de informação pronta a ser consumida. A consulta de outras fontes de informação, aliada à reflexão acerca da adequabilidade da pesquisa efectuada, estimula o desenvolvimento de capacidades que contribuem para a transformação do aluno num cidadão capaz de, no futuro, acompanhar a evolução do conhecimento científico. Os próprios manuais escolares também devem incentivar o recurso a outras fontes de informação (Morgado, 2004). Esta perspectiva está contemplada nos manuais escolares em análise no presente estudo. Estes manuais incluem actividades que apelam à pesquisa de informação através de duas vias: (1) consulta de informação registada em papel e em suporte electrónico e (2) recolha de informação junto de entidades oficiais e da população em geral. As fontes de informação incluídas no primeiro caso são: livros, revistas, jornais e internet. As entidades oficiais indicadas estão relacionadas com as áreas temáticas a explorar: centros de saúde, entidades responsáveis pelo atendimento a toxicodependentes, áreas protegidas, entidades municipais. Neste conjunto de actividades, algumas estão orientadas para a exploração da natureza da Ciência: identifica-se a presença de três actividades (50,0 %) no manual do 7º ano, duas actividades (22,2 %) no manual do 9º ano de escolaridade e a ausência nos restantes manuais (8º, 10º e 11º anos). Assim, a maioria das actividades, centradas na pesquisa de informação, exploram cenários de natureza sociocientífica. A título de exemplo, referem-se duas actividades focalizadas na exploração da natureza da Ciência, respectivamente, dos 7º e 9º anos de escolaridade:

“O caminho até à Lua fez-se, sobretudo, entre a América e a ex-URSS. Procura informar-te sobre as principais razões desta disputa.” (Silva *et al.*, 2002a, p. 21)

“Efectua uma pesquisa sobre o trabalho de alguns cientistas que contribuíram para o conhecimento da circulação humana. Sugerimos-te, por exemplo, que te debruces sobre os

trabalhos de William Harvey, procurando, compreender algumas características da investigação científica.” (Silva *et al.*, 2004a, p. 134).

Os papéis 2. *Utilizar o manual escolar, em conjugação com outros materiais, como um suporte à estruturação do processo de ensino-aprendizagem* e 7. *Promover/incentivar a utilização do manual escolar pelos alunos e consciencializá-los para a importância de recorrer a outras fontes de informação* chamam, ainda, a atenção para um outro aspecto que se relaciona com as infraestruturas das escolas – a existência de recursos de apoio ao ensino-aprendizagem. Coloca em questão a existência de espaços – bibliotecas/centros de recursos – que incluam materiais passíveis de apoiar não só as actividades dos alunos mas também as dos professores. O modo como a informação é disponibilizada, independentemente do tipo de fonte, é um aspecto que assume importância uma vez que determina a imagem da natureza da Ciência passível de ser construída. Assim, não bastará facilitar o acesso à informação. É necessário proceder à avaliação prévia das fontes de informação de modo a seleccionar e disponibilizar aquelas que possibilitem a consecução dos objectivos de formação pretendidos. Por outro lado, a análise, pelo próprio utilizador, da adequação da informação aos objectivos pretendidos permitir-lhe-á o desenvolvimento da capacidade de selecção das fontes de informação. A avaliação da qualidade das fontes de informação é uma questão relevante no uso da *internet*, por constituir uma fonte de informação que está generalizada ou se pretende generalizar a toda a população. A *internet* é, no manual do 9º ano de escolaridade em análise no presente estudo, uma das principais fontes de informação sugeridas para consulta nas actividades focalizadas na pesquisa de informação. A inclusão de bibliografia nos manuais escolares poderá dar um contributo importante no desenvolvimento de tarefas orientadas para a consulta de outros materiais para além do manual escolar (v. secção 4.2.4).

Os dados do quadro 4.49 mostram, ainda, a inclusão de respostas numa última categoria - 10. *Não respondeu*. Inclui uma percentagem acentuada de respostas (22,5 %), próxima da ocorrida na questão analisada no quadro 4.48 (18,0 %), mas não tão elevada quanto a registada na questão a que se referem os dados do quadro 4.47 (79,3 %). Não foi possível apurar as razões que justificam estas incidências.

Por fim, é de assinalar que o papel pró-activo atribuído ao professor permite-lhe assumir posicionamentos que se aproximam de algumas das opiniões registadas nos

quadros 4.47 e 4.48, sem desvalorizar o papel do manual escolar no processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, sem desresponsabilizar os autores na concepção e produção dos manuais escolares. Assim, o professor, no papel de responsável pela estruturação e consecução do processo de ensino-aprendizagem, não tem a sua acção restringida às propostas apresentadas nos manuais escolares nem nos documentos oficiais. Tem a possibilidade de: (1) proceder à gestão selectiva das unidades/actividades propostas para a operacionalização da natureza da Ciência nos manuais escolares; (2) não restringir a operacionalização da natureza da Ciência às unidades didácticas em que é contemplada nos manuais escolares e (3) implementar outras estratégias de exploração da natureza da Ciência para além daquelas que são sugeridas nos manuais escolares.

A *equipa de autores* foi solicitada a pronunciar-se acerca do papel dos professores no uso do manual escolar. A opinião manifestada aproxima-se da perspectiva que atribui uma função menos determinista ao manual escolar e que exige uma atitude reflexiva da parte do professor. Considera que o manual escolar é *“apenas uma ferramenta com determinadas potencialidades que podem ou não concretizar-se em função da forma e do momento em que é utilizado”*. Neste contexto, o professor exerce o papel de mediador entre o manual escolar e o aluno. Assim, as imagens percebidas pelos alunos poderão estar influenciadas pela interpretação do professor. Esta, por sua vez, estará condicionada pelos quadros teóricos perfilhados pelos professores.

