

A natureza da ciência nos currículos de ciências — Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico

Sílvia Ferreira & Ana Maria Morais

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal

Resumo

O estudo analisa em que medida a mensagem sociológica transmitida pelo Discurso Pedagógico Oficial veiculado no currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico português contempla a natureza da ciência. A investigação apresenta pressupostos epistemológicos e sociológicos e está particularmente baseada na teoria do discurso pedagógico de Bernstein e na conceptualização de Ziman sobre a construção da ciência. O estudo usou uma metodologia mista e seguiu um processo dialéctico entre o teórico e o empírico. Os resultados do estudo mostraram que a construção da ciência está, em geral, presente no currículo mas que a dimensão sociológica externa é a única dimensão com elevado estatuto. Este baixo estatuto geral atribuído à natureza da ciência é reforçado com a elevada ausência, no currículo, de relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Os resultados evidenciaram ainda que o Ministério da Educação deixa implícitos para os professores, mesmo quando eles estão presentes, não apenas os conhecimentos metacientíficos a apreender e as competências metacientíficas a desenvolver, mas também as relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Encontraram-se diferenças entre os dois documentos do currículo – Competências Essenciais e Orientações Curriculares – que evidenciam processos de recontextualização. Estes resultados são discutidos e exploram-se as suas consequências em termos de aprendizagem científica.

Palavras-chave

Educação científica; Currículos; Natureza da ciência; Intradisciplinaridade

Introdução

Actualmente, e a partir dos anos setenta do século XX, tem-se vindo a desenvolver a ideia de que a educação científica deve englobar uma vertente

metacientífica, isto é, relativa à construção da ciência/ natureza da ciência, na qual assume grande relevância a relação entre ciência, tecnologia e sociedade (Santos, 1999). Deste modo, aspectos como a metodologia da ciência, a forma como esta evolui, a relação da ciência com a sociedade e a tecnologia, as relações que se estabelecem dentro da comunidade científica e as características psicológicas dos cientistas, passam a ser considerados importantes no âmbito do ensino das ciências (e.g. McComas & Olson, 1998). Tal como referem McComas, Clough e Almazroa (1998),

"a frase 'natureza da ciência' é usada para descrever a intersecção de assuntos relacionados com a filosofia, história, sociologia, e psicologia da ciência no modo como se aplicam e potencialmente influenciam o ensino e aprendizagem da ciência. Como tal, a natureza da ciência é um domínio fundamental para guiar os educadores de ciência na representação cuidada da ciência aos alunos" (p.5).

Consequentemente, diversos currículos de ciências, em todo o mundo, aumentaram a sua ênfase na natureza da ciência (BouJaoude, 2002). O mesmo sucedeu em Portugal quando, no ano escolar de 2001/2002, se iniciou um processo de reorganização curricular do ensino básico com a aplicação de novas orientações organizativas e de novos desenhos curriculares.

No âmbito desta reorganização curricular, foram elaborados dois documentos orientadores: Currículo nacional do ensino básico – Competências Essenciais (DEB, 2001); e Orientações Curriculares para o ensino básico (DEB, 2002). O primeiro documento define o conjunto de competências consideradas essenciais no âmbito do desenvolvimento do currículo nacional para o ensino básico ao longo das várias disciplinas. O segundo documento apresenta as competências específicas para cada disciplina. Na área das Ciências Físicas e Naturais, este documento apresenta em paralelo as orientações curriculares relativas a cada uma destas disciplinas, tendo sido delineado em torno de quatro temas organizadores: "Terra no Espaço", "Terra em Transformação", "Sustentabilidade na Terra" e "Viver Melhor na Terra".

O estudo que se apresenta neste artigo é parte de uma investigação mais ampla (Ferreira, 2007) que analisa a mensagem sociológica transmitida pelo Discurso Pedagógico Oficial (DPO) do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico, que emanou da referida reorganização curricular, e que investiga em que medida essa mensagem resulta dos princípios

ideológicos e pedagógicos dos seus autores. A investigação esteve centrada em dimensões do DPO relacionadas com *o que* se ensina e com *a forma como* se ensina no que se refere à natureza da ciência. No primeiro caso, considerou-se o processo de construção da ciência e a exigência conceptual em termos de competências e conhecimentos científicos e no segundo caso, considerou-se a relação entre ciência e metaciência enquanto discursos da mesma disciplina (intradisciplinaridade). O grau de intradisciplinaridade foi também tido em conta na apreciação da exigência conceptual do currículo. A escolha destas dimensões prendeu-se, sobretudo, com resultados obtidos em estudos já realizados por investigadores do grupo ESSA (e.g. Morais & Neves, 2003; Morais, Neves & Pires, 2004) e por outros autores (e.g. McComas, Clough & Almazroa, 1998), que evidenciaram a sua importância na promoção de um elevado nível de aprendizagem científica. A explicitação do DPO na relação Ministério da Educação-professor (critérios de avaliação) foi igualmente objecto de análise da mensagem do DPO.

Na Figura 1 apresenta-se um esquema síntese das relações analisadas na investigação, de acordo com Ferreira (2009).

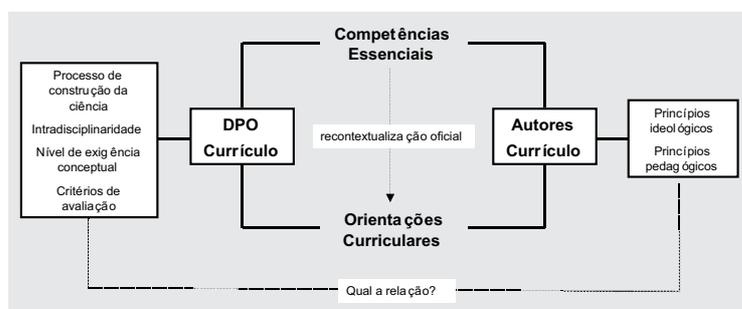


Figura 1 - Diagrama geral das relações analisadas na investigação

O estudo apresentado neste artigo centra-se na mensagem do DPO no que se refere ao processo de construção da ciência, às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos e à forma como o Ministério da Educação explicita aos professores as características anteriores. Este estudo pretende responder ao seguinte problema: *Em que medida a mensagem sociológica transmitida pelo DPO veiculado no currículo*

de ciências contempla a natureza da ciência? De acordo com este problema estabeleceram-se as seguintes questões de investigação: (1) Em que medida o DPO expresso nos dois documentos curriculares (Competências Essenciais e Orientações Curriculares) contempla o processo de construção da ciência e a intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos?; (2) Em que medida o Ministério da Educação torna explícito aos professores (critérios de avaliação) estas características?; e (3) Qual a extensão e sentido de recontextualização efectuada pelo documento Orientações Curriculares em relação ao documento Competências Essenciais, no âmbito do campo de recontextualização oficial?

Enquadramento teórico

A investigação desenvolvida apresenta pressupostos epistemológicos e sociológicos e está particularmente baseada na noção de construção da ciência preconizada por Ziman (1984, 2000) e na teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1999, 2000). De acordo com Bernstein, o discurso pedagógico é determinado por um conjunto complexo de relações que pressupõem a intervenção de diferentes campos e contextos, desde o macro-nível do campo de Estado até ao micro-nível da sala de aula.

No campo de Estado, sob a influência do campo internacional, do campo da economia (recursos físicos) e do campo do controlo simbólico (recursos discursivos), é produzido o Discurso Regulador Geral (DRG). Como resultado da recontextualização oficial do DRG, designadamente ao nível do Ministério da Educação e suas agências, é produzido o discurso pedagógico oficial (DPO), o qual se encontra expresso em textos como os programas e currículos. Este processo de recontextualização é influenciado pelo campo da economia, pelo campo intelectual da educação (parte do campo de controlo simbólico) e pelo campo internacional e ainda, em grande parte, pelas ideologias dos autores. Tal como referem Neves e Morais (2001):

"Este texto oficial contém na sua mensagem os princípios e as normas que constituem o discurso regulador geral que caracteriza um determinado contexto socio-político. Contudo, enquanto discurso pedagógico oficial, também contém uma mensagem que reflecte o conjunto de opções que se afiguram mais adequadas a um determinado contexto educacional, as quais também são influenciadas pelos vários campos." (p. 226).

Entre essas opções figuram, por exemplo: os discursos e competências que devem ser adquiridos; a natureza das relações entre os diferentes conhecimentos da disciplina (relação intradisciplinar) e entre os conhecimentos da disciplina e os conhecimentos de outras disciplinas do currículo (relação interdisciplinar); a forma de interação pedagógica que deverá estar presente na relação professor-aluno (modelo da teoria de instrução privilegiado). Estas opções definem, assim, o *que* e o *como* do DPO, ou seja, os discursos a serem transmitidos e o modo como esses discursos são transmitidos no contexto de ensino-aprendizagem. O modelo mostra assim que o discurso pedagógico não é o resultado mecânico dos princípios dominantes da sociedade, uma vez que podem ocorrer recontextualizações aos vários níveis do aparelho pedagógico oficial. Essas recontextualizações criam espaços de mudança e por essa razão o discurso que é produzido (DPO) e o discurso que é reproduzido na sala de aula não correspondem rigorosamente ao discurso regulador geral.

O discurso pedagógico veicula, como mensagem sociológica, determinadas relações de poder e controlo entre as seguintes categorias: espaços (espaço professor-aluno e espaço aluno-aluno), discursos (intradisciplinar, interdisciplinar e académico-não académico) e sujeitos (Ministério da Educação-professor, professor-aluno e aluno-aluno). Estas relações reflectem, em maior ou menor grau, de acordo com a recontextualização que ocorreu, as relações legitimadas no DRG subjacente. Para analisar estas relações de poder e controlo, Bernstein (1990, 2000) usou, respectivamente, os conceitos de classificação e de enquadramento. A classificação diz respeito ao estabelecimento de fronteiras mais ou menos acentuadas entre as categorias anteriormente mencionadas. A classificação será tanto mais forte, quanto mais nítida for a separação existente entre as categorias. O enquadramento está relacionado com as relações sociais que se estabelecem entre as categorias consideradas, ou seja, a comunicação que se irá estabelecer entre elas. O enquadramento será tanto mais forte quanto maior for o controlo que as categorias superiores (por exemplo, o Ministério da Educação) tiverem sobre as categorias inferiores (por exemplo os professores). A classificação e o enquadramento podem, dentro de certos limites, variar independentemente, por exemplo, uma classificação forte pode coexistir com um enquadramento fraco.

No presente estudo foi seguida a noção de construção da ciência apresentada por Ziman (1984). De acordo com este autor, a ciência deve ser encarada como uma instituição social que pode ser perspectivada em função de várias dimensões metacientíficas: filosófica, histórica, psicológica e sociológica.

A dimensão filosófica da ciência dá ênfase ao aspecto metodológico da ciência, isto é, aos métodos utilizados pelos cientistas para fazer ciência. "A filosofia da ciência analisa teorias sobre a construção da ciência, as condições que a validam e os diversos métodos científicos utilizados" (Fontes & Silva, 2004: 18). Esses métodos incluem, por exemplo, a observação, a experimentação e a teorização, sendo considerados por Ziman (1984) como elementos de um método específico de obter informação, digna de confiança, acerca do mundo natural.

A dimensão histórica da ciência dá ênfase ao seu aspecto de arquivo, já que a acumulação de conhecimento científico, organizado em esquemas teóricos coerentes e divulgado em publicações é um processo histórico com especial significado. O conhecimento científico adquire significado quando é divulgado, permitindo reestruturar esquemas teóricos universais e utilizá-los em proveito da humanidade (Ziman, 1984). Desta forma, a dimensão histórica apresenta a ciência como uma actividade dinâmica, que evolui ao longo do tempo.

A dimensão psicológica da ciência contempla as características psicológicas dos cientistas que influenciam a sua actividade científica. Há que ter em consideração que, sendo a ciência uma actividade humana e portanto sujeita aos condicionalismos da natureza humana, pode revelar, como outra actividade qualquer, procedimentos dignos ou procedimentos menos correctos (Ziman, 1984).

A dimensão sociológica da ciência envolve duas vertentes, a sociológica interna e a sociológica externa. A primeira engloba as relações sociais que se estabelecem e desenvolvem dentro da comunidade científica. A segunda está relacionada com a produção científica nas suas relações com os diversos actores sociais. No que concerne à dimensão sociológica interna da ciência, Ziman (1984) salienta que os cientistas estão integrados numa comunidade científica, estabelecendo interacções sociais uns com os outros enquanto cientistas. Deste modo, os cientistas comunicam entre si,

partilhando perspectivas e resultados experimentais que os levam a reestruturar constantemente os seus trabalhos, a encontrar novas vias de investigação num empreendimento que é, cada vez mais, um processo colaborativo e não uma actividade isolada. No que diz respeito à dimensão sociológica externa da ciência, a ciência é encarada como uma instituição social, inserida na sociedade e que desempenha certas funções para a sociedade. A interacção entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) encontra-se incluída nesta dimensão da noção de construção da ciência apresentada por Ziman (1984). Assim sendo, no presente estudo, quando se considera a relação CTS, está-se apenas a considerá-la na dimensão sociológica externa da ciência, ao contrário do que defendem outros autores (e.g. Aikenhead, 1999; Santos, 1999)¹.

A diferença de estrutura entre o conhecimento científico e o conhecimento metacientífico deve ser considerada quando se estuda a introdução da construção da ciência na aprendizagem científica. De acordo com Bernstein (1999), podemos dizer que o conhecimento metacientífico corresponde a um discurso com uma estrutura horizontal, caracterizada por uma série de linguagens paralelas, em que o seu desenvolvimento é alcançado através da construção de uma nova linguagem, com um novo conjunto de questões e de relações e fortemente classificada em relação a outras linguagens pré-existentes. O conhecimento científico possui uma estrutura hierárquica, na qual o desenvolvimento é alcançado através da selecção e integração de conceitos distintos de modo a alcançar-se um corpo comum de conhecimento com maior nível de abstracção e poder de explicação. O *que* científico do ensino-aprendizagem das ciências corresponde a uma estrutura hierárquica do conhecimento, enquanto o *que* da metaciência corresponde a uma estrutura horizontal do conhecimento.

Metodologia

Aspectos gerais

Neste estudo recorreu-se a uma metodologia mista que apresenta características associadas às abordagens qualitativa e quantitativa (Creswell, 2003; Morais & Neves, 2007; Tashakkori & Teddlie, 1998). Por exemplo, foram utilizadas características associadas à abordagem quantitativa quando, para a análise dos documentos do currículo, foram definidas previamente, com

uma base teórica, categorias e vários indicadores. Contudo, os dados empíricos que estavam a ser analisados também contribuíram para a definição de algumas categorias e respectivos indicadores, seguindo uma abordagem qualitativa.

O estudo seguiu um processo dialéctico entre o teórico e o empírico. Neste sentido, rejeitou-se quer a análise do empírico sem uma base teórica quer a utilização de uma teoria que não permitisse a sua transformação com base no empírico. Esta dialéctica só foi possível porque a metodologia deste estudo utilizou uma linguagem externa de descrição derivada de uma linguagem interna de descrição, tal como preconizado por Bernstein (2000).

Para a análise do DPO do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico foram considerados dois documentos: *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* (DEB, 2001), nomeadamente a parte com as competências para Ciências Físicas e Naturais; e *Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico* (DEB, 2002), especificamente a secção referente à disciplina de Ciências Naturais. A análise centrou-se no tema "Sustentabilidade na Terra". A análise exigiu que o texto dos dois documentos fosse segmentado em unidades de análise (excertos): no documento *Competências Essenciais* foram definidas 76 unidades de análise e no documento *Orientações Curriculares* 91. Como unidade de análise considerou-se um excerto do texto, com um ou mais períodos, que no seu conjunto tivesse um determinado significado semântico (Gall, Borg & Gall, 1996). Quando ocorriam listagens de itens, como acontece no caso das competências e experiências de aprendizagem, cada item foi considerado uma unidade de análise. Cada um dos esquemas foi considerado uma unidade de análise.

O estudo do DPO do currículo de Ciências Naturais, relativamente à natureza da ciência, ocorreu de acordo com o esquema apresentado na Figura 2. Esta análise incidiu sobre a componente instrucional do contexto de transmissão/aquisição, isto é, nos discursos a serem transmitidos/ adquiridos, e centrou-se em dois aspectos: o *que* o Ministério da Educação legitima como DPO do currículo e que diz respeito aos discursos a serem transmitidos/ adquiridos; e o *como* esses discursos são transmitidos no contexto do ensino-aprendizagem e que diz respeito aos princípios que regulam a transmissão/ aquisição desses discursos. Centrou-se ainda na relação Ministério da Educação-professor.

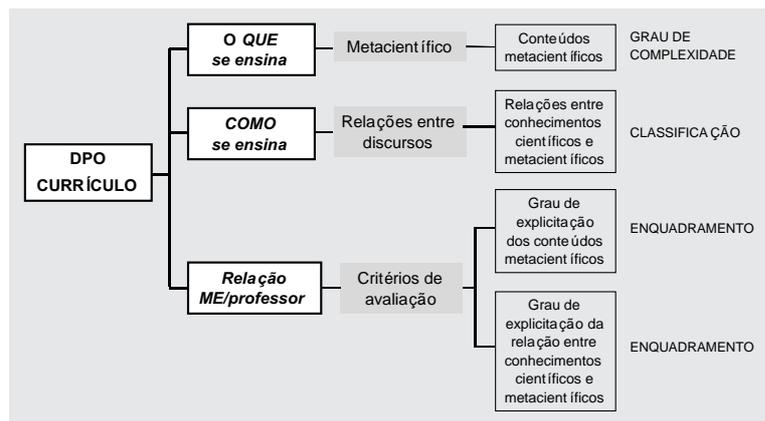


Figura 2 - Esquema de análise da natureza da ciência no currículo de Ciências Naturais

A análise do *que* do DPO expresso no currículo consistiu na caracterização dos conteúdos referentes ao processo de construção da ciência e, para esta análise, foi considerado o seu grau de complexidade. No que se refere à análise do *como* do DPO, foi considerada a relação entre discursos no processo de ensino-aprendizagem, analisando-se o grau de relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos que o currículo prevê que seja estabelecido. Estas relações intradisciplinares foram caracterizadas através do conceito de classificação. No que diz respeito à relação Ministério da Educação-professor, foi analisado o grau de controlo dado pelo Ministério da Educação aos professores – grau de explicitação do DPO – sobre os conhecimentos metacientíficos e o sobre a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. O grau de explicitação foi caracterizado através do conceito de enquadramento.

Concepção e aplicação dos instrumentos

De modo a efectuarmos esta análise do DPO do currículo, foram construídos, pilotados e aplicados instrumentos², que tiveram como ponto de partida modelos/instrumentos construídos em estudos anteriores do grupo ESSA, sobre a análise de currículos de ciências (e.g. Castro, 2006). Para

cada um dos aspectos em análise, os instrumentos foram organizados de forma a contemplar as quatro secções principais de um qualquer programa e que correspondem a aspectos do currículo considerados referenciais para o processo de ensino-aprendizagem: (a) Conhecimentos; (b) Finalidades; (c) Orientações Metodológicas; e (d) Avaliação. Tal como refere Pacheco (2001), "qualquer que seja o nível de planificação, as decisões curriculares incidem sobre objectivos, conteúdos, experiências de aprendizagem (actividades), recursos e avaliação" (p. 67). Assim, cada unidade de análise foi associada a uma das quatro secções previamente definidas e analisada através dos diferentes instrumentos construídos. Estas tarefas foram realizadas em conjunto por três investigadoras e, posteriormente, validadas por outras duas investigadoras.

Na descrição dos instrumentos que se segue, começa-se por apresentar aqueles que se referem à caracterização do processo de construção da ciência e respectiva explicitação, seguindo-se os que se referem às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos e respectiva explicitação.

Caracterização do processo de construção da ciência

Para a caracterização do processo de construção da ciência foram elaborados três instrumentos: (1) um instrumento de caracterização do processo de construção da ciência, para avaliar o nível de conceptualização dos conteúdos metacientíficos; (2) um instrumento com conhecimentos e competências cognitivas das dimensões da construção da ciência preconizadas por Ziman (1984, 2000); e (3) um instrumento de avaliação do grau de explicitação dos conhecimentos metacientíficos.

O primeiro desses instrumentos (Instrumento 1) foi construído tendo em consideração a natureza e grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos, assim como o desenvolvimento de competências relacionadas com a metaciência. Quer os conhecimentos, quer as competências foram considerados ao nível das várias dimensões da construção da ciência preconizadas por Ziman (1984): filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa.

As quatro secções, referidas anteriormente, foram consideradas neste instrumento e, para cada secção, foram definidos descritivos correspondentes a quatro graus de complexidade dos conteúdos metacientíficos relativos a cada dimensão do processo de construção da ciência. A escala de quatro graus foi elaborada com base nos seguintes critérios:

- Grau 1 – corresponde a uma ausência de conhecimentos relativos à dimensão da construção da ciência em análise, não se prevendo também o desenvolvimento de competências associadas a essa dimensão.
- Grau 2 – pode corresponder a uma de três situações distintas: 1) referência a conhecimentos de ordem simples relativos à dimensão da construção da ciência em análise, mas não se prevendo a sua aplicação no desenvolvimento de competências associadas a essa dimensão; 2) referência ao desenvolvimento de competências, mas não se prevendo a sua relação com o processo de construção da ciência; ou 3) referência a conhecimentos de ordem simples relativos à dimensão da construção da ciência em análise, prevendo-se a sua aplicação no desenvolvimento de competências associadas a essa dimensão.
- Grau 3 – corresponde a conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão da construção da ciência em análise, mas em que não se prevê o desenvolvimento de competências associadas a essa dimensão.
- Grau 4 – corresponde a conhecimentos metacientíficos de ordem complexa e que, em simultâneo, se prevê o desenvolvimento de competências relacionadas com a dimensão da construção da ciência em estudo.

É de salientar que as diferentes situações apresentadas no descritivo do grau 2 surgiram no decorrer de uma análise exploratória das unidades de análise de ambos os documentos do currículo. A necessidade do descritivo apresentar uma segunda parte deveu-se ao facto do currículo preconizar, com alguma frequência, o desenvolvimento de competências, por exemplo investigativas, sem, no entanto, as relacionar com o processo de construção da ciência.

Na Tabela I apresentam-se um excerto deste instrumento, para a secção Conhecimentos e para a dimensão sociológica externa e exemplos de unidades de análise do currículo que ilustram diferentes graus de complexidade.

Tabela I - Excerto do instrumento de caracterização do processo de construção da ciência

Secção	Dimensões da Ciência	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Conhecimentos	<i>Dimensão Sociológica externa</i>	Não são referidos conhecimentos relativos à dimensão sociológica externa da ciência, não se prevendo a sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão.	São referidos conhecimentos de ordem simples relativos à dimensão sociológica externa da ciência, não se prevendo a sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão; e/ou Está previsto o desenvolvimento de competências associadas à dimensão sociológica externa da ciência, mas não a sua relação com a construção da ciência.	São referidos conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência, não se prevendo a sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão.	São referidos conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência, prevendo-se a sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão.

Unidades de análise:

Grau 1: "No que diz respeito aos ciclos de matéria, não se pretende analisar os vários ciclos biogeoquímicos, mas realçar a existência nas comunidades de grupos de seres vivos com actividades, de certa forma, complementares (produtores, consumidores e decompositores), que possibilitam uma reciclagem permanente da matéria" (*Orientações Curriculares*, pp.23-24).

Grau 4: "[...] através da compreensão das potencialidades e limites da Ciência e das suas aplicações tecnológicas na Sociedade. Por outro lado, permite uma tomada de consciência quanto ao significado científico, tecnológico e social da intervenção humana na Terra, o que poderá constituir uma dimensão importante em termos de uma desejável educação para a cidadania" (*Competências Essenciais*, p.134).

Para que existisse coerência e um referencial na aplicação do Instrumento 1, houve necessidade de construir um segundo instrumento (Instrumento 2) – instrumento com conhecimentos de ordem simples e de ordem complexa e competências cognitivas relacionadas com as várias dimensões da construção da ciência, de acordo com a noção de Ziman (1984, 2000). Nesta definição considerou-se que os conhecimentos de ordem simples incluíam factos generalizados e conceitos simples e que os

conhecimentos de ordem complexa incluíam conceitos complexos e temas unificadores.

As competências relacionadas com a metaciência foram definidas no sentido de estarem associadas, por um lado, à respectiva dimensão da construção da ciência e, por outro, à área científica e não a outra área disciplinar, uma vez que o instrumento foi construído com o objectivo de analisar um currículo de ciências. Reconhece-se, no entanto, que algumas dessas competências também podem ser mobilizadas noutras áreas disciplinares para além da científica. Devido a condicionamentos que se prenderam com a delimitação do âmbito desta investigação, destaca-se o facto de se ter optado por analisá-las sem as discriminar em função do seu grau de complexidade, ao contrário do que é feito para os conhecimentos metacientíficos. Optou-se também por analisar apenas as competências ligadas ao domínio cognitivo, excluindo-se as competências sócio-afectivas.

Na Tabela II apresenta-se um excerto deste instrumento para a dimensão sociológica externa.

Tabela II - Excerto do instrumento com conhecimentos e competências cognitivas das dimensões da construção da ciência

Dimensão Sociológica Externa	
<p>Conhecimentos de ordem simples:</p> <p>A observação científica é cada vez mais minuciosa com a invenção de tecnologias mais complexas – relação T-C.</p> <p>A evolução do conhecimento científico permite o desenvolvimento de novas tecnologias – relação C-T.</p>	<p>Competências cognitivas:</p> <p>Desenvolvimento do pensamento crítico: selecção, análise e avaliação crítica de informações científicas em situações sociais concretas; ponderação de argumentos científicos sobre assuntos socialmente controversos.</p> <p>Desenvolvimento da capacidade de comunicação: compreensão, interpretação e síntese de informação científica difundida pelos meios de comunicação.</p>
<p>Conhecimentos de ordem complexa:</p> <p>A aplicação da ciência à sociedade tem efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto positivos como negativos, a curto e a longo prazo – relação C-S.</p> <p>A utilização da ciência e da tecnologia na resolução de problemas sociais, pessoais e ambientais apresenta potencialidades e limites – relação C-T-S.</p>	

De modo a avaliar o grau de explicitação dos conhecimentos metacientíficos no currículo de ciências em estudo, construiu-se um terceiro

instrumento (Instrumento 3). Através deste instrumento pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem do DPO veiculada no currículo de Ciências Naturais relativamente ao *que* do ensino-aprendizagem da metaciência é deixada explícita, ou não, pelo Ministério da Educação aos professores.

Este instrumento foi aplicado a cada unidade de análise que contemplasse conhecimentos metacientíficos relativos a uma determinada dimensão do processo de construção da ciência e com um determinado grau de complexidade (caso dos graus 2-1ª parte, 3 e 4), previamente determinado através do Instrumento 1.

Este instrumento contém, para cada secção do currículo, cada dimensão da metaciência e cada grau de complexidade, descritivos correspondentes a quatro graus de uma escala de enquadramento (E⁺⁺, E⁺, E⁻, E⁻⁻)³ com um grau decrescente de explicitação.

Na Tabela III apresenta-se um excerto deste instrumento, para a secção Orientações Metodológicas, a dimensão sociológica externa e o grau 4 de caracterização do processo de construção da ciência. Seguem-se exemplos de unidades de análise dos documentos curriculares que ilustram diferentes graus de enquadramento quanto aos critérios de avaliação.

Tabela III - Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação dos conhecimentos metacientíficos

Secção	Dimensões da Ciência	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻⁻
Orientações Metodológicas	Dimensão Sociológica externa (Grau 4)	São apresentadas estratégias/metodologias destinadas à transmissão/aquisição de conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência e à sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão. É explicado o significado dessas estratégias no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência sendo também referida a importância desta no ensino das ciências, de acordo com a perspectiva do currículo.	São apresentadas estratégias/metodologias destinadas à transmissão/aquisição de conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência e à sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão. É explicado o significado dessas estratégias no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência sendo também referida a importância desta no ensino das ciências em geral (sem referir a perspectiva de ensino das ciências que o currículo defende).	São apresentadas estratégias/metodologias destinadas à transmissão/aquisição de conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência e à sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão, mas não é explicado o significado dessas estratégias/metodologias.	São apresentadas estratégias/metodologias destinadas à transmissão/aquisição de conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão sociológica externa da ciência e à sua relação no desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão de forma muito genérica.

Unidades de análise:

Grau E⁺: "[...] A este nível sugere-se a discussão de problemáticas reais, como por ex. acidentes em centrais nucleares, o lançamento para a atmosfera de fumos provenientes de queimas [...]. Estas problemáticas poderão constituir oportunidade para discussão sobre questões de natureza social e ética que permitam aos alunos momentos de reflexão a propósito dos prós e contras de algumas inovações científicas para o indivíduo, para a sociedade e para o ambiente" (*Orientações Curriculares*, p. 29).

Grau E⁻: "É recomendada a realização de visitas de estudo a unidades industriais existentes na região e a correspondente análise dos custos, benefícios e riscos sociais e ambientais associados à actividade industrial" (*Orientações Curriculares*, p. 27).

Relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos

Relativamente à caracterização das relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos, foram construídos dois instrumentos: um instrumento de avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Instrumento 4) e outro instrumento de avaliação do grau de explicitação destas relações intradisciplinares (Instrumento 5).

No Instrumento 4, a relação que se estabelece entre os conhecimentos científicos e metacientíficos foi traduzida através de uma escala de classificação com quatro graus (C⁺⁺, C⁺, C⁻, C⁻⁻) com um grau crescente de relação.

Na Tabela IV apresenta-se um excerto deste instrumento, para a secção Finalidades. Seguem-se exemplos de unidades de análise dos documentos analisados que ilustram diferentes graus de classificação quanto às relações intradisciplinares.

Tabela IV - Excerto do instrumento de avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos

Secção	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻⁻
<i>Finalidades</i>	Contemplam apenas conhecimentos científicos. Ou Contemplam apenas conhecimentos metacientíficos.	Contemplam conhecimentos científicos e metacientíficos mas não prevêm a relação entre eles.	Contemplam conhecimentos científicos e metacientíficos, relacionando-os, sendo conferido aos conhecimentos científicos maior estatuto nessa relação.	Contemplam conhecimentos científicos e metacientíficos, relacionando-os, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação.

Unidades de análise:

Grau C⁺⁺-1ª parte: "Relativamente a este assunto, deve ser valorizada a interpretação dos alunos face aos vários exemplos de interacções, identificando benefícios e prejuízos para os seres envolvidos, em vez da simples aplicação de terminologia" (*Orientações Curriculares*, p. 23).

Grau C⁻: "Reconhecimento da necessidade de tratamento de materiais residuais, para evitar a sua acumulação, considerando as dimensões económicas, ambientais, políticas e éticas" (*Competências Essenciais*, p.143).

O Instrumento 5 foi elaborado de modo a permitir a análise do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, previamente caracterizadas através do Instrumento 4 (graus C⁻ e C⁻). Foi considerada uma escala de enquadramento com quatro graus (E⁺⁺, E⁺, E⁻, E⁻)⁴ com um grau decrescente de explicitação.

Na Tabela V apresenta-se um excerto deste instrumento, para a secção Conhecimentos. Seguem-se exemplos de unidades de análise do currículo que ilustram diferentes graus de enquadramento quanto aos critérios de avaliação.

Tabela V - Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos

Secção	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻
<i>Conhecimentos</i>	São apresentadas as relações a estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo explicado, de forma pormenorizada, o significado dessas relações no âmbito do ensino das ciências.	São apresentadas as relações a estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo explicado, apenas de forma geral, o contributo das relações no âmbito do ensino das ciências.	São apresentadas as relações a estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos, mas não é explicado o significado dessas relações no âmbito do ensino das ciências.	Não são apresentadas, de forma explícita, as relações a estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo essas relações apenas apresentadas de forma genérica.

Unidades de análise:

Grau E⁻: "Com estas, ou outras actividades, pretende-se mobilizar os alunos para a importância da reciclagem dos resíduos [...] e, ao mesmo tempo, sensibilizá-los para a necessidade de preservar, e economizar os recursos naturais" (*Orientações Curriculares*, p.28).

Grau E⁻: "Para um desenvolvimento sustentável, a Educação em Ciência deverá ter em conta a diversidade de ambientes físicos, biológicos, sociais, económicos e éticos" (*Competências Essenciais*, p. 140).

Após a aplicação de cada instrumento a todas as unidades de análise de ambos os documentos do currículo de Ciências Naturais, efectuou-se o tratamento dos resultados obtidos, separadamente para cada documento.

Análise dos resultados

Caracterização do processo de construção da ciência

Dimensões da construção da ciência

De modo a caracterizar-se o processo de construção da ciência expresso nos documentos curriculares em estudo, calculou-se a frequência de excertos (expressa em percentagem relativa) analisados de acordo com uma escala de quatro graus e considerando cada uma das dimensões da metaciência. O gráfico da Figura 3 apresenta os resultados desta análise para a *dimensão filosófica*. Estes resultados estão organizados em função de cada uma das quatro secções dos documentos e da totalidade das secções.

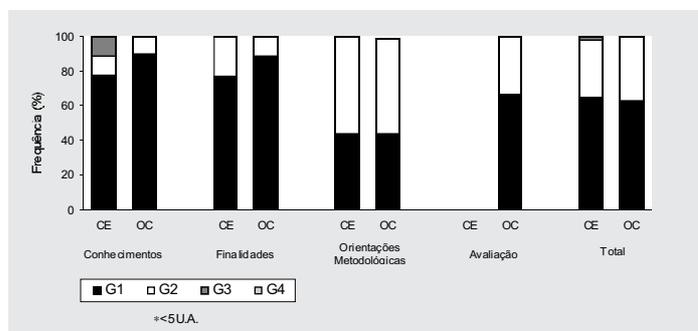


Figura 3 - Dimensão filosófica da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

O gráfico da Figura 3 evidencia que em ambos os documentos curriculares, na sua globalidade, a maioria dos excertos analisados não contemplam conhecimentos relativos à dimensão filosófica da construção da ciência e não prevêem também o desenvolvimento de competências metacientíficas associadas a esta dimensão (grau 1). Em relação aos excertos classificados no grau 2 da escala utilizada, verificou-se que a maioria

corresponde à segunda parte do descritivo deste grau, ou seja, prevêem o desenvolvimento de competências associadas à dimensão filosófica da ciência mas não a sua relação com os conhecimentos metacientíficos associados a esta dimensão. Pode observar-se esta tendência global nas diferentes secções do currículo, excepto na secção Orientações Metodológicas, onde o grau 2 predomina ligeiramente sobre o grau 1. Este aspecto deveu-se, principalmente, ao facto de nesta secção as estratégias sugeridas contemplarem apenas competências, mas não conhecimentos associados à dimensão filosófica da ciência. Os excertos, que a seguir se transcrevem, são ilustrativos do que se acabou de mencionar:

"Realizar actividade experimental e ter oportunidade de usar diferentes instrumentos de observação e medida. [...] deve haver lugar a formulação de hipóteses e previsão de resultados, observação e explicação." (*Competências Essenciais*, pp. 131-132)

"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." (*Orientações Curriculares*, p. 22)

Pode verificar-se ainda que o grau 3 apenas ocorre nos excertos do documento *Competências Essenciais*, devido à existência de excertos na secção Conhecimentos onde são referidos conhecimentos de ordem complexa relativos à dimensão filosófica da ciência. Salienta-se, no entanto, que esta secção integra poucos excertos e que, por sua vez, destes excertos apenas um foi classificado com este grau.

Em relação à secção Avaliação, o documento *Competências Essenciais* não apresenta excertos que foquem a avaliação de conhecimentos e competências do processo de ensino-aprendizagem das ciências. Por sua vez, o documento *Orientações Curriculares* apresenta excertos enquadrados na secção Avaliação, mas em pequeno número, sendo assim difícil retirar ilações quanto ao processo de avaliação dos conhecimentos e/ou competências metacientíficas. Esta dificuldade encontrou-se também presente na análise efectuada às restantes dimensões da ciência, dado que se colocaram os mesmos problemas.

Os dados relativos à análise da *dimensão histórica* do processo de construção da ciência estão expressos no gráfico da Figura 4. Através dos dados expressos na figura, pode observar-se que em ambos os documentos

curriculares, na sua globalidade, a grande maioria dos excertos analisados não contemplam conhecimentos relativos à dimensão histórica da construção da ciência e também não prevêm o desenvolvimento de competências metacientíficas associadas a esta dimensão (grau 1). Em relação aos excertos classificados com o grau 2, realça-se que todos eles correspondem à segunda parte do descritivo deste grau, ou seja, prevêm o desenvolvimento de competências associadas à dimensão histórica da ciência mas não a sua relação com a construção da ciência.

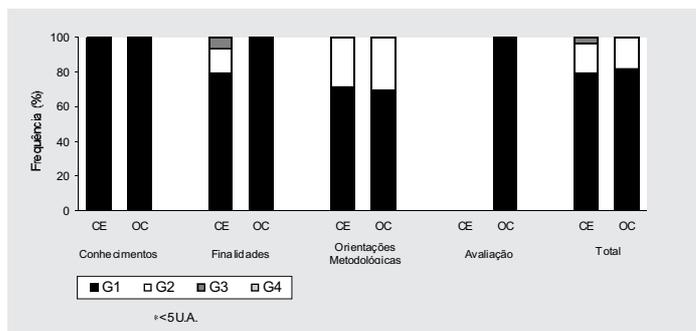


Figura 4 - Dimensão histórica da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Quando se considera a secção Finalidades, destacam-se algumas diferenças entre os dois documentos do currículo, apenas o documento *Competências Essenciais* inclui competências que se referem à dimensão histórica da ciência, não estando prevista a sua relação com a construção da ciência, e contém ainda competências que contemplam conhecimentos de ordem complexa relativos a esta dimensão da ciência.

Relativamente à caracterização da *dimensão psicológica* do processo de construção da ciência (Figura 5), é possível constatar que, em ambos os documentos curriculares, na sua globalidade, a quase totalidade dos excertos analisados não contemplam conhecimentos relativos à dimensão psicológica da construção da ciência e também não prevêm o desenvolvimento de competências metacientíficas associadas a esta dimensão (grau 1). No que diz respeito aos excertos classificados com o grau 2, realça-se que todos eles

estão incluídos na secção Orientações Metodológicas e correspondem à primeira parte do descritivo deste grau, ou seja, visam apenas a transmissão/aquisição de conhecimentos de ordem simples relativos a esta dimensão.

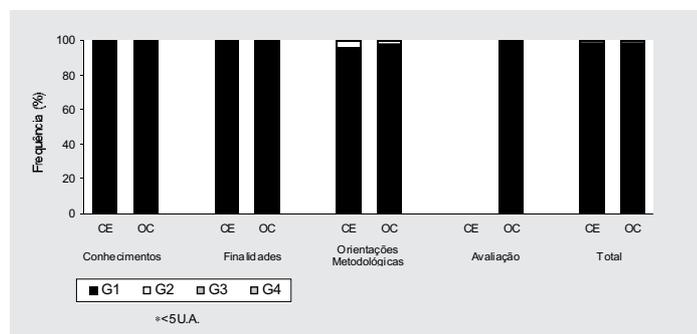


Figura 5 - Dimensão psicológica da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Os dados relativos à análise da *dimensão sociológica interna* do processo de construção da ciência (Figura 6) revelam que, em ambos os documentos curriculares, na sua globalidade, a grande maioria dos excertos analisados não contempla conhecimentos relativos à dimensão sociológica interna da construção da ciência e também não prevê o desenvolvimento de competências metacientíficas associadas a esta dimensão (grau 1). Em relação aos excertos classificados com o grau 2, destaca-se que todos eles correspondem à segunda parte do descritivo deste grau.

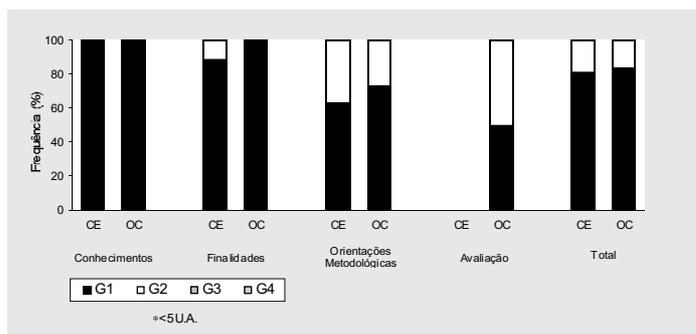


Figura 6 - Dimensão sociológica interna da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Considerando as secções Finalidades e Orientações Metodológicas, é possível constatar que ocorre, em pequeno grau, uma diminuição da valorização relativa atribuída à dimensão sociológica interna quando se passa do texto *Competências Essenciais* para o texto *Orientações Curriculares*.

Em relação à caracterização da *dimensão sociológica externa* do processo de construção da ciência (Figura 7), os dados mostram que, em ambos os documentos curriculares, ao contrário do que se constata para as outras dimensões da ciência, o grau 1 deixa de estar na maioria dos excertos analisados. Para além disso, também se pode observar que é dada uma maior ênfase aos conhecimentos metacientíficos de ordem simples (grau 2) e aos de ordem complexa (graus 3 e 4) relativos a esta dimensão da ciência, assim como ao desenvolvimento de competências associadas a esta dimensão (graus 2 e 4). Pode-se, assim, verificar que o currículo de Ciências Naturais na temática da "Sustentabilidade da Terra" atribui um maior grau de complexidade à dimensão sociológica externa no contexto de transmissão/aquisição do processo de construção da ciência. Esta é a dimensão da ciência com maior representatividade no currículo de ciências, em ambos os documentos analisados, o que estará relacionado com o enfoque dado pelas autoras deste currículo à relação C-T-S.

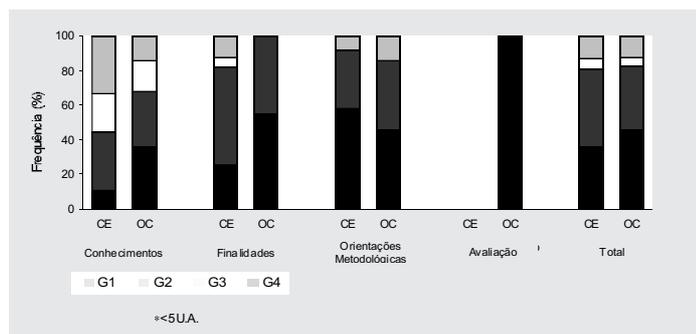


Figura 7 - Dimensão sociológica externa da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Considerando as secções Conhecimentos e Finalidades, é possível constatar que ocorre uma diminuição da valorização relativa atribuída à dimensão sociológica externa quando se passa do texto Competências Essenciais para o texto Orientações Curriculares. Salienta-se, no entanto, que o número de excertos incluídos na secção Conhecimentos do texto *Competências Essenciais* é bastante inferior ao número de excertos desta secção do texto *Orientações Curriculares*. A situação contrária verificou-se para o número de excertos incluídos na secção Finalidades.

Relativamente à secção Orientações Metodológicas, pode observar-se que existe um maior grau de complexidade dos conhecimentos relativos à dimensão sociológica externa no texto *Orientações Curriculares*. Este aspecto assume especial importância quando se verifica que é esta secção que tem maior representatividade neste texto.

Explicitação dos conhecimentos metacientíficos

Quando se considera a relação Ministério da Educação-professor no que se refere à explicitação do processo de construção da ciência, nas suas diferentes dimensões, observam-se os resultados evidenciados no gráfico da Figura 8. Optou-se por construir apenas um gráfico, tendo-se reunido os valores de enquadramento dos graus 2 a 4 da aplicação do Instrumento 1 e considerando unicamente a globalidade dos resultados, uma vez que o

número de excertos analisados foi muito reduzido⁵. Deste modo, verificou-se se o processo de construção da ciência para cada dimensão era explícito, ou não, independentemente do grau de complexidade e da secção em que se encontrava no currículo. No caso dos excertos da dimensão histórica nas *Orientações Curriculares* e da dimensão sociológica interna para ambos os documentos, eles não foram analisados quanto ao grau de explicitação, uma vez que o grau 2 que lhes foi atribuído correspondia à situação em que havia referência ao desenvolvimento de competências metacientíficas, mas não se previa a sua relação com os conhecimentos metacientíficos.

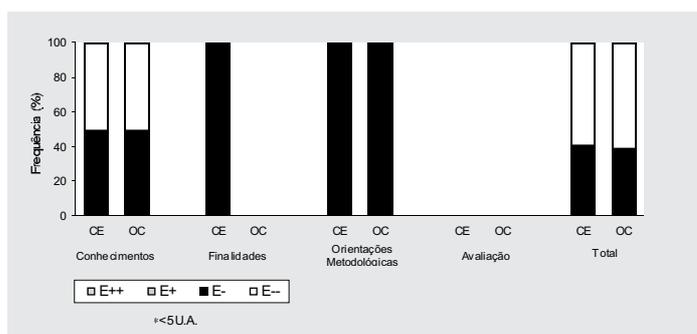


Figura 8 - Explicitação aos professores das dimensões da construção da ciência no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

A análise mostra que os excertos analisados são classificados apenas com dois dos quatro valores da escala: E⁻ ou E⁻⁻. Comparando os dois documentos analisados, não se verificam diferenças na explicitação do significado dos conhecimentos e/ou competências metacientíficas para cada dimensão em estudo, no âmbito do ensino-aprendizagem das ciências.

Pode-se, assim, dizer que nos dois documentos do currículo de Ciências Naturais, para a temática "Sustentabilidade da Terra", os conhecimentos e/ou competências metacientíficas, mesmo quando estão presentes, o seu significado não é tornado explícito. A mensagem do processo de construção da ciência está implícita, sendo nalguns casos claramente implícita (E⁻⁻). O facto do Ministério da Educação deixar implícitos os

conhecimentos metacientíficos a abordar e as competências metacientíficas a desenvolver, significa que o professor poderá ter um grande controlo sobre a inclusão da metaciência no ensino-aprendizagem da ciência.

Relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos

No que diz respeito às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, o gráfico da Figura 9 evidencia os resultados dessa análise. Pode-se verificar que, na sua globalidade, metade dos excertos analisados no documento *Competências Essenciais* e a maioria dos excertos analisados no documento *Orientações Curriculares* não contemplam a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (C⁺⁺), correspondendo a maior parte destes excertos à situação em que se contemplam apenas conhecimentos científicos. Também se pode constatar que a frequência de excertos classificados de C⁻ (maior estatuto do conhecimento científico) é superior no documento *Orientações Curriculares* enquanto a frequência de excertos C⁻⁻ (igual estatuto dos conhecimentos científicos e metacientíficos) é superior no documento *Competências Essenciais*. Destaca-se ainda que a abordagem de conhecimentos científicos e metacientíficos, mas sem haver relações entre eles (C⁺), está ausente nos excertos analisados em ambos os documentos curriculares.

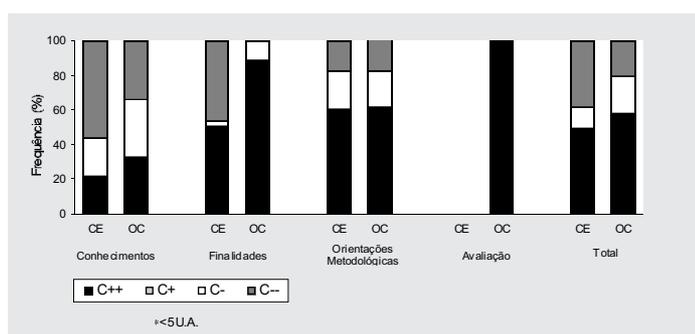


Figura 9 - Relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Considerando as secções do currículo, pode observar-se que há diferenças em relação à tendência global dos excertos analisados. É interessante verificar que na secção Conhecimentos deixa de haver um predomínio do grau C⁺⁺, para passar a haver uma maior ênfase do grau C⁻ nos excertos do documento *Competências Essenciais* e uma frequência idêntica dos graus C⁺⁺, C⁻ e C⁻ nos excertos do documento *Orientações Curriculares*. Este aspecto parece dever-se, sobretudo, ao facto dos autores dos dois documentos do currículo tentarem relacionar, com bastante frequência, conhecimentos da dimensão sociológica externa da construção da ciência com os conhecimentos científicos a abordar na temática da "Sustentabilidade na Terra".

Na secção Orientações Metodológicas, os excertos analisados em ambos os documentos curriculares passam a ter uma distribuição muito semelhante. O documento *Orientações Curriculares* mantém a sua tendência global, mas no documento *Competências Essenciais* passa a existir uma maior frequência dos graus C⁺⁺ e C⁻ e uma diminuição do grau C⁻. Esta alteração no documento *Competências Essenciais* parece estar relacionada com o facto dos excertos analisados nesta secção serem ambíguos quanto aos conhecimentos a serem apreendidos pelos alunos, havendo um maior enfoque nas competências a desenvolver. O excerto, que a seguir se transcreve, ilustra o que se acabou de mencionar:

"Analisar e criticar notícias de jornais e televisão, aplicando conhecimentos científicos na abordagem de situações da vida quotidiana" (*Competências Essenciais*, p. 132, grau C⁺⁺).

Em relação à secção Avaliação, e tal como já referiu aquando a análise do processo de construção da ciência, o documento *Competências Essenciais* não apresentou excertos que focassem a avaliação das relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. O documento *Orientações Curriculares* apresentou excertos incluídos nesta secção, mas em pequeno número e não estava prevista a avaliação das relações estabelecidas entre estes dois tipos de conhecimentos.

Explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos

Quando se considera a relação Ministério da Educação-professor no que se refere à explicitação das relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos, observam-se os resultados expressos no gráfico da Figura 10. Para a elaboração deste gráfico os valores de enquadramento dizem apenas respeito às relações intradisciplinares correspondentes aos graus de classificação C⁻ e C⁻⁺, uma vez que, nestes casos, foi analisado apenas um número reduzido de excertos. Os graus C⁺ e C⁺⁺ não foram analisados quanto ao seu enquadramento, uma vez que não correspondiam a relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Assim sendo, verificou-se se a intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos era explícita, ou não, independentemente do grau de classificação (C⁻ ou C⁻⁺) em que se encontrava no currículo.

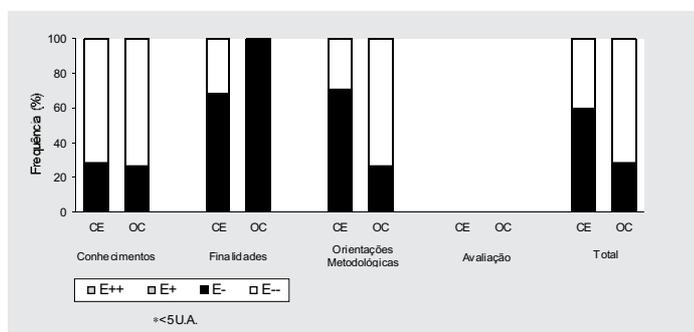


Figura 10 - Explicitação aos professores das relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos no currículo de Ciências Naturais: Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC)

Os dados da Figura 10 mostram que os excertos analisados foram classificados apenas com dois dos quatro valores da escala: ou E⁻ ou E⁻⁺, tal como já se tinha verificado para a explicitação do processo de construção da ciência. Comparando os dois documentos analisados, pode-se constatar que ambos os documentos curriculares não tornam explícitas as relações a

estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos, essas relações são apenas apresentadas. Destaca-se, contudo, que no documento *Orientações Curriculares*, na sua globalidade, a maior parte dos excertos analisados estão claramente implícitos quanto às relações a estabelecer entre conhecimentos científicos e metacientíficos (há uma maior frequência do grau E⁻) – essas relações apenas são apresentadas de forma genérica. Esta tendência verifica-se nas diferentes secções analisadas, excepto na secção Finalidades, na qual todos os excertos analisados apresentam um enquadramento fraco, mas não o mais fraco; aspecto que poderá estar relacionado com o facto desta percentagem relativa apenas corresponder a um excerto analisado.

Pode-se, assim, referir que nos dois documentos do currículo de Ciências Naturais, para a temática "Sustentabilidade da Terra", as relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos que são apresentadas não têm o seu significado explícito no âmbito do ensino das ciências. O facto do Ministério da Educação deixar implícitas estas relações intradisciplinares, significa que o professor poderá ter um grande controlo sobre o como do ensino-aprendizagem ao nível da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

Conclusões

No presente estudo procurou-se analisar a mensagem sociológica transmitida pelo Discurso Pedagógico Oficial do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico, na temática "Sustentabilidade na Terra", quanto a características do processo de ensino-aprendizagem relacionadas com a construção da ciência – dimensões metacientíficas e intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Analisou-se também a relação Ministério da Educação-professor, no que respeita ao grau de explicitação daquelas características. Com esta análise, pretendeu-se também avaliar os processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre os dois principais documentos do currículo, as *Competências Essenciais* (linhas gerais) e as *Orientações Curriculares* (orientações específicas da disciplina). Partindo do modelo do discurso pedagógico desenvolvido por Bernstein (1990, 2000), foi intenção global do estudo explorar empiricamente este modelo ao nível da produção do discurso.

Da análise realizada, e tendo em consideração o nível de alfabetização científica que as perspectivas actuais do ensino das ciências preconizam que os alunos alcancem, surgem de imediato algumas preocupações relacionadas, especialmente, com a forma como o processo de construção da ciência está contemplado neste currículo e ainda com as fracas relações intradisciplinares estabelecidas entre os conhecimentos científicos e metacientíficos. Essas preocupações estão directamente associadas com o baixo nível de conceptualização das aprendizagens preconizadas, mas também com o baixo grau de explicitação destas características no currículo.

Relativamente ao processo de construção da ciência, os resultados do estudo revelaram que o currículo de Ciências Naturais, na temática da "Sustentabilidade da Terra", foca as cinco dimensões da construção da ciência preconizadas por Ziman (1984), no entanto estas apresentam um estatuto diferenciado. Com efeito, no DPO veiculado no currículo de ciências, a metodologia da ciência tem um menor estatuto que a sociologia externa da ciência, mas um pouco mais elevado que a sociologia interna e a história da ciência. Já a influência das características psicológicas dos cientistas na construção da ciência foi quase ignorada ao nível deste currículo de ciências. Estas conclusões, relativas ao processo de construção da ciência na temática "Sustentabilidade na Terra", têm paralelo com as conclusões de um estudo realizado por Calado (2007), relativamente à temática "Viver Melhor na Terra".

A dimensão sociológica externa foi a dimensão da ciência que apresentou maior estatuto em ambos os documentos do currículo, o que estará relacionado com o enfoque dado pelas autoras deste currículo à relação C-T-S⁶. Esse elevado estatuto atribuído a esta dimensão está ligado, não só à sua maior representatividade no currículo de ciências, mas também ao maior grau de complexidade dos conhecimentos relativos a esta dimensão. Assim sendo, o currículo de ciências preconiza, para a sociologia externa da ciência, aprendizagens com um maior nível de conceptualização quando comparado com o nível das restantes dimensões.

Quanto à dimensão filosófica, a maioria dos excertos que contemplavam esta dimensão visavam apenas o desenvolvimento de competências passíveis de serem trabalhadas no domínio da metodologia da ciência, mas sem que fosse estabelecida a sua relação com a construção da ciência. Estas competências correspondiam a competências investigativas

que o currículo, tanto nas orientações gerais como nas orientações específicas, visava mobilizar com a realização de actividades práticas sem, no entanto, relacioná-las com os métodos de trabalho dos cientistas. Por conseguinte, os resultados do estudo evidenciaram que o nível de conceptualização do currículo de ciências, no âmbito da metodologia da ciência, é muito baixo, sendo mesmo redutor do ponto de vista de um ensino das ciências que se pretende que promova a relação entre os produtos e os processos da ciência.

No caso da sociologia interna da ciência, os excertos incluídos nesta dimensão visavam apenas o desenvolvimento de competências, mas sem que fosse estabelecida a sua relação com a construção da ciência. Este aspecto também se verificou para a maioria dos excertos analisados em relação à dimensão histórica da ciência.

Quanto à dimensão psicológica, esta surge apenas em ambos os documentos do currículo, numa orientação geral das suas autoras quando se referem ao conhecimento epistemológico. Assim sendo, parece que as autoras do currículo tiveram alguma dificuldade em sugerir propostas de operacionalização relativamente a essa orientação geral, nomeadamente no que se refere ao documento *Orientações Curriculares*. Pode ainda acontecer que as autoras, simplesmente, decidiram atribuir um baixo estatuto a esta dimensão metacientífica para o ensino das ciências. Não deixa de ser curioso que, quando se observam alguns dos instrumentos utilizados para avaliação da compreensão dos alunos sobre questões ligadas à natureza da ciência (e.g. Canavaro, 2000; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002), uma das dimensões da ciência que é constantemente focada é a psicológica.

Os resultados obtidos neste estudo são, assim, reveladores do baixo nível de conceptualização do currículo de ciências, no âmbito das diferentes dimensões metacientíficas. Uma das hipóteses explicativas para este facto está relacionada com a estrutura horizontal (Bernstein, 1999) do conhecimento metacientífico que, sendo diferente da estrutura hierárquica do conhecimento científico, poderá levantar dificuldades de operacionalização aos autores de currículos de ciências.

Estes resultados afastam-se dos resultados obtidos num estudo realizado por McComas & Olson (1998), no qual analisaram oito currículos internacionais de ciências, dos anos noventa do século XX, em relação ao

processo de construção da ciência. Nesses currículos, as dimensões filosófica e histórica são as que tinham um maior estatuto. No entanto, à semelhança do que se verificou no currículo de ciências português, também nos oito currículos internacionais, a dimensão psicológica foi a que apresentou menor estatuto. Por conseguinte, a mudança curricular que está a ocorrer em Portugal está a ir no sentido de valorizar a dimensão sociológica externa em detrimento das dimensões filosófica e histórica, ao contrário do que ocorria em currículos internacionais do século passado.

Ainda em relação ao processo de construção da ciência, os resultados do estudo revelaram que as recontextualizações, que sucedem quando se passa das orientações gerais do ensino das ciências para as orientações específicas, ocorreram no sentido de haver uma diminuição da valorização relativa atribuída ao processo de construção da ciência. Este aspecto está evidenciado nas dimensões filosófica e histórica, quando no documento *Competências Essenciais* alguns excertos contemplavam conhecimentos de ordem complexa relativos a esta dimensão e no documento *Orientações Curriculares* estes conhecimentos complexos estão ausentes. Na dimensão sociológica externa também se verificou que o documento *Competências Essenciais* tem uma maior representatividade de excertos que contemplam conhecimentos de ordem complexa e/ou competências associadas a esta dimensão.

Ao contrário do que se tem verificado em outros estudos que incidem na análise de currículos de ciências (e.g. BouJoude, 2002; Neves, Morais, Medeiros & Peneda, 1999), as diferenças que existem entre as mensagens sociológicas das intenções gerais do currículo e das orientações específicas da disciplina não foram muito expressivas, para este currículo de Ciências Naturais, na temática "Sustentabilidade na Terra", e para as características do processo de ensino-aprendizagem consideradas. Uma hipótese que se pode colocar para explicar esta relativa continuidade entre os dois documentos curriculares é o facto destes dois documentos terem sido elaborados por uma equipa de autoras, que não sendo exactamente a mesma, manteve as autoras com um peso mais significativo nas decisões curriculares que foram sendo tomadas⁷.

Relativamente à intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos, os resultados do estudo evidenciaram que no currículo de

Ciências Naturais, na temática da "Sustentabilidade da Terra", há o estabelecimento, em alguns casos, de relações intradisciplinares, no entanto é a sua ausência que predomina em ambos os documentos curriculares. No estudo realizado por Calado (2007), para a temática "Viver Melhor na Terra", a ausência destas relações é ainda mais acentuada, prevalecendo fronteiras bem definidas entre os dois domínios do conhecimento.

Sempre que ocorrem relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos, constata-se que, no caso das orientações gerais do currículo, foi atribuído um maior enfoque às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos em que os dois tipos de conhecimentos têm igual estatuto, sendo menor o número de excertos onde se atribui maior estatuto ao conhecimento científico. No entanto, tratando-se de um currículo de ciências, os conhecimentos científicos deveriam ter maior estatuto nessas relações intradisciplinares. Considera-se que a situação que melhor ilustra uma aprendizagem científica significativa, consolidada pela compreensão e aplicação de conhecimentos metacientíficos, será aquela em que existe um domínio das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo conferido ao domínio científico maior estatuto nessa relação (grau C⁻). Coloca-se a hipótese deste documento com as orientações gerais atribuir, maioritariamente, igual estatuto aos dois tipos de conhecimentos, de modo a realçar a importância do ensino das ciências contemplar o processo de construção da ciência, aspecto que não tem sido preconizado em currículos portugueses de Ciências Naturais anteriores. Em relação a esta característica específica da aprendizagem científica, o grau de recontextualização entre os dois documentos do currículo não foi significativo. Estas conclusões estão também em concordância com as que foram obtidas por Calado (2007), para a temática "Viver Melhor na Terra".

Relativamente à explicitação aos professores das dimensões da construção da ciência, os resultados do estudo evidenciaram que o Ministério da Educação deixa implícitos, mesmo quando eles estão presentes, os conhecimentos metacientíficos a abordar e as competências metacientíficas a desenvolver, assim como as relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos a serem estabelecidas no ensino das ciências. Assim, quando implementa o currículo de Ciências Naturais, na temática "Sustentabilidade na Terra", o professor tem um elevado grau de controlo

conferido pelo Ministério da Educação, nomeadamente sobre o *que* do ensino-aprendizagem da metaciência e sobre o *como* do ensino-aprendizagem ao nível da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Está-se, assim, a atribuir mais autonomia ao professor na gestão do currículo. O mesmo se verificou relativamente à temática "Viver Melhor na Terra", uma vez que estas conclusões estão igualmente em consonância com as que foram obtidas por Calado (2007).

Este grande espaço de intervenção conferido ao professor pode apresentar limitações, especialmente ao contribuir para aumentar a recontextualização sofrida pelo DPO quando se passa do currículo para a sua concretização, em sala de aula. Este aspecto assume especial importância se pensarmos que a ausência de critérios explícitos quanto ao currículo a ser implementado nas escolas poderá levar a que os professores, especialmente os que revelam lacunas de formação científica e pedagógica, não sejam capazes de construir, sozinhos, um currículo que tenha em consideração resultados de investigação sobre a importância, na aprendizagem científica dos alunos, da inclusão da metaciência. Deste modo, o professor, na ausência de uma preparação que lhe permita reflectir sobre o significado das mensagens sociológicas contidas no currículo, pode subverter o espaço de intervenção que lhe possa ser atribuído numa situação de maior controlo. Este aspecto é evidenciado por Hipkins, Barker & Bolstad (2005) quando focam a falta de explicitação do currículo de ciências da Nova Zelândia, quanto ao processo de construção da ciência. De acordo com estes autores, pretendeu-se que os professores tivessem mais autonomia na interpretação do currículo, mas esta falta de orientação tem levado os professores a centrarem a construção da ciência apenas na relação entre ciência e tecnologia⁸. Por conseguinte, considera-se que, para que os professores promovam uma aprendizagem científica eficiente, são necessários critérios explícitos no que diz respeito, pelo menos, aos conhecimentos e competências a serem desenvolvidos e à articulação conceptual entre conhecimentos. Este aspecto está bem problematizado por Morais & Neves (2006) quando referem:

"Uma compreensão distinta dos professores/escolas (e dos autores de manuais escolares) do que significa uma aprendizagem eficiente, em termos das especificidades dos alunos, escolas e seus contextos geográficos, pode restringir, num contexto de flexibilidade curricular, o sucesso da reforma no que diz respeito ao sucesso de *todos* os alunos. De forma que a qualidade de

educação exista para todos os alunos, tornar o currículo flexível não significa deixar para professores/escolas (e autores dos manuais escolares) a selecção dos conceitos, competências e objectivos a serem desenvolvidos, mas a selecção, em termos das especificidades dos alunos, de actividades que permitam que *todos* eles tenham acesso aos mesmos conceitos e a competências de níveis semelhantes de complexidade" (p.17).

Este grande espaço de intervenção conferido ao professor, para além das limitações que pode apresentar, pode também ter potencialidades, que dependerão certamente da formação científica e pedagógica do professor e ainda da sua concepção de ensino-aprendizagem que foi elaborando no decurso do seu desenvolvimento profissional. Deste modo, os professores melhor preparados terão à sua disposição um espaço de controlo que lhes poderá permitir desenvolver aprendizagens de nível de exigência conceptual mais elevado, através da integração da natureza da ciência na educação em ciências.

Notas

- 1 Para Aikenhead (1999), na relação CTS estão incluídas todas as dimensões do processo de construção da ciência preconizado por Ziman (1984). Aquele Autor refere que o conteúdo CTS compreende a interacção entre ciência e tecnologia, ou entre ciência e sociedade, ou ainda qualquer outro dos seguintes aspectos: assuntos da sociedade relacionados com ciência ou tecnologia e assuntos da filosofia, história ou sociologia da ciência.
- 2 Ver instrumentos do estudo em Ferreira (2007). Também disponível online em <http://essa.fc.ul.pt/materiais_instrumentos_texto.htm>.
- 3 Apesar de se ter verificado, numa análise exploratória do currículo, que os graus E++ e E+ não seriam atribuídos a nenhuma das unidades de análise de ambos os documentos, considerámos que seriam de manter neste instrumento, uma vez que correspondem a situações que podem ocorrer na explicitação da metaciência de outros currículos de ciências. Estes graus foram, por exemplo, atribuídos por Castro (2006) na análise do currículo de ciências do 10º ano de escolaridade.
- 4 Ver nota 3.
- 5 Por exemplo, na análise da dimensão filosófica na secção Orientações Metodológicas apenas existia a classificação de E- para um excerto no grau 2.
- 6 Em relação aos princípios ideológicos e pedagógicos dos autores do currículo de Ciências Naturais, consultar Ferreira, Morais & Neves (2009).
- 7 Ver nota 6.
- 8 A acrescentar a este aspecto, alguns estudos (e.g. Halai & McNicholl, 2004; McComas, Clough & Almazroa, 1998) têm mostrado que os professores de ciências não possuem concepções adequadas sobre a natureza da ciência.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento do estudo.

Referências

- AIKENHEAD, Glen (1999). STS Science in Canada: from policy to student evaluation. In D. Kumar & D. Chubin (Eds.), *Science, Technology, & Society Education: A Resource Book on Research and Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- BERNSTEIN, Basil (1990). *Class, Codes and Control, Vol. IV: The Structuring of Pedagogic Discourse*. Londres: Routledge.
- BERNSTEIN, Basil (1999). Vertical and horizontal discourse: an essay. *British Journal of Sociology of Education*, 20(2), pp. 157-173.
- BERNSTEIN, Basil (2000). *Pedagogy, Symbolic Control and Identity: Theory, Research, Critique (rev. ed.)*. Londres: Rowman & Littlefield.
- BOUJAOUDE, Saouma (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: the case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24(2), pp. 139-156.
- CALADO, Sílvia (2007). *Das Competências Essenciais aos Manuais Escolares: Estudo de Processos de Recontextualização do Discurso Pedagógico de Ciências Naturais do 3º CEB*. Tese de mestrado em Educação. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- CANAVARRO, José Manuel (2000). *O que se Pensa sobre Ciência*. Coimbra: Quarteto.
- CASTRO, Sílvia (2006). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário – Análise do novo programa de biologia e geologia do 10º ano*. Tese de mestrado em Educação. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- CRESWELL, John W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- DEB - Departamento de Educação Básica (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB - Departamento de Educação Básica (2002). *Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- FERREIRA, Sílvia (2007). *Currículos e Princípios Ideológicos e Pedagógicos dos Autores: Estudo do Currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico*. Tese de Mestrado em Educação. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- FERREIRA, Sílvia; MORAIS, Ana Maria & NEVES, Isabel (2009). Concepção de currículos de ciências: Análise dos princípios ideológicos e pedagógicos dos autores. *Revista Educação & Realidade* (no prelo).

- FONTES, Alice & SILVA, Iolanda (2004). *Uma Nova forma de Aprender Ciências – A Educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Porto: Edições Asa.
- GALL, Meredith; BORG, Walter & GALL, Joyce (1996). *Educational Research: an Introduction* (6ª ed.). New York: Longman.
- HALAI, Nelofer & MCNICHOLL, Jane (2004). Teachers' conceptions of the nature of science: A comparative study from Pakistan and England. *School Science Review*, 86(314), pp. 93-99.
- HIPKINS, Rosemary; BARKER, Miles & BOLSTAD, Rachel (2005). Teaching the "nature of science": Modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), pp. 243-254.
- LEDERMAN, Norman G.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy & SCHWARTZ, Rehee (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), pp. 497-521.
- MCCOMAS, William F.; CLOUGH, Michael P. & ALMAZROA, Hiya (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-39.
- MCCOMAS, William F. & OLSON, Joanne K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 41-52.
- MORAIS, Ana Maria & NEVES, Isabel (2003). Processos de intervenção e análise em contextos pedagógicos. *Educação, Sociedade & Culturas*, 19, pp. 49-87.
- MORAIS, Ana Maria; NEVES, Isabel & PIRES, Delmira (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII (2), pp. 119-132.
- MORAIS, Ana Maria, & NEVES, Isabel Pestana (2006). Processos de recontextualização num contexto de flexibilidade curricular – Análise da actual reforma das ciências para o ensino básico. *Revista de Educação*, XIV (2), pp. 75-94.
- MORAIS, Ana Maria & NEVES, Isabel Pestana (2007). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), pp. 115-130.
- NEVES, Isabel & MORAIS, Ana Maria (2001). Texts and contexts in educational systems: Studies of recontextualising spaces. In A. Morais, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Eds.), *Towards a Sociology of Pedagogy: The Contribution of Basil Bernstein to Research*. Nova Iorque: Peter Lang, pp. 223-249.
- NEVES, Isabel; MORAIS, Ana Maria; MEDEIROS, Ana & PENEDA, Dulce (1999). Relação entre conhecimentos nos currículos de ciências: Estudo comparativo de duas reformas. *Revista de Educação*, VIII(2), pp. 63-76.
- PACHECO, José A. (2001). *Currículo: Teoria e Práxis* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.

SANTOS, Maria Eduarda (1999). *Desafios Pedagógicos para o Século XXI*. Lisboa: Livros Horizonte.

TASHAKKORI, Abbas & TEDDLIE, Charles (1998). *Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

ZIMAN, John (1984). *An Introduction to Science Studies – The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

ZIMAN, John (2000). *Real Science – What is, and What it Means*. Cambridge: Cambridge University Press.

NATURE OF SCIENCE IN SCIENCE CURRICULA — ANALYSIS OF NATURAL SCIENCE CURRICULUM FOR MIDDLE SCHOOL

Abstract

The study analyses the extent to which the sociological message transmitted by the Official Pedagogic Discourse of the Natural Science curriculum for Portuguese middle school considers the nature of science. It is epistemologically and sociologically grounded with particular emphasis on Bernstein's theory of pedagogic discourse and Ziman's conceptualization of science construction. The study used a mixed methodology and followed a dialectical process between the theoretical and the empirical. The results show that the nature of science is, in general, present in the curriculum but the external sociological dimension of science is the only dimension with high status. This general low status attributed to the nature of science is compounded with the high absence in the curriculum of intradisciplinary relations between scientific and metascientific knowledge. The results also show that the Ministry of Education leaves implicit to teachers, even when they are present, not only the metascientific knowledge to be learned and the metascientific competences to be developed but also the intradisciplinary relations between scientific and metascientific knowledge. Differences were found between the two main parts of the curriculum – Essential Competences and Curriculum Guidelines – which indicate recontextualization processes. These results are discussed and their consequences in terms of scientific learning are explored.

Keywords

Scientific education; Curricula; Nature of science; Intradisciplinary

**LA NATURE DE LA SCIENCE DANS LES PROGRAMMES DE SCIENCES — ÉTUDE
DU PROGRAMME DE SCIENCES NATURELLES AU COLLÈGE (4ÈME ET 3ÈME)**

Résumé

L'étude analyse dans quelle mesure le message sociologique transmis par le Discours Pédagogique Officiel véhiculé dans le programme de Sciences Naturelles de 3ème et 4ème, de l'enseignement portugais tient en compte la nature de la science. La recherche présente des principes épistémologiques et sociologiques et est surtout basée dans la théorie du discours pédagogique de Bernstein et dans la conceptualisation de Ziman sur la construction de la science. L'étude a utilisé une méthodologie mixte et a suivi un procès dialectique entre le théorique et l'empirique. Les résultats de cette étude ont montré que la construction de la science est, en général, présente dans le programme mais que la dimension sociologique externe est la seule dimension avec un haut niveau. Ce bas statut général attribué à la nature de la science est renforcé par la grande absence, dans le programme, de relations intradisciplinaires entre les contenus scientifiques et métascientifiques. Les résultats ont encore mis en évidence que le Ministère de l'Éducation rend implicites aux professeurs, même quand ils sont présents, non pas seulement les contenus métascientifiques à comprendre et les compétences métascientifiques à développer, mais aussi les relations intradisciplinaires entre contenus scientifiques et méta-scientifiques. On a trouvé des différences entre les deux documents du programme – Compétences Essentielles et Orientations du Programme – qui mettent en évidence des procès de recontextualisation. Ces résultats sont analysés et on explore ses conséquences au niveau de l'apprentissage scientifique.

Mots-clé

Éducation scientifique; Programmes; Nature de la science; intradisciplinaire

*Recebido em Setembro/2009
Aceite para publicação em Janeiro/2010*

Toda a correspondência relativa a este artigo deve ser enviada para: Sílvia Ferreira, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1649-013 Lisboa, Portugal.