

## **V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES**

### **Introdução**

O presente capítulo inicia-se com a apresentação das principais conclusões obtidas em cada uma das vertentes do estudo. Decorrente destas conclusões, são tecidas algumas implicações para o ensino das Ciências. Por fim, apresentam-se algumas sugestões para investigações futuras.

### **5.1 Principais conclusões do estudo**

As principais conclusões estão estruturadas em função das várias vertentes do estudo: (1) imagens da natureza da Ciência veiculadas pelos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia; (2) imagens da natureza da Ciência veiculadas nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia e percepções dos autores acerca da operacionalização da natureza da Ciência nesses manuais escolares e (3) perspectivas dos professores sobre a natureza da Ciência nos manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

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

Esta primeira vertente do estudo teve 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 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 dos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia mostra que a natureza da Ciência é incluída como uma dimensão da Educação em Ciências. Está vinculada a uma perspectiva de cariz pós-positivista. A provisionalidade do conhecimento científico e a contextualização da construção da Ciência numa dada época são os atributos mais valorizados. Ressalta-se a ausência de elementos clarificadores dos processos de criação científica e que facilitem a transposição das perspectivas epistemológicas, defendidas na actualidade, para o ensino das Ciências.

Não fica claro da leitura dos documentos oficiais, a existência de um posicionamento quanto a uma abordagem diferenciada da natureza da Ciência em função 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 se direccionam para uma formação já com um certo grau de especialização (ensino secundário), qualquer referência à importância da natureza da Ciência orientada para os cidadãos que pretendem enveredar por carreiras profissionais de natureza marcadamente científica.

As propostas de operacionalização da natureza da Ciência são de natureza diversificada. Evidenciam-se as actividades focalizadas na pesquisa de informação, no confronto de opiniões e na análise de episódios da História da Ciência. O trabalho laboratorial é uma das propostas educativas para os vários anos de escolaridade mas sem estar estabelecida qualquer relação com a exploração da natureza da Ciência. Está patente 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, 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:

- 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).

A selecção dos assuntos para a operacionalização da natureza da Ciência parece estar relacionada com a sua especificidade temática. São assuntos que tradicionalmente contemplam uma perspectiva de natureza histórica.

O enfoque temático da bibliografia incluída nos documentos oficiais incide no domínio da Didáctica das Ciências no 3º ciclo do ensino Básico e incide no domínio da Biologia e Geologia no ensino Secundário. A ênfase atribuída no ensino Secundário poderá induzir e/ou reforçar concepções de ensino que perspectivam este nível de ensino como um período de especialização, orientado para o prosseguimento de estudos e, deste modo, focalizado na compreensão do conhecimento substantivo.

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

Esta segunda vertente do estudo contemplou os 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 documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem 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.

A natureza da Ciência é uma das vertentes da Educação em Ciências assumida pelos autores na concepção dos manuais escolares. Os pressupostos explicitados nos manuais e nos guias do professor espelham a visão perfilhada. Está vinculada a uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista. Verifica-se, também, a concordância com os pressupostos apontados nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem.

A natureza da Ciência evidencia-se não só no quadro teórico explicitado nos manuais/guias do professor mas também na exploração das várias temáticas científicas no manual escolar (manual do professor/aluno). Está contemplada primordialmente nos manuais escolares dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Os manuais dos 8º e 9º ano de escolaridade dedicam-lhe um espaço reduzido. Esta diferenciação estará mais relacionada com os conteúdos científicos explorados e as finalidades educativas preconizadas para cada ano do que com o desenvolvimento cognitivo dos alunos de cada ano escolaridade.

As imagens da natureza da Ciência veiculadas resultam de abordagens de natureza implícita e explícita. Assim, verifica-se uma abordagem primordialmente: (1) *explícita* da dimensão “Processo de Criação Científica”, da vertente contextos social e científico/tecnológico da dimensão “Contexto da Actividade Científica” e da “Imagem do Cientista”; (2) *implícita* e *explícita* das dimensões “Estatuto da Teoria e da Observação” e da “Evolução do Conhecimento Científico” (3) *implícita* da vertente individualizada e/ou cooperativa da dimensão “Contexto da Actividade Científica”.

A abordagem da natureza da Ciência nas secções “Texto” e “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais dos 7º, 10º e 11º anos contempla a maioria das dimensões. Apenas se destaca uma única dimensão - *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* - que apresenta uma frequência nula na secção “Actividades de Lápis e Papel” e uma expressão reduzida e implícita na secção “Texto”.

As imagens predominantemente veiculadas nos vários manuais escolares acerca das dimensões *Processo de Criação Científica* e *Estatuto da Teoria e da Observação* aproximam-se de uma perspectiva de orientação pós-positivista.

Embora a “Observação/Experiência” sejam os processos enfatizados, os manuais escolares assinalam a intervenção na construção do conhecimento científico das

“Ideias/Imaginação” e de processos de natureza diversificada: raciocínio analógico, processos de medição, processos matemáticos, processos computacionais e processos de classificação. No entanto, é de assinalar como excepção a imagem veiculada pela secção “Actividades de Lápis e Papel”, do manual do 10º ano de escolaridade, que se aproxima de uma perspectiva de Ciência de orientação positivista. Neste caso, o processo enfatizado é a “Observação/Experiência”.

A importância da teoria está evidenciada não só na mobilização de quadros teóricos na implementação de processos metodológicos mas também na explicação de fenómenos naturais. A imagem veiculada aponta sobretudo para uma visão da observação como um processo condicionado pela teoria e não tanto para uma visão em que teoria e observação se influenciam mutuamente.

A imagem predominantemente veiculada acerca da vertente *contextos social e científico/tecnológico* da dimensão *Contexto da Actividade Científica* aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista nos manuais escolares dos 7º e 11º anos e de uma perspectiva de Ciência de orientação positivista no manual do 10º ano.

A imagem predominantemente veiculada acerca da vertente *actividade individual e/ou em equipa* da dimensão *Contexto da Actividade Científica* aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação positivista. Mostra a investigação científica como uma actividade essencialmente de natureza individualizada.

A abordagem da *Evolução do Conhecimento Científico* veicula imagens de natureza implícita e explícita. A imagem implícita – carácter finalizado da Ciência - resulta da exploração de uma única explicação acerca de um dado fenómeno natural. Neste sentido, aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação positivista. É a imagem predominantemente veiculada na secção “Actividades de Lápis e Papel”. A imagem explícita evidencia o carácter dinâmico da Ciência e especifica alguns factores de progresso. A exploração de problemas não resolvidos por uma dada perspectiva científica e de problemas resolvidos mediante o progresso do conhecimento científico é efectuada essencialmente nos manuais dos 10º e 11º anos de escolaridade. Assim, evidencia a abordagem do conhecimento substantivo através de um processo de natureza argumentativa. A imagem explícita do progresso científico aproxima-se de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista.

A análise da abordagem efectuada nos manuais da dimensão *Evolução do Conhecimento Científico* evidencia a atribuição de maior incidência e de âmbito explícito aos factores indicativos da natureza do processo dinâmico no ensino Secundário (10º e 11º anos) do que no ensino Básico (7º ano). Esta diferenciação já poderá estar relacionada com o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos em cada ano de escolaridade dado que implica uma abordagem de natureza reflexiva e argumentativa. Assim, este tipo de abordagem será mais exequível em níveis de escolaridade mais elevados.

A análise da dimensão *Imagem do Cientista* mostra a predominância de uma imagem de Ciência “Sem rosto”. As situações em que são mencionados cientistas conduzem a uma imagem elitista. A actividade científica é desempenhada essencialmente por cientistas do sexo masculino e de origem ocidental. É induzida, por omissão, a imagem do cientista como um indivíduo focalizado na actividade profissional e desligado de um contexto familiar e social.

Verifica-se que a maioria das dimensões da natureza da Ciência estão contempladas nas secções “Texto” e “Actividades de Lápis e Papel” dos manuais dos 7º, 10º e 11º anos de escolaridade. Há apenas uma excepção, a dimensão - *Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico* - apresenta uma frequência nula na secção “Actividades de Lápis e Papel” e uma expressão reduzida e implícita na secção “Texto”. É de salientar o número limitado de actividades que tomam a compreensão da natureza da Ciência como um objectivo de aprendizagem intencional e explícito. A maioria das actividades que evidenciam este objectivo estão localizadas, fundamentalmente, no manual do 7º ano de escolaridade,

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. Veicula implicitamente uma imagem acerca dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico e da evolução do conhecimento científico que se aproxima de uma perspectiva de orientação positivista.

A exploração da natureza da Ciência está associada primordialmente a temáticas que assentam tradicionalmente em perspectivas históricas.

As propostas de auto-avaliação da aprendizagem dos alunos incidem fundamentalmente no conhecimento substantivo da Biologia e Geologia. A avaliação focalizada na natureza da Ciência está contemplada apenas no 7º ano de escolaridade e limitada a um número restrito de questões. No entanto, os manuais escolares incluem outras questões que contêm informação no domínio do conhecimento substantivo que poderá suscitar uma exploração no âmbito da natureza da Ciência. Esta possibilidade estará dependente da forma de actuação do professor.

A bibliografia enumerada nos manuais escolares contempla essencialmente o domínio do conhecimento substantivo da Biologia e Geologia. Esta ênfase é idêntica à verificada nos programas de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade. Já nas orientações curriculares do 3º ciclo do ensino Básico predomina a bibliografia do domínio da Didáctica das Ciências. Admitindo que as sugestões bibliográficas poderão influenciar a actividade do professor e, conseqüentemente, determinar a vertente do ensino enfatizada, então este enfoque poderá conduzir a uma valorização do conhecimento substantivo em detrimento de outras vertentes da Educação em Ciências. No entanto, esta ou outra visão estará dependente da leitura efectuada pelos professores que, por sua vez, poderá estar determinada pelas concepções de ensino perfilhadas. As dificuldades de acesso a bibliografia no domínio da História da Ciência são apontadas pelos autores dos manuais escolares como um factor que lhes dificulta a concretização da natureza da Ciência nos manuais escolares.

A *equipa de autores* de manuais escolares defende a exploração da natureza da Ciência quer no 3º ciclo do ensino Básico quer no ensino Secundário. No entanto, depara-se com alguns condicionalismos de operacionalização nos manuais escolares. Os principais factores apontados estão relacionados com:

- a) Directrizes apontadas pelos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem das Ciências;
- b) Nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos;
- c) Nível de formulação dos temas científicos para cada ano de escolaridade;
- d) Formação pedagógico-didáctica dos professores;
- e) Avaliação da aprendizagem dos alunos;

f) Dimensão do manual escolar.

O papel do professor na interpretação e utilização do manual escolar é indicado como o principal factor que determina a atribuição de significado às abordagens concretizadas nos manuais escolares. Assim, as imagens da natureza da Ciência percebidas pelos alunos estarão influenciadas pela interpretação efectuada pelo professor. Esta, por sua vez, estará condicionada pelos quadros teóricos perfilhados pelo professor.

A avaliação das aprendizagens dos alunos nos finais de ciclo, focalizada no conhecimento substantivo, é apontada como um factor limitativo da inovação na concepção dos manuais escolares e, também, nas práticas lectivas.

A equipa de autores pressupõe a operacionalização da natureza da Ciência nas três secções que enformam os manuais escolares - “Texto”, “Actividades de Lápis e Papel” e “Actividades Laboratoriais”. Defende uma perspectiva assente na pluralidade metodológica. No entanto, acentua a importância em contemplar o desenvolvimento da criatividade e do espírito crítico dos alunos. Aponta as actividades laboratoriais como a via preferencial para a construção de uma perspectiva da observação como um processo teórico-dependente. Propõe, ainda, a implementação de actividades de natureza interdisciplinar. Neste sentido, emerge a importância da natureza colaborativa das práticas profissionais.

### **5.1.3. 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 percepção dos professores acerca da natureza da Ciência veiculada pelos manuais escolares evidencia as seguintes situações:



- a) A maioria das imagens veiculadas pelos manuais escolares aproximam-se de uma perspectiva de Ciência de orientação pós-positivista. No entanto, coexistem algumas imagens de orientação positivista. A percepção maioritária dos professores identifica a presença de características que se aproximam da primeira perspectiva e outras que se aproximam da segunda perspectiva.
- b) A impossibilidade em apontar a aproximação de algumas imagens veiculadas a uma ou a outra perspectiva de Ciência. A percepção dos professores apresenta uma distribuição equitativa, ou aproximadamente equitativa, pela presença e ausência das características nos manuais escolares. Inclui-se nesta situação, por exemplo, a percepção acerca da característica - *Nos processos de investigação científica, há a interacção entre as teorias, os objectivos e os procedimentos envolvidos* - no manual do 11º ano de escolaridade.
- c) A ambiguidade da abordagem pelo manual escolar ou a dificuldade dos professores na identificação das características acerca dos critérios de validação do conhecimento científico contempladas na dimensão “Processo de Criação Científica” e acerca da dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação”. A percepção maioritária dos professores aponta a presença das duas características relativas aos critérios de validação: a experimentação como o critério de validação e a intervenção de uma comunidade científica através de um processo de discussão/negociação/consenso. A percepção maioritária dos professores acerca da dimensão “Estatuto da Teoria e da Observação” aponta a presença de uma característica e a ausência de outra, ambas ilustrativas de uma perspectiva de observação teórico-dependente

A comparação das percepções dos professores com as percepções do investigador acerca das imagens da natureza da Ciência veiculadas pelos manuais escolares evidencia algumas dissonâncias. Os professores identificam como estando presentes algumas características da produção do conhecimento científico que na perspectiva do investigador estão ausentes.

A apresentação de comentários acerca da abordagem da natureza da Ciência nos manuais escolares foi efectuada por um número reduzido de professores. São de destacar as opiniões que apontam sugestões e que identificam obstáculos à operacionalização da natureza da Ciência. A atribuição de maior relevo à natureza da Ciência é a principal sugestão apresentada. A extensão dos programas curriculares é identificada como um obstáculo à abordagem de outras vertentes da educação em Ciências para além do conhecimento substantivo.

A investigação incidente nos manuais escolares poderá dar algum contributo para o ensino das Ciências. Os principais contributos poderão incidir na *construção* e na *utilização* dos manuais escolares. Os professores apontam algumas sugestões direccionadas para o aumento da qualidade dos manuais escolares. Destacam-se as principais: (1) veicular uma imagem da natureza da Ciência consêntanea com as perspectivas actuais; (2) incrementar a adequação dos manuais escolares aos alunos, às finalidades do ensino das Ciências e/ou às exigências da sociedade actual. As influências na utilização do manual escolar processam-se em duas vertentes da prática profissional: (a) selecção/adopção do manual escolar e (b) exploração do manual escolar.

Os papéis atribuídos ao professor apontam para a assunção de um papel pró-activo, assente, essencialmente, numa atitude de natureza reflexiva. Esta atitude 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. A opinião da equipa de autores acerca desta questão coincide com o papel atribuído aos professores acima enumerado em primeiro lugar.

## **5.2. Implicações para o ensino das Ciências**

A natureza da Ciência está claramente evidenciada no documento «Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares do 3º Ciclo», através da designação “Conhecimento Epistemológico”, enquanto que nos programas dos 10º e 11º anos de escolaridade ganha expressão através de um conjunto de enunciados dispersos pelas várias secções. Deste modo, em textos tão longos como são estes documentos, a natureza da Ciência dilui-se no

seio de toda a informação e torna-se pouco visível. Uma nova estruturação dos documentos oficiais, que não dispensa uma listagem de conteúdos, construída em redor das dimensões da Educação em Ciências, tornando mais visível os princípios teóricos defendidos e a sua relação com práticas lectivas, em detrimento de uma organização estruturada em torno de um repositório de conteúdos, poderá facilitar a compreensão das finalidades do ensino das Ciências. Uma estruturação desta natureza facilitará a atribuição de maior ênfase da natureza da Ciência, do conhecimento substantivo específico dos domínios da Biologia e da Geologia, de temáticas sociocientíficas, etc., a unidades didácticas distintas sem qualquer um destes enfoques constituir um factor de exclusão dos outros. Neste sentido, a exploração de uma unidade didáctica que não toma a natureza da Ciência como o enfoque principal não deverá contrariar a imagem da natureza da Ciência veiculada naquelas unidades que lhe atribuem a atenção principal. Assumindo ainda que as aprendizagens efectuadas, ao longo da exploração das várias unidades didácticas de um ano de escolaridade, influenciam a construção de uma imagem da natureza da Ciência, então é necessário tornar transparente para o aluno o papel de cada unidade didáctica na sua aprendizagem.

A leitura dos documentos oficiais revela algumas omissões que dificultam a operacionalização da natureza da Ciência no ensino das Ciências. Este facto exponencia a dificuldade de apropriação dos programas pelos professores, especialmente, daqueles que, como mostram algumas investigações revelam dificuldades de identificação de enunciados de natureza epistemológica nos currículos (v. Cunha & Cachapuz, 2001 e 2005). A repercussão destas omissões poder-se-á ver atenuada pela promoção da capacidades de interpretação dos seus destinatários – os autores de manuais escolares e os professores – que, obviamente, assenta na qualidade da formação inicial e contínua que lhes é proporcionada.

Os manuais escolares incluem informação que contribui para a construção de imagens da natureza da Ciência. No entanto, nem sempre é explorada intencionalmente com esse propósito. A secção “Texto” inclui segmentos de texto que referem alguns atributos da Ciência (segmentos do tipo “Refere”) e outros em que a exploração do conhecimento é ilustrativa desses atributos (segmentos do tipo “Ilustra”). No entanto, nem sempre existe a associação entre os dois tipos de segmentos. Por exemplo, a exploração de

problemas não explicados por determinadas perspectivas científicas e de outros que obtiveram solução à medida que o conhecimento científico progrediu não está intencionalmente orientada para a construção de uma imagem acerca da evolução do conhecimento. A exploração destes problemas são parte integrante da abordagem do conhecimento substantivo orientada para a compreensão da explicação acerca de um dado fenómeno natural. A secção “Actividades de Lápis e Papel” também contribui para a construção de uma imagem da natureza da Ciência. No entanto, a frequência de actividades que inclui questões intencionalmente orientadas para esse fim é reduzida. Esta situação também se verifica na secção “Actividades Laboratoriais”. Desta situação, emerge a necessidade de contemplar *intencionalmente* a exploração da natureza da Ciência em simultâneo à exploração do conhecimento substantivo. Esta abordagem *intencional* poder-se-á concretizar de modos diversificados nas várias secções dos manuais escolares. Na secção “Texto” poder-se-ão considerar dois aspectos: (1) a inclusão de segmentos de texto do tipo “Refere” em associação com os segmentos do tipo “Ilustra”; (2) a inclusão de questões orientadas para a interpretação da informação patente nesta secção. Estas duas situações, por vias diferenciadas, permitem tornar *transparente* para os alunos as ideias veiculadas. Significa que são importantes quer os segmentos de texto do tipo “Refere” quer os do tipo “Ilustra”. No entanto, a inclusão de questões orientadas para a interpretação do texto que, de acordo com a ideia emergida no diálogo com os autores dos manuais, poderiam estar localizadas numa margem paralela ao texto, implicará um maior envolvimento do aluno no processo de consciencialização e construção do conhecimento. A secção “Actividades de Lápis e Papel” deverá incluir um maior número de actividades que explore intencionalmente a natureza da Ciência. A secção “Actividades Laboratoriais” poderá contemplar a promoção da reflexão dos alunos acerca do processo envolvido na execução laboratorial e da aproximação ou afastamento das competências desenvolvidas às competências de um cientista. Em qualquer das secções é necessário tornar *transparente* para o aluno os objectivos de aprendizagem que se pretendem atingir com a abordagem efectuada. Qualquer abordagem deverá ainda contemplar o conhecimento prévio dos alunos e proporcionar a consecução de tarefas que possibilitem o desenvolvimento de competências diversificadas.

Salienta-se a importância em enfatizar na realização das actividades laboratoriais o papel de quadros teóricos orientadores do planeamento das actividades e da análise dos dados recolhidos. Sugere-se, ainda, a inclusão de *actividades laboratoriais enquadradas por episódios da História da Ciência*. Este tipo de actividades permitirá a análise das várias dimensões da natureza da Ciência por se poder focalizar quer no contexto de justificação quer no contexto de descoberta da actividade científica, em concordância com as perspectivas de Ciência defendidas na actualidade.

Propõe-se, também, a introdução de algumas alterações na secção de “Actividades de Auto-avaliação”. A reestruturação proposta incide fundamentalmente no aumento significativo de questões orientadas para a avaliação dos conhecimentos construídos acerca da natureza da Ciência. Sugere-se, ainda, que esta secção inclua actividades orientadas para a reflexão do aluno acerca dos processos e percursos de aprendizagem.

A exploração da dimensão “Contexto da Actividade Científica” ressalta a influência do contexto religioso da época na actividade científica. É uma vertente que está explorada em vários anos de escolaridade e em temas diversificados (“Geocentrismo e Heliocentrismo” e “Estrutura da Terra” no 7º ano; “Terra um planeta em mudança” no 10º ano; “Fixismo e Evolucionismo” e “Evolução dos sistemas de classificação” no 11º ano). A complexidade da relação Religião-Ciência evidenciada na análise dos temas científicos propostos nos documentos oficiais para a exploração da natureza da Ciência (v. análise do quadro 4.4) justifica a proposta de exploração desta problemática apenas no ensino Secundário. O desenvolvimento cognitivo dos alunos deste nível de ensino permitirá a discussão da pluralidade de perspectivas e da natureza complexa inerente a esta problemática.

Propõe-se a atribuição de maior ênfase à dimensão “Processo de Criação Científica” com o objectivo de tornar mais claro o papel e a importância de processos tão diversificados como são - a observação, a experiência, a criatividade e o espírito crítico - no processo de construção do conhecimento científico.

Propõe-se, ainda, a exploração da dimensão “Estatuto Epistemológico do Conhecimento Científico” tanto no 3º ciclo do ensino Básico como no ensino Secundário. Se no primeiro nível de ensino poderá estar orientada para a compreensão da Ciência como parte integrante da Cultura, num segundo nível de ensino poder-se-á avançar para o debate

acerca dos processos de construção do conhecimento nos domínios das Ciências e das Humanidades/Artes.

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 *intencional* mas em conjugação com o conhecimento substantivo específico 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.

Defende-se a abordagem da natureza da Ciência preferencialmente ao longo das várias unidades temáticas que corporizam o programa curricular de um dado ano de escolaridade em detrimento de uma abordagem focalizada numa única unidade temática. Esta abordagem possibilitará uma exploração mais sistemática e faseada das várias dimensões/atributos da natureza da Ciência. No entanto, exigirá um momento final de síntese orientado para a reflexão acerca das imagens da natureza da Ciência construídas através das aprendizagens efectuadas ao longo de um ano de escolaridade.

Considerar o manual escolar como um objecto de análise nos processos de formação inicial e contínua de professores é uma assunção que certamente será perfilhada por todos os intervenientes nos processos educativos mas que poderá não estar imbuída de qualquer novidade. A diferença estará no valor que o manual escolar adquire decorrente da forma como é trabalhado.

A promoção de uma imagem positiva do manual escolar que acentue as potencialidades passíveis de promover o desenvolvimento das várias vertentes da Educação em Ciências, em detrimento de uma imagem negativa – a de um mero repositório de incorrecções e inadequações – contribuirá para a promoção da valorização do manual escolar pelo professor. Nesta perspectiva, a identificação de erros, omissões, etc. não é desvalorizada mas também não assume o protagonismo. O foco de atenção estará deslocado para a reflexão sobre o modo como potencializar e adaptar o manual escolar às necessidades educativas dos alunos em consonância com as finalidades educativas determinadas para cada nível de escolaridade e com os pressupostos apontados pela investigação em Educação em Ciências.

Nos processos de formação de professores, a promoção da reflexão sobre o modo como as concepções de Ciência por eles perfilhadas poderá condicionar a leitura que fazem do manual escolar preconiza-se como uma outra via promotora do desenvolvimento de competências conducentes a uma utilização mais sustentada do manual escolar.

### **5.3. Sugestões para futuras investigações**

No decorrer do período de realização deste estudo, o envolvimento nas diferentes tarefas fez emergir algumas propostas para futuras investigações.

A primeira proposta esteve presente desde o início do trabalho. A consciência dos diferentes olhares envolvidos neste estudo rapidamente permitiu detectar a ausência de um outro olhar, indissociável dos processos de ensino – o dos alunos. Assim, sugere-se o desenvolvimento de uma investigação centrada na *identificação da percepção dos alunos acerca das imagens da natureza da Ciência veiculadas pelos manuais escolares*. Ainda num período inicial da tese, a discussão acerca da definição do *corpus* de manuais escolares a analisar colocou em evidência a possibilidade de um estudo comparativo de manuais escolares. Neste sentido, equaciona-se o *alargamento do presente estudo a outros manuais escolares* com a finalidade de se *evidenciar diferentes abordagens da natureza da Ciência* em consonância com as correntes epistemológicas defendidas na actualidade.

O conhecimento adquirido através deste trabalho, em conjugação com a experiência profissional enquanto orientador de estágio nos ensinos Básico e Secundário, induz a

apresentação de propostas de investigação focalizadas na aprendizagem dos alunos dos ensinos Básico e Secundário. A importância de abordagens pedagógicas mais consistentes, sistemáticas e integradoras de diferentes saberes justifica a apresentação de propostas assentes na *concepção e avaliação de experiências pedagógicas focalizadas na operacionalização da natureza da Ciência, caracterizadas por abordagens de âmbito interdisciplinar: (1) conjugação da Filosofia com a Biologia-Geologia e/ou Física-Química do 11º ano de escolaridade; (2) conjugação de Ciências Naturais/Biologia-Geologia com Ciências Físico-Químicas/Física-Química dos vários anos de escolaridade.*

Algumas opiniões manifestadas pelos professores envolvidos no presente estudo acerca do papel do professor na utilização/interpretação do manual escolar conduzem à idealização da seguinte proposta: *concepção e avaliação de estratégias de formação inicial, contínua e especializada de professores focalizadas no desenvolvimento de competências orientadas para a valorização e para a interpretação/utilização sustentada do manual escolar.* Decorrente desta proposta emerge uma outra centrada na *avaliação do impacto da formação nas práticas profissionais futuras.* Nesta mesma linha de pensamento, inclui-se uma outra proposta que toma os alunos dos ensinos Básico e Secundário como o foco principal de intervenção. Assim sugere-se a *concepção e avaliação de experiências pedagógicas orientadas para o desenvolvimento de competências de utilização do manual escolar pelos alunos dos ensinos Básico e Secundário.*

As sugestões apresentadas que tomam como contexto a formação inicial e contínua de professores pressupõem cenários específicos de formação em que formadores e formandos assumem papéis particulares, implicando a adopção, por parte de ambos, de uma prática reflexiva e de uma atitude investigativa. A implementação de experiências pedagógicas nos ensinos Básico e Secundário implica repensar o tipo de intervenção dos professores destes níveis de ensino no processo de investigação educacional: a assunção simultânea dos papéis de professores e investigadores ou pela associação a investigadores através da construção de comunidades educativas.

Numa época como a actual, em que faz parte das agendas políticas a problemática da avaliação/certificação dos manuais escolares, torna-se relevante avaliar o possível impacto desta medida nos processos de concepção, produção, selecção e adopção de manuais



escolares, segundo as perspectivas dos vários actores intervenientes no processo educativo – professores, autores, editores, investigadores, etc.

