

# **CAPÍTULO I**

## **CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO**

### **1.1. Introdução**

Neste primeiro capítulo da dissertação, que se encontra seccionado em cinco sub-capítulos, pretende-se contextualizar e apresentar a investigação desenvolvida. O sub-capítulo 1.2 tem como horizonte a contextualização da investigação, destacando-se neste duas secções que focam a importância e as finalidades da Educação em Ciências na sociedade moderna (1.2.1 e 1.2.2) e a, conseqüente, preponderância do desenvolvimento de capacidades argumentativas no domínio científico (1.2.3). Em ambas, salienta-se o posicionamento de documentos reguladores nacionais. Nos sub-capítulos ulteriores, definem-se os objectivos que orientaram a investigação (1.3), argumenta-se em prol da importância da investigação (1.4), explicitam-se as limitações que afectaram a mesma (1.5) e, finalmente, apresenta-se a estruturação geral da dissertação (1.6).

### **1.2. Contextualização da investigação**

#### ***1.2.1. O Ensino das Ciências na sociedade actual: porquê e para quê?***

A importância da Educação em Ciências é reiteradamente invocada por vários autores, investigadores e documentos reguladores no contexto geral da educação dos cidadãos, sendo caracterizada, especialmente, como uma necessidade urgente e essencial para o desempenho de uma cidadania responsável e democrática.

A multiplicidade de espaços aos quais as Ciências se expandiram gera novos desafios a todos os actores que integram a sociedade e, conseqüentemente, reclama uma redefinição das metas educativas, no sentido de preparar os futuros cidadãos. Como referem Patronis *et al.* (1999), uma sociedade que se alicerça em recursos científico-tecnológicos enfrenta problemas de democracia se somente um grupo limitado de pessoas for capaz de compreender e utilizar o conhecimento associado a essas áreas do saber. Compreende-se, assim, a primazia concedida à Educação em Ciências, no contexto educativo português, admitindo-se que esta poderá garantir e ampliar a democraticidade da participação activa e fundamentada dos cidadãos (Claxton, 1991a,b; LongBottom & Butler, 1999; Patronis *et al.*, 1999; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Furió *et al.*,

2001; Martín, 2002; Wellington, 2002; Bourn, 2004; Davies, 2004; Roth & Lee, 2004; Solbes *et al.*, 2004; Gil Perez *et al.*, 2005).

Não obstante, autores e investigadores focam outros argumentos que fundamentam o interesse e a utilidade da Educação em Ciências. O mundo poli saturado com as invenções e criações científicas carece de cientistas e especialistas na área das Ciências Físicas e Naturais, que garantam a manutenção e progresso do conhecimento científico e estejam conscientes do papel das Ciências nas suas vidas pessoal e profissional e na sociedade (Claxton, 1991b; Furió *et al.*, 2001). Gil Perez *et al.* (2005) salienta, ainda, que todas as pessoas merecem a emoção e realização pessoal que a compreensão científica do mundo propicia.

A pertinência da formação escolar no domínio científico encontra-se, também, expressa em documentos reguladores do Sistema Educativo português, nomeadamente na Lei de Bases do Sistema Educativo (lei n.º 49/2005 de 30 de Agosto) e, também, no Currículo Nacional do Ensino Básico, em particular, no âmbito das Ciências Físicas e Naturais, que abrange as disciplinas de Ciências Naturais e de Ciências Físico-Químicas.

A Lei de Bases do Sistema Educativo decreta que a formação proporcionada pelo sistema de educação deve desenvolver-se e orientar-se face às necessidades da realidade social (ponto 4 do artigo 2.º - Princípios Gerais), fomentar o gosto por uma constante actualização de conhecimentos (alínea I do artigo 7º - Objectivos), promover o espírito democrático, aberto ao diálogo e à partilha de ideias, formar cidadãos críticos, criativos face ao meio social, capazes de se integrarem, empenharem e auxiliarem na transformação do mesmo (ponto 5 do artigo 2.º - Princípios Gerais). A formação em Ciências é mencionada, diversas vezes, nos artigos que se inserem na Secção II – Educação Escolar – Sub-secção I – Ensino Básico, no artigo 8.º que diz respeito à Organização do Ensino Básico, sendo caracterizada como indispensável ao ingresso na vida activa e ao prosseguimento de estudos. Nestes artigos, é referido que as dimensões científica e tecnológica, entre outras, integram a cultura moderna e que a formação no domínio das mesmas deve visar o desenvolvimento de competências conceptuais, processuais e atitudinais que viabilizem a formação ao longo da vida e o desempenho da cidadania responsável. Também no âmbito das secções relativas aos Ensinos Secundário e Superior é salientada a importância das Ciências. Todavia, nesta dissertação, limitou-se a revisão documental ao Ensino Básico, dado este ser universal e obrigatório, abranger o conjunto de aprendizagens e competências com as quais a maioria da população portuguesa abandona a escola e exerce os seus direitos e deveres enquanto

cidadãos, aspectos que, pela sua importância, determinaram também o nível de ensino em que se centra o estudo que aqui vai ser relatado.

Sendo o Currículo Nacional do Ensino Básico orientado pelas normas definidas na Lei de Bases do Sistema Educativo, também este confere relevância à aquisição de competências (conhecimentos, capacidades, estratégias, atitudes) que permitam ao aluno, enquanto cidadão, actuar autonomamente perante situações problemáticas (DEB, 2001a). Perspectivando o horizonte da formação cidadã, é salientada a educação na componente científica, nomeadamente quando o DEB, Departamento da Educação Básica, menciona os temas que devem ser transversais às várias disciplinas curriculares. A maioria destes temas (a educação ambiental, alimentar, sexual, prevenção rodoviária e do consumo de drogas) diz respeito às Ciências. No âmbito da definição das competências gerais, os saberes, a linguagem e as competências relacionadas com a formação científica são, novamente, referidas. No caso particular das Competências Essenciais, definidas para as Ciências Físicas e Naturais (DEB, 2001), é explicitamente declarada a preponderância das Ciências e da Tecnologia na modernidade, admitida a transformação que essa ascensão desencadeou nos planos ambiental e social e ao nível pessoal e, conseqüentemente, advogada a preponderância da educação em Ciências, uma vez que o “[...] nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo.” (p. 129).

O terceiro ciclo do estudo PISA (Programme for International Student Assessment) também reafirma a pertinência da educação científica e reconhece a contribuição das Ciências para a sociedade (Pinto-Ferreira, 2007).

A importância e papel da Educação em Ciências surgem, na literatura revista, associadas às expressões de “literacia científica” (Claxton, 1991a,b; Ratcliffe, 1998; LongBottom & Butler, 1999; DEB, 2001b; Ramalho, 2003a; Ramalho, 2003b; Roth & Lee, 2003; Davies, 2004; Pinto-Ferreira, 2007) e de “alfabetização científica” (Furió *et al.*, 2001; Martín, 2002; Solbes & Vilches, 2004; Gil Perez *et al.*, 2005), estando, a todas estas designações, subjacente a concepção da formação científica como uma formação de cariz geral e universal a todos os cidadãos. Esta meta educativa de promoção da Educação em Ciências é análoga à que ocorreu no século XVIII quando se erigiu o movimento de alfabetização da população (Gil Perez *et al.*, 2005).

No âmbito das Orientações Curriculares das Ciências Físicas e Naturais para o 3º ciclo (DEB, 2001b) é utilizada a expressão “literacia científica”. De acordo com as asserções veiculadas

por este documento curricular, a literacia científica é o conjunto de competências nos domínios do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes (DEB, 2001b). O conhecimento substantivo abrange competências de análise, discussão, aquisição de conhecimento, interpretação e compreensão. O âmbito processual está mais associado às competências em acção, na observação, na execução de actividades ou em investigações. O conhecimento epistemológico relaciona-se com capacidades relativas à natureza das Ciências e do conhecimento científico. O domínio do raciocínio engloba os processos cognitivos e a comunicação, as competências inerentes à utilização do discurso, na exposição, no confronto de ideias e no desenvolvimento da argumentação. As atitudes englobam aquelas que estão patentes ao trabalho da comunidade científica, como “[...] a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efectuado, o desenvolvimento do sentido estético” (DEB, 2001b, p. 6), a ética e a sensibilidade (DEB, 2001b). “A literacia científica é assim fundamental para o exercício pleno da cidadania” (p. 5).

Em suma, na actualidade, o destaque atribuído à educação científica é, consensualmente, justificado pela expansão do conhecimento científico e tecnológico a múltiplos espaços da sociedade actual e pela sua conseqüente proximidade e influência na forma e estilo de vida dos cidadãos. Salienta-se, assim, a essencialidade da expansão da literacia científica a toda a população. Tendo-se evidenciado a importância da educação científica no presente, urge a reflexão sobre que actividades e estratégias promover na Educação em Ciências, que se pretende que seja para todos os cidadãos, de modo a torná-la o mais eficaz e útil possível. A reflexão neste âmbito acontece na secção ulterior.

### ***1.2.2. Educação em Ciências: como e o que promover?***

Sendo consensual, entre investigadores e documentos reguladores, a ideia que a Educação em Ciências é uma componente fundamental da formação para a cidadania, é desejável que os processos de ensino e de aprendizagem operacionalizem acções e estratégias que reflectam e perspectivem as características sociais actuais.

A Educação em Ciências deve contribuir para a criação de uma maior proximidade entre as Ciências, a comunidade científica e a população (Claxton, 1991b; Gil Perez *et al.*, 2005), combatendo os estereótipos e concepções anti-ciência que, como refere LongBottom & Butler

(1999) emergem do escasso controlo e do receio dos cidadãos face às consequências e alterações resultantes do avanço científico-tecnológico, que não se caracterizam por ser, exclusivamente, positivas.

É, neste sentido, acentuada por diversos autores (Claxton, 1991a; Ratcliffe, 1998; LongBottom & Butler, 1999; Driver, Newton & Osborne, 2000; Furió *et al.*, 2001; Duschl & Osborne, 2002; Martín, 2002) a pertinência da construção e expansão de concepções adequadas sobre as Ciências e a comunidade científica, que dêem a conhecer, aos alunos, as práticas, competências e processos subjacentes à construção e comunicação do conhecimento científico, as limitações das Ciências e as atitudes dos cientistas. Estas concepções devem, não só, salientar a relação biunívoca, de condicionamento e de influência, entre a Sociedade, as Ciências e a Tecnologia (Ratcliffe, 1998; Furió *et al.*, 2001; Wellington, 2002), mas também mostrar a utilidade da evolução do conhecimento científico no progresso da qualidade de vida dos cidadãos (Claxton, 1991b; LongBottom & Butler, 1999; Furió *et al.*, 2001; Martín, 2002; Bourn, 2004; Gil Perez *et al.*, 2005).

Neste âmbito, a formação em Ciências não deve, somente, dar conhecimento das competências que os cientistas mobilizam na construção e comunicação do conhecimento científico, mas devem também, fomentar o desenvolvimento de algumas delas, tais como: o espírito crítico (LongBottom & Butler, 1999; Furió *et al.*, 2001; Cachapuz, 2002; Wellington, 2002), a racionalidade (LongBottom & Butler, 1999; Furió *et al.*, 2001), a ética, a autonomia, a criatividade (LongBottom & Butler, 1999), as ferramentas discursivas (Driver, Newton & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002) e a autonomia (LongBottom & Butler, 1999; Bourn, 2004; Solbes *et al.*, 2004).

A compreensão plena da natureza das Ciências envolve não só a compreensão do que é um determinado fenómeno, mas também como é que ele se relaciona com outros conhecimentos, a sua importância e a forma como o seu modelo científico explicativo emergiu e foi aceite pela comunidade científica (Driver, Newton & Osborne, 2000). Desta forma, a Educação em Ciências deve proporcionar, aos alunos, ambientes e actividades adequados a uma aprendizagem plena e integradora do conjunto de operações e conhecimentos que têm lugar na construção do conhecimento científico e que contribuem para a aprendizagem da epistemologia das Ciências, da linguagem e práticas discursivas científicas (Newton, Driver & Osborne, 1999; Driver, Newton & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Erduran & Osborne, 2005), e que lhes permitam

contactar com as operações epistémicas, procedimentais e técnicas científicas (Jimenez Aleixandre & Díaz Bustamante, 2003).

Considera-se, assim, que o ensino e a aprendizagem das Ciências deve promover a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade com o intuito de evitar o desenvolvimento compartimentado e estanque de competências e de fomentar o estabelecimento de relações entre conteúdos (Giordan & Pellaud; 2001). Outros autores evidenciam, também, a pertinência de recorrer a situações e questões problemáticas actuais, que sejam familiares aos alunos (tais como: explosão demográfica, fome, novas doenças, desertificação, desastres ecológicos, mudanças climáticas), de contextualizar as aprendizagens e articulá-las com os saberes prévios dos discentes (Claxton, 1991b; Wellington & Osborne, 2001; Wellington, 2002; Roth & Lee, 2004).

Não obstante, a Educação em Ciências deve desenvolver-se num ambiente colectivo e cooperativo, em que toda a turma debate, discute, questiona, reflecte, argumenta e negocia as aprendizagens (LongBotton & Butler; 1999; Roth & Lee, 2004). Desta forma, é reforçado o desenvolvimento conceptual, uma vez que se geram oportunidades para os alunos clarificarem, partilharem e compararem conhecimentos, fazerem questões e reconstruírem saberes nos quais detenham um maior grau de confiança (Bell, 2005). Para além disso, a aprendizagem das Ciências torna-se mais apelativa para o aluno, incentivando-o a participar mais activamente na reconstrução do seu conhecimento (Solomon, 1991). Da análise do documento relativo ao estudo PISA 2006 depreende-se que os alunos devem desenvolver, na Educação em Ciências, competências associadas à aplicação do conhecimento científico a diversas situações, nomeadamente do quotidiano, relacionar informações de diversas fontes, seleccionar e avaliar informações e evidências experimentais para responder a situações problemáticas, apresentar espírito crítico e capacidades argumentativas, justificar as suas explicações estabelecendo relações entre evidências empíricas e conclusões (Pinto-Ferreira, 2007).

Também no contexto curricular português, nomeadamente, na secção relativa às *Competências Essenciais para a disciplina de Ciências Físicas e Naturais*, advoga-se a importância de promover estratégias, na sala de aula, que permitam aos alunos: analisar, interpretar e avaliar dados recolhidos; conhecer marcos importantes da História das Ciências, que evidenciem como ocorreu a aceitação e/ou rejeição de teorias científicas e mostrem a evolução permanente das Ciências e do conhecimento científico; debater sobre questões e problemáticas reais que afectam a vida dos seres vivos e a sustentabilidade do planeta; aprender a construir uma argumentação persuasiva a partir de evidências; conceber e realizar trabalhos e projectos, que impliquem a

participação de várias áreas científicas (DEB, 2001b). É, ainda, referido neste documento que as experiências de aprendizagem devem ser vivenciadas pelos alunos de uma forma contextualizada, isto é, “em estreita relação com a realidade que os [aos alunos] rodeia” (DEB, 2001b, p. 131) e de forma diferenciada (DEB, 2001b).

As propostas, estratégias e experiências de ensino aprendizagem em Ciências veiculadas no Currículo Nacional português, no âmbito das Ciências Físicas Naturais, são concordantes com as alegações veiculadas por autores e estudos supra mencionados. Em suma, a educação em Ciências deve ser perspectivada como um processo dinâmico que possibilite ao ser humano encarar o desenvolvimento progressivo, a efemeridade social a que está sujeito no mundo actual (educação ao longo da vida) e lhe permita interactuar com as inovações científico-tecnológicas, motivando-o para a construção de uma cultura científica contextualizada.

O CNEB, Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001a), pretende que os alunos adquiram competências associadas ao debate, à discussão, à reflexão, ao questionamento, à comunicação e partilha de ideias, com o intuito dos mesmos serem capazes de fundamentar as suas opiniões face a problemáticas sociais ou pessoais, de comunicarem e defenderem as suas decisões e de serem críticos face a outras opiniões. Assim, a cultura científica exigida na sociedade moderna envolve não só conteúdos, mas também e principalmente, competências associadas à linguagem e ao discurso.

Vários estudos realizados no âmbito da Educação em Ciências revelam que os alunos não detêm as capacidades consideradas essenciais por investigadores e documentos reguladores (Mason & Santi, 1994; Díaz Bustamante, 1999; Newton, Driver & Osborne, 1999; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Erduran & Osborne, 2005; Sadler & Fowler, 2006; Clark & Sampson, 2008; Von Aufschnaiter *et al.*, 2008). As dificuldades dos alunos na compreensão das Ciências podem dever-se a problemas de comunicação e linguagem no ensino aprendizagem desta área do saber (Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000). Esses estudos realçam, também, que o ensino é demasiado centrado na figura do professor (Patronis *et al.*, 1999; Newton, Driver & Osborne, 1999; Wellington & Osborne, 2001), é expositivo e as actividades baseiam-se na resolução de exercícios e no acto de copiar, sendo que apenas 2% do tempo de aula é orientado no sentido de promover discussões entre os alunos (Newton, Driver & Osborne; 1999). Para além disso, na defesa de teorias científicas, os alunos apresentam justificações fracas (Díaz Bustamante, 1999; Sadler & Fowler, 2006; Clark & Sampson, 2008), baseadas em informações sem validade científica (Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000), privilegiam conhecimentos do senso comum e que não são disponibilizados, em detrimento

das evidências empíricas (Mason & Santi, 1994; Díaz Bustamante, 1999; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Von Aufschnaiter *et al.*, 2008). Newton, Driver & Osborne (1999) salientam, ainda, que os professores revelam constrangimentos na promoção de discussões entre alunos, estando estes, como refere Furió *et al.* (2001), mais preocupados em desenvolver competências associadas ao conhecimento substantivo, dada a perspectiva dos alunos ingressarem no Ensino Superior. Nesse sentido, e pressionados pela extensão dos programas e pela escassez temporal dela resultante, Wellington & Osborne (2001) destacam que os professores aguardam pouco tempo para obterem respostas dos alunos, quando estudos revelam que a resposta a uma questão de complexidade média demora, no mínimo, 15 segundos.

### **1.2.3. A argumentação nas Ciências e no Ensino das Ciências**

A argumentação é uma prática discursiva que pode ser desenvolvida em contextos diversos. Mas, antes de mais, parece pertinente clarificar o significado de argumentação, no contexto mais lato. Coligindo informações recolhidas em diversos dicionários de Língua Portuguesa, pode referir-se que o vocábulo argumentação tem origem no Latim *argumentatione* e designa a acção de debater, disputar ou sustentar uma alegação com argumentos. O verbo argumentar significa alegar, tirar ilações ou consequências, deduzir, concluir provar, aduzir razões. Finalmente, o substantivo argumento é compreendido como o raciocínio que permite afirmar ou negar uma tese ou conclusão ou que visa persuadir ou convencer alguém.

No contexto das Ciências, a argumentação desempenha um papel preponderante, uma vez que constitui uma estratégia que permite a avaliação de procedimentos associados às práticas científicas, tais como: a ponderação de evidências, a interpretação de textos, a viabilidade das conclusões (Driver, Newton & Osborne, 2000; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000). Enquanto estratégia de avaliação, a argumentação fomenta o progresso das Ciências, conferindo um carácter racional ao conhecimento gerado pela comunidade científica (Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Duschl & Osborne, 2002) e potencia uma maior possibilidade de aceitação pública (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Na construção do conhecimento científico, o recurso ao discurso argumentativo é realizado a dois níveis: individual e colectivo (Driver, Newton & Osborne, 2000). No plano individual, acontece enquanto o cientista reflecte acerca do processo metodológico mais adequado à construção do conhecimento que pretende desenvolver. Ao nível colectivo ocorre no seio da comunidade científica, aquando das interacções entre posições concorrentes e também quando os

cientistas expõem ao domínio público as suas teorias e procuram dar a conhecer aos cidadãos os seus modelos explicativos de fenómenos, mecanismos ou objectos do mundo real.

Perspectivando as finalidades da Educação em Ciências e visto a argumentação ser uma ferramenta central nos processos de (re)construção, fundamentação racional, utilização e comunicação do conhecimento científico (Mason & Santi, 1994), as competências argumentativas devem constituir uma prioridade na aprendizagem das Ciências. Para além disso, o desenvolvimento da capacidade de construir e avaliar argumentos é bastante importante nas sociedades democráticas (Oléron, 1983; Newton, Driver & Osborne, 1999 e Driver, Newton & Osborne, 2000). Aliás, como salientam Newton, Driver & Osborne (1999), a discussão de assuntos socio-científicos constitui uma excelente oportunidade para os alunos desenvolverem argumentos, atingirem conclusões justificadas e perceberem a influência destes assuntos nas suas vidas. Sardà Jorge & Sanmartí Puig (2000) referem, ainda, que a argumentação permite aos alunos uma percepção da racionalidade das Ciências, pela oportunidade de contacto com o processo de construção do conhecimento científico que possibilita aos mesmos.

O processo de aprendizagem da argumentação deve ser perspectivado de uma forma análoga à aprendizagem de uma nova língua, que é desenvolvida pela sua prática (Driver, Newton & Osborne, 2000; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000). Só essa prática permite socializar os alunos com as regras da argumentação científica, fá-los ganhar confiança no seu uso e desenvolver uma compreensão cada vez mais aprofundada da sua função e valor nas Ciências, nomeadamente na interpretação dos dados empíricos recolhidos e na avaliação fundamentada das conjecturas formuladas (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Newton, Driver & Osborne (1999) acrescentam, ainda, que a argumentação desafia e auxilia os alunos na articulação das razões que suportam uma compreensão conceptual particular, na justificação das suas ideias, na comunicação das suas dúvidas e na apresentação de explicações alternativas. Desta forma, é potenciada a co-construção do conhecimento, a partir de uma interacção colectiva, propiciada pelo discurso argumentativo e que é bem mais do que a soma das contribuições individuais de cada um dos elementos do grupo. Para além disso, há autores (Von Aufschnaiter *et al.*, 2008) que afirmam que a utilização desta ferramenta discursiva pelos alunos é-lhes útil, quer na consolidação dos conhecimentos, quer no estabelecimento de relações, quer na aquisição de confiança face aos seus conhecimentos.

Outros autores (Jimenez Alexandre & Díaz Bustamante, 2003) mencionam que a preocupação de incluir o desenvolvimento de capacidades argumentativas nos objectivos do ensino

das Ciências significa, entre outras coisas: reconhecer as complexas interações que têm lugar na aprendizagem, constatar a contribuição das práticas discursivas na construção do conhecimento científico, ter em conta que fazer Ciências implica a discussão de ideias, a avaliação de alternativas, a eleição entre diferentes explicações e contribui para a ampliação da visão de aprendizagem das Ciências.

Também no âmbito do Ensino Básico português, a argumentação é perspectivada como uma competência fundamental a atingir no final da escolaridade básica obrigatória. Efectivamente, a análise da secção introdutória e das competências gerais, a desenvolver pelos alunos até ao final da escolaridade obrigatória, enunciadas no CNEB (DEB, 2001a), não evidenciou referências explícitas ao desenvolvimento de competências argumentativas. Porém, são diversas as menções ao desenvolvimento de competências de comunicação, discussão, defesa e confronto de opiniões e estratégias, principalmente no âmbito da resolução de problemas, que se consideram inerentes ao desenvolvimento da prática argumentativa. A leitura atenta das Competências Essenciais, definidas para as diversas disciplinas e áreas curriculares e que integram o documento supra mencionado, também, identificou referências à argumentação. Nesta secção, por questões de brevidade, vai, todavia, limitar-se a menção às disciplinas e áreas curriculares que referem, explicitamente, o recurso à argumentação. Identificaram-se referências na disciplina de Matemática e na área curricular das Ciências Físicas e Naturais. Concede-se uma análise mais detalhada à última, visto integrar a disciplina de Ciências Físico-Químicas, no âmbito da qual se desenvolverá a presente investigação.

No documento Competências Essenciais relativo à disciplina de Matemática, a argumentação é referida diversas vezes, nomeadamente como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento da competência matemática, que deve ser atingida por todos os alunos no final da educação básica (DEB, 2001a). Neste contexto, aparece associada ao raciocínio, à lógica e como um indicador da validade de afirmações, como se pode constatar quando é referido que um aluno matematicamente competente deve reconhecer que a “validade de uma afirmação está relacionada com a consistência lógica da argumentação, e não com alguma autoridade exterior” (p. 57). Nos domínios temáticos, a ferramenta argumentativa é expressamente mencionada na Geometria, quando é referido que o aluno deve, nesta temática curricular, desenvolver a “aptidão para formular argumentos válidos recorrendo à visualização e ao raciocínio espacial, explicitando-os em linguagem corrente.” (p. 62). Surgem novas referências nas Actividades de Investigação, inseridas no tópico *Tipos de Experiências de Aprendizagem*, referindo-se que “numa actividade de

investigação, os alunos exploram uma situação aberta, procuram regularidades, fazem e testam conjecturas, argumentam e comunicam oralmente ou por escrito as suas conclusões.” (p. 68) e na *Comunicação Matemática*, relativamente aos Aspectos Transversais da Aprendizagem Matemática, onde é destacada a relevância das “experiências de argumentação e de discussão em pequeno e grande grupo” (p. 70) na oralidade dos alunos.

Relativamente às Ciências Físicas e Naturais, no capítulo intitulado *O papel das Ciências no Currículo do Ensino Básico*, incluído nas Competências Essenciais desta área curricular, é, novamente, salientada a preponderância do desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos, sendo a sua pertinência justificada com base nas características das sociedades actuais, que fizeram emergir a urgência de uma educação mais abrangente, relacionável, flexível, que apele à intervenção, participação, responsabilidade, espírito crítico e que incentive e saliente a necessidade da formação contínua e permanente dos indivíduos (DEB, 2001a). O papel da argumentação e a sua importância, para as Ciências e para a Educação em Ciências, são, novamente, focados no contexto das modificações sociais preconizadas pelo avanço da Ciência:

“A Ciência transformou não só o ambiente natural, mas também o modo como pensamos sobre nós próprios e sobre o mundo que habitamos. Os processos que utiliza – como o inquérito, baseado na evidência e raciocínio, ou a resolução de problemas e o projecto, em que a argumentação e a comunicação são situações inerentes – são um valioso contributo para o desenvolvimento do indivíduo.” (p.129).

Uma outra menção acontece quando o currículo se refere particularmente ao ensino das Ciências, veiculando que este deve desenvolver, até ao final da educação básica, a capacidade dos alunos na construção de “argumentos persuasivos a partir de evidências” (p 130). Na secção designada *Experiências de Aprendizagem em Ciência*, é proposta a realização de “debates sobre temas polémicos e actuais, onde os alunos tenham de fornecer argumentos e tomar decisões, o que estimula a capacidade de argumentação e incentiva o respeito pelos pontos de vista diferentes dos seus.” (p. 132).

No tópico *Competências Específicas para a Literacia Científica dos alunos no final do Ensino Básico* é referido que as competências a desenvolver devem abranger quatro domínios: do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes (DEB, 2001a,b). Todavia, e embora se considere que o discurso argumentativo está implícito à consecução de todos esses domínios, apenas no da comunicação é que a sua utilização é, manifestamente, expressa:

“Propõem-se experiências educativas que incluem uso da linguagem científica, mediante [...] a vivência de situações de debate que permitam o desenvolvimento das capacidades de exposição de ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e a produção de textos escritos e orais onde se evidencie a estrutura lógica do texto em função da abordagem do assunto.” (DEB, 2001b, p.133)

A utilização e a promoção do desenvolvimento das capacidades argumentativas dos alunos é uma característica amplamente preconizada pelo Currículo Nacional do Ensino Básico, em diversas secções do mesmo, principalmente no domínio da disciplina de Ciências Físicas e Naturais, sendo este horizonte coerente e compatível com os autores revistos nos sub-capítulos anteriores e que também salientam a importância desta ferramenta no processo de ensino e de aprendizagem das Ciências. Denota-se que o objectivo do progresso das destrezas argumentativas dos alunos, no currículo do ensino básico e obrigatório português, visa não tanto a maximização da compreensão de como se processa a construção do conhecimento científico, mas sim a fundamentação que esta ferramenta poderá proporcionar na tomada de decisões e na resolução de problemáticas destes alunos enquanto futuros cidadãos.

Em síntese, as razões que, de uma forma mais explícita, apoiam e destacam a importância da argumentação na Educação em Ciências estão associadas à melhoria da capacidade de expressão oral e da compreensão dos conteúdos científicos pelos alunos, ao desenvolvimento das competências investigativas, à compreensão epistemológica das Ciências, à promoção da participação activa, crítica, fundamentada e à tomada de decisões face a assuntos socio-científicos.

No contexto educativo nacional desconhecem-se estudos centrados, exclusivamente, na avaliação das competências argumentativas dos alunos no âmbito das Ciências Físico-Químicas. Porém, os resultados referentes aos três ciclos do estudo PISA (Pinto-Ferreira, 2007; Ramalho, 2003b) mostram que a maior parte dos alunos portugueses não consegue atingir a categoria que envolve o uso de capacidades cognitivas elevadas e onde são, explicitamente, focadas as capacidades argumentativas. No âmbito do terceiro ciclo deste estudo internacional (Pinto-Ferreira, 2007), os alunos revelaram uma evolução positiva, embora continuem a não atingir o nível de proficiência que abrange as competências de argumentação. Note-se que esta evolução se deve, principalmente, aos resultados dos alunos do décimo e décimo primeiro anos de escolaridade e não àqueles que se encontram no final da escolaridade obrigatória. A consecução destes é ainda mais fraca do que a média portuguesa.

#### **1.2.4. O efeito estufa e a educação para a cidadania**

Os produtos resultantes do avanço das Ciências e da Tecnologia têm vindo a disseminar-se, de uma forma assaz e crescente na sociedade, gerando múltiplas situações nas quais os cidadãos contactam com aplicações científico-tecnológicas, são confrontados com problemáticas que requerem conhecimentos científicos para a sua compreensão e são chamados a intervir na discussão e tomada de posição face a temas relacionados com as Ciências (Claxton, 1991; Longbottom & Butler, 1999; Furió *et al.*, 2001; Giordan & Pellaud, 2001; Davies, 2004; Solbes & Vilches, 2004; Perez *et al.*, 2005). Assim, a educação em Ciências, em contexto escolar, deve proporcionar experiências que permitam aos alunos, futuros cidadãos activos, compreender as relações entre os conhecimentos científicos que abordam na escola e as repercussões dos mesmos na sociedade e no ambiente (Andersson & Wallin, 2000; Lester *et al.*, 2006).

O aumento excessivo do Efeito Estufa e o Aquecimento Global são exemplos de temáticas às quais tem sido atribuído bastante destaque na actualidade, designadamente pelos meios de comunicação social. O primeiro contacto dos alunos com estes temas socio-científicos acontece antes mesmo dos discentes os abordarem em contexto escolar, nomeadamente devido aos media. Contudo, visto serem fenómenos que envolvem conhecimentos científicos bastante complexos e sobre os quais permanecem algumas dúvidas (Manaham, 2000), são muitas vezes abordados pelos media de forma limitada ou mesmo incorrecta do ponto de vista científico, propiciando a construção ou o reforço de concepções alternativas nos alunos (Boyes & Stanisstreet, 1998; Lester *et al.*, 2006).

São vários os estudos que têm sido realizados acerca desta questão ambiental global (Efeito Estufa e o Aquecimento Global), não só pela pertinência da temática, mas também pelo facto de, como mostra a investigação (Boyes & Stannistreet, 1993; Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997; Anderson & Wallin, 2000; Serman & Sweeney, 2002; Osterlind, 2005; Lester *et al.*, 2006), alunos e cidadãos, revelarem concepções alternativas acerca destes fenómenos. Assim, parece pertinente clarificar os conhecimentos científicos subjacentes ao Efeito Estufa e apresentar concepções alternativas mais frequentemente identificadas e que estão relacionadas com este fenómeno.

O Efeito Estufa é benéfico e essencial para a manutenção da temperatura terrestre e, conseqüentemente, da vida na Terra. Os gases que se encontram na base deste fenómeno designam-se de gases de efeito estufa, sendo os mais importantes: o dióxido de carbono; o metano; a água e os clorofluorcarbonetos. A radiação solar que atinge a superfície terrestre pode

ser absorvida ou reflectida. Uma parte considerável da radiação absorvida pela superfície terrestre é, novamente, reenviada, para o espaço, sob a forma de radiação infra-vermelha. Devido à existência de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, a radiação infra-vermelha é reenviada novamente para a Terra, permitindo a manutenção da temperatura terrestre (Manaham, 2000).

Embora seja do conhecimento comum que os processos biogeoquímicos causaram, ao longo dos tempos, flutuações da concentração de dióxido de carbono e de outros gases de efeito estufa, que geraram variações na temperatura da Terra, a actividade humana atingiu hoje uma escala onde os seus efeitos afectam a dinâmica do clima (Sterman & Sweeney, 2002). As emissões antropogénicas de gases de efeito estufa têm aumentado exponencialmente desde a revolução industrial, iniciada no século XVIII (IPCC, 2001a,b). A mesma fonte refere que a concentração de dióxido de carbono, antes da revolução industrial, rondava os 280ppm e no final do século XIX rondava os 370ppm. Ainda que se reconheça, que os gases produzidos pela queima de combustíveis fósseis são parte absorvidos pelos oceanos e plantas, o mais preocupante é que, parte considerável dos gases de efeito estufa, concentra-se na atmosfera terrestre. O aumento da concentração de gases de efeito estufa, ao longo dos tempos, provocou uma acumulação excessiva dos mesmos na atmosfera, sem que esta tenha tempo para efectuar a sua conversão, provocando um fenómeno a que os cientistas chamam Aquecimento Global (Manaham, 2000). Devido a possíveis efeitos sobre a saúde humana, a economia e o meio ambiente, a questão do Aquecimento Global tem sido muito discutida ao nível mundial. O Protocolo de Quioto é consequência de um esforço internacional no sentido de minimizar as emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Relativamente às concepções alternativas, sobre o efeito estufa, evidenciadas em investigações, verificou-se que a mais mencionada na literatura revista (Boyes & Stannistreet, 1993; Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997; Andersson & Wallin, 2000; Osterlind, 2005) diz respeito à confusão, que os alunos revelam, entre o aumento do Efeito Estufa e a degradação da camada do ozono. As investigações realizadas por estes autores constataram que os alunos acreditam que a degradação da camada do ozono contribui para o aumento do efeito estufa. Associada a esta concepção é, também, focada uma outra, que mostra que os alunos desconhecem o papel dos gases de efeito estufa no Efeito Estufa, visto estes considerarem que este fenómeno é gerado pela penetração de uma maior quantidade de radiação solar na Terra, ocasionada pela degradação da camada do ozono (Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997). São, ainda, salientadas outras concepções, que mostram, que os alunos têm a ideia, que qualquer atitude “amiga” do ambiente ajuda a

resolver todos os problemas ambientais (Boyes & Stannistreet, 1993). Andersson & Wallin (2000) mencionam que os discentes não distinguem os conceitos de “Efeito Estufa” e de “aumento do Efeito Estufa”, ou seja, revelam dificuldades com o significado dos conceitos que são utilizados no âmbito desta temática. Também, Osterlind (2005) salienta este aspecto, referindo, ainda, um outro, que está relacionado com o facto de os alunos não conseguirem seleccionar os conteúdos mais relevantes quando expõem as suas ideias acerca do Efeito Estufa e de outros temas sócio-científicos. Sterman & Sweeney (2002) constataram, num estudo que realizaram com alunos do ensino superior, sobre a resposta da temperatura média da Terra a possíveis cenários de evolução das emissões de dióxido de carbono, que os alunos não reconhecem o atraso da resposta da temperatura terrestre face às alterações das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera, seleccionando trajectórias nas quais a temperatura responde rapidamente e em grande escala à variação. A maioria dos discentes acredita que a temperatura deveria seguir a trajectória da concentração de dióxido de carbono, aumentando quando a concentração deste gás aumenta e diminuindo quando esta diminui. De forma idêntica, muitos alunos supõem que a estabilização de dióxido de carbono atmosférico pode ser conseguida pela estabilização das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, quando na realidade as emissões têm que cair significativamente, para valores próximos da taxa de remoção, para que a concentração estabilize. Os resultados obtidos, no estudo realizado por estes autores, permitiram constatar que mesmo os alunos com habilitações académicas elevadas têm um conhecimento pobre acerca do Aquecimento Global.

As várias concepções alternativas sobre o Efeito Estufa poderão afectar o comportamento e tomada de decisões dos alunos, enquanto cidadãos, o que será indesejável, em situações que envolvam temáticas socio-científicas. Um comportamento de um indivíduo, realizado num determinado local, pode afectar o comportamento de outros indivíduos e influenciar o planeta em que vivemos. Como referem Lester *et al.* (2006), uma vez que os problemas ambientais são, principalmente, provocados pela actividade humana, as acções individuais dos cidadãos são muito importantes, no sentido de contribuírem para a mitigação dos problemas ambientais, de que é exemplo o aumento excessivo do Efeito Estufa.

### **1.3. Objectivos da investigação**

A argumentação tem um lugar de primazia nas Ciências, quer enquanto ferramenta central na construção do conhecimento, quer na discussão, escrutínio e aceitação desse conhecimento no seio da comunidade científica, quer na comunicação do mesmo aos cidadãos que integram as sociedades.

A importância da argumentação no domínio das Ciências justifica e salienta a centralidade desta ferramenta discursiva no ensino e na aprendizagem desenvolvidos nesta área do saber, uma vez que contribui para uma visão epistémica e processual mais real e racional das Ciências. Mas, não é só a natureza das Ciências que legitima a necessidade da inclusão do discurso argumentativo na Educação em Ciências. A emergência, frequente, de questões científicas que exigem uma tomada de decisões fundamentada e crítica por parte dos cidadãos (como é o caso do Efeito Estufa) e a efemeridade da sociedade científica e tecnologicamente desenvolvida do presente, acentuam e reafirmam o carácter indispensável do desenvolvimento de capacidades argumentativas nos alunos.

Por estas razões, definiu-se como objectivo geral, para esta investigação, caracterizar a qualidade da argumentação, escrita, desenvolvida por alunos no final da escolaridade obrigatória.

Este objectivo geral será concretizado através das seguintes questões de investigação:

- ✓ Com que qualidade avaliam os alunos, no final da escolaridade básica e obrigatória, os argumentos apresentados por outro sujeito?
- ✓ Como se caracterizará a qualidade da argumentação escrita produzida por alunos, no final da escolaridade básica obrigatória, quando lhes são disponibilizadas informações (teóricas e empíricas) no âmbito do tema arguido?
- ✓ Como se caracterizará a qualidade da argumentação escrita produzida por alunos, no final da escolaridade básica obrigatória, quando não lhes são disponibilizadas informações (teóricas e empíricas) no âmbito do tema arguido?
- ✓ Serão os alunos, no final da escolaridade básica e obrigatória, capazes de identificar explicações (Justificações) e evidências empíricas (Dados) na argumentação desenvolvida por outro sujeito?
- ✓ Que relação existe entre a qualidade dos argumentos produzidos pelos alunos sobre o Efeito Estufa e o seu aproveitamento escolar?

#### **1.4. Importância da investigação**

A importância desta investigação reside, essencialmente, no impacto e reflexão que os resultados e conclusões obtidos podem gerar na melhoria da qualidade do ensino das Ciências, sobretudo, na área das Ciências Físico-Químicas, principalmente por se desconhecerem, tanto quanto sabemos, no contexto português da educação em Ciências, estudos centrados na caracterização das competências argumentativas dos alunos.

A investigação, na sua globalidade, faculta aos profissionais de educação, em especial aos professores de Ciências, informações empiricamente fundamentadas acerca:

- da utilidade da argumentação no contexto da Educação em Ciências e da Educação para a Cidadania;
- das competências e dificuldades que os alunos revelam no desenvolvimento desta competência discursiva.

As conclusões desta investigação irão proporcionar um conhecimento acerca da qualidade da argumentação revelada pelos alunos do 9º ano de escolaridade face a uma actividade escrita, contribuindo para a Educação em Ciências, designadamente, ao nível dos processos de ensino e aprendizagem, da formação de professores e da elaboração de manuais escolares, no sentido de promover a superação das dificuldades evidenciadas pelos alunos, nesta e noutras investigações, com vista a melhorar o desempenho argumentativo dos discentes e a, conseqüente, participação activa, crítica e fundamentada enquanto futuros cidadãos.

#### **1.5. Limitações da investigação**

Nesta secção referem-se as limitações, que inevitavelmente, afectaram a investigação, nomeadamente, as que decorrem da natureza e dimensão da amostra, da técnica de recolha de dados utilizada, da análise dos dados recolhidos e das condições necessárias para a generalização das conclusões encontradas.

No que diz respeito à amostra, seleccionada para a caracterização da argumentação escrita dos alunos, o número de alunos (quatro turmas) e a restrição geográfica (Região Autónoma da Madeira) condicionaram a generalização dos resultados e conclusões às características da amostra (McMillan & Schumacher, 2001).

Relativamente à técnica de recolha de dados, recorreu-se à técnica de inquérito por questionário tipo teste de conhecimentos. Esta técnica encerra algumas condicionantes que podem ter afectado o estudo, visto não permitir clarificar e aprofundar as respostas dadas pelos alunos. Para além disso, e como referem Mcmillan & Schumacher (2001), os questionários tipo teste de conhecimentos podem gerar alguma ansiedade nos respondentes, afectando a qualidade das suas respostas e podem, quando construídos de raiz, apresentar problemas de fiabilidade e validade. Com o intuito de reduzir as limitações associadas ao inquérito por questionário realizaram-se processos de validação quer de conteúdo, quer da adequação do questionário aos respondentes, bem como uma validação com cinco professores de Ciências Físico-Químicas

Também a análise dos dados recolhidos, dado que os mesmos foram alvo de uma análise de conteúdo, pode ter sido influenciada por alguma subjectividade e, neste sentido, solicitou-se a três professores de Ciências Físico-Químicas que identificassem os elementos argumentativos analisados em duas respostas dadas pelos alunos, com o intuito de verificar se a identificação feita pelos docentes era igual à realizada pela investigadora. Também, se procedeu ao cruzamento de impressões com professores de Ciências Físico-Químicas e com a orientadora da dissertação, sempre que houve dúvidas na análise do conteúdo de uma resposta.

## **1.6. Estrutura geral da dissertação**

Este documento, que relata a investigação realizada, encontra-se organizado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo procede-se ao enquadramento da investigação desenvolvida, apresentando-se, também, os seus objectivos, a sua importância e as suas limitações.

No segundo capítulo realiza-se uma revisão de literatura que engloba tópicos relacionados com o tema central da investigação, a argumentação no âmbito da educação em Ciências. Esta secção visa a fundamentação do trabalho do ponto de vista teórico e a sua contextualização no seio da investigação afim. Os tópicos explanados centram-se, principalmente, nas perspectivas e progressos da teoria da argumentação, no esquema analítico proposto por Toulmin, bem como noutros adoptados por outros autores em estudos centrados nas práticas de implementação da argumentação em aulas de Ciências, nos respectivos constrangimentos e potencialidades e, também, na qualidade da argumentação desenvolvida por alunos dos ensinos básico e secundário e por cidadãos.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação e justificação da metodologia de investigação adoptada. Assim, caracterizam-se e fundamentam-se as opções metodológicas, nomeadamente, no que respeita às condições em que se procedeu à selecção da amostra, aos critérios adoptados na selecção das técnicas de recolha de dados, aos procedimentos usados na construção e validação do instrumento de recolha de dados utilizado e aos procedimentos adoptados para efeitos de análise de dados.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados obtidos e interpretam-se com base nos estudos revistos no segundo capítulo. Assim, os resultados obtidos foram organizados em quatro sub-capítulos que contemplam os seguintes aspectos: avaliação da argumentação desenvolvida por outro sujeito; argumentação escrita desenvolvida face a uma situação em que são facultadas informações e noutra sem informações disponibilizadas; identificação de evidências empíricas e explicações causais na argumentação desenvolvida por outro sujeito.

No quinto capítulo estabelecem-se as conclusões da investigação e as implicações que as mesmas têm para a Educação em Ciências. Apresentam-se, ainda, sugestões para investigações futuras.

Nas Referências lista-se, por ordem alfabética, toda a literatura que é explicitamente referida. Em seguida, apresentam-se os Anexos, onde constam todos os documentos que se consideram relevantes para a análise e compreensão da investigação desenvolvida ou que são imprescindíveis para a replicação do estudo por outros investigadores.

