

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Introdução**

Este capítulo encontra-se seccionado em seis sub-capítulos que apresentam e justificam todas as etapas e opções metodológicas efectuadas durante a investigação.

No sub-capítulo 3.2. apresenta-se uma descrição sucinta do estudo sobre a qualidade da argumentação desenvolvida por alunos no final da escolaridade básica e obrigatória. Nos sub-capítulos ulteriores efectua-se uma caracterização da amostra (3.3.), fundamenta-se a técnica de recolha de dados seleccionada (3.4.), descreve-se o processo de elaboração e validação do referido instrumento (3.5.) e, finalmente, procede-se à caracterização das condições de recolha (3.6.) e de tratamento de dados (3.7.).

#### **3.2. Descrição do estudo**

O presente estudo visou caracterizar o desempenho dos alunos quando desenvolvem argumentos escritos, sobre assuntos socio-científicos. Nesse sentido, foi elaborado um questionário tipo teste de conhecimentos para a recolha de dados, tendo-se procedido à sua validação e, posterior, aplicação a alunos do 9º ano de escolaridade, integrados no ensino básico de Escolas públicas da Região Autónoma da Madeira. O instrumento de recolha de dados era constituído por um extracto do diário de um cientista, a seguir ao qual se apresentavam quatro questões que exigiam que os alunos realizassem uma avaliação da argumentação desenvolvida por outro sujeito (cientista), tendo para isso que construir um argumento; desenvolvessem, por escrito, argumentos face a duas situações, sendo-lhes, numa situação facultadas informações (teóricas e empíricas) e noutra não, e identificassem, de entre as informações do diário do cientista, evidências empíricas (Dados) e explicações causais (Justificações). O questionário foi aplicado em duas fases, dada a extensão das respostas que exigia. Em cada uma das fases foi solicitada a resposta a duas questões.

Na fase de tratamento e análise de dados, procedeu-se à identificação e agrupamento dos elementos argumentativos, recorrendo-se ao modelo proposto por Toulmin e criou-se uma

ferramenta para uma análise mais aprofundada da qualidade do discurso argumentativo escrito dos alunos. Com a elaboração e aplicação desta ferramenta analítica pretendeu-se estudar as seguintes dimensões, no conjunto das respostas dos alunos: a suficiência das evidências empíricas (Dados) no estabelecimento da Conclusão (dimensão I); as relações estabelecidas entre as evidências empíricas (Dados), as Justificações e a Conclusão (dimensão II); a identificação de limitações no extracto do diário do cientista (dimensão III); a caracterização da validade científica de informações, não disponibilizadas, utilizadas pelos alunos (dimensão IV).

No âmbito do tratamento dos dados recolhidos estudaram-se as relações entre a qualidade argumentativa caracterizada com base no esquema proposto por Toulmin e nas dimensões de análise I, II, III e IV. Pretendeu-se, ainda, conhecer possíveis conexões entre o desempenho argumentativo e o aproveitamento escolar dos alunos, nas disciplinas de Língua Portuguesa e de Ciências Físico-Químicas.

### **3.3. Amostra**

Este estudo incidiu sobre os alunos portugueses a frequentar, no ano lectivo 2007/2008, a disciplina de Ciências Físico-Químicas, do 9º ano de escolaridade, em Escolas públicas da Região Autónoma da Madeira.

Relativamente ao nível de ensino seleccionado para esta investigação, privilegiou-se o 9º ano de escolaridade, uma vez que os alunos estão a finalizar o ensino básico e obrigatório, para o qual foram definidas competências gerais e essenciais que devem ser atingidas pelos mesmos, tendo em vista a formação de cidadãos cientificamente cultos. Constituindo este ano de escolaridade, o final de um ciclo de aprendizagens, considera-se ser o mais indicado para investigar as competências argumentativas adquiridas pelos alunos, visto permitir obter informações sobre a formação mínima dos cidadãos neste assunto.

A selecção da amostra de alunos participantes esteve condicionada pela disponibilidade revelada pelas escolas e pelos professores para colaborarem na investigação. A razão de se ter centrado a investigação na área educativa da Região Autónoma da Madeira esteve associada ao facto desta ser a residência e o local de trabalho da investigadora. Neste sentido, pode considerar-se que a amostra se caracteriza como uma amostra disponível. É óbvio que este processo de amostragem constituiu, logo à partida, uma condicionante à validade externa da investigação, uma vez que limitou a generalização dos resultados e das conclusões obtidas à amostra, características estas que poderão ser distintas e não coincidentes com as da população a que a amostra pertence

(McMillan & Schumacher, 2001). Salienta-se, todavia, que a investigação não pretendeu a selecção de uma amostra representativa da população, uma vez que o estudo ambiciona apenas efectuar uma análise exploratória das competências de argumentação, escrita, de alunos e estudar possíveis relações entre estas competências e o aproveitamento escolar dos mesmos.

A amostra seleccionada é constituída por 90 alunos de duas escolas da Região Autónoma da Madeira, uma delas, localizada numa zona rural, chamada Santana, e a outra localizada na principal cidade da ilha, o Funchal. Foram utilizadas duas turmas de 9º ano de escolaridade de cada uma das escolas mencionadas. A tabela 1 apresenta, sumariamente, as características etárias, sexo e aproveitamento nas disciplinas de Língua Portuguesa e Ciências Físico-Químicas.

Tabela 1 – Caracterização da amostra de alunos que participaram no estudo

		(N = 90)	
<b>Dimensão</b>	<b>Categorias</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Idade (em anos)	13	6	6,67
	14	49	54,44
	15	29	32,22
	16	6	6,67
Sexo	Masculino	44	48,89
	Feminino	46	51,11
Meio em que vivem	Rural (Santana)	41	45,56
	Urbano (Funchal)	49	54,44
Aproveitamento na disciplina de Língua Portuguesa	Nível 1	0	0,00
	Nível 2	16	17,78
	Nível 3	32	35,56
	Nível 4	32	35,56
	Nível 5	10	11,11
Aproveitamento na disciplina de Ciências Físico-Químicas	Nível 1	0	0,00
	Nível 2	8	10,00
	Nível 3	44	48,89
	Nível 4	28	30,00
	Nível 5	10	11,11

Os alunos têm idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos, sendo que a maioria tem 14 anos (54,44%), idade adequada ao ano de escolaridade em que se encontram. A amostra apresenta equilíbrio relativamente ao género dos alunos, dado que 48,89% são do sexo masculino e 51,11% do sexo feminino. Denotam-se algumas diferenças entre a percentagem de alunos que habitam o meio rural (45,6%) e o urbano (54,4%), porque as turmas da escola localizada em Santana abrangem um menor número de alunos comparativamente com as do Funchal. No que concerne ao aproveitamento em Língua Portuguesa e em Ciências Físico-Químicas, a maioria dos alunos integra-se, em ambas as disciplinas, nos níveis três e quatro (estes níveis podem variar entre um e cinco). Efectivamente, a maioria dos alunos obteve classificação positiva, 80,5% na Língua

Portuguesa e 90,0% nas Ciências Físico-Químicas. Assim sendo, admite-se que a maior parte dos alunos revela capacidade de análise, interpretação, redacção de textos e detém as competências básicas necessárias para a construção de argumentos sobre assuntos que envolvam conhecimentos científicos.

### **3.4. Selecção das técnicas de investigação**

A selecção das técnicas de investigação foi desde o início atenta à dimensão da amostra, uma vez que se tinha definido, como principal objectivo, caracterizar a qualidade argumentativa científica de alunos no final da escolaridade obrigatória. Tanto quanto sabemos, esta caracterização nunca foi antes investigada no contexto educativo português, na área das Ciências Físico-Químicas. Assim sendo, para a obtenção de dados optou-se pela técnica de inquérito por questionário, tipo teste de conhecimentos, por considerar-se ser a mais viável atentando às características da investigação, aos objectivos definidos, à disponibilidade temporal para a recolha e análise dos dados e, obviamente, às vantagens e limitações da mesma. Trata-se de uma técnica, relativamente económica em termos temporais e financeiros, permite manter o anonimato dos respondentes, obter de uma forma controlada e sistemática os dados e impossibilita a influência do investigador no momento da recolha dos dados (Mcmillan & Schumacher, 2001). Porém, é necessário garantir que as questões apresentadas têm o mesmo significado para todos os respondentes, possibilitando posteriores comparações, quantificação e tratamento estatístico. Neste sentido, deve assegurar-se que a informação disponibilizada e as questões apresentadas são objectivas, claras, compreensíveis e com uma extensão adequada. Não obstante, o investigador deve definir a natureza e o tipo de informação que pretende recolher com cada uma das questões formuladas (Foddy, 1996; Ghiglione & Matalon, 1997; Mcmillan & Schumacher, 2001). Esta técnica apresenta, ainda, problemas de validade e fiabilidade que tentaram minimizar-se durante a sua elaboração e validação.

Às razões já apresentadas e que justificam a selecção da técnica de inquérito por questionário tipo teste de conhecimentos, e não por entrevista, associa-se o facto de alguns autores (Sardà Jorge & Sanmarti Puig, 2000; Felton, 2003) afirmarem que a argumentação escrita é mais facilmente caracterizável do que a argumentação veiculada oralmente, visto haver uma maior preocupação dos alunos na estruturação das suas respostas.

### **3.5. Instrumentos de recolha de dados: elaboração e validação**

Concretizada a selecção da técnica de recolha de dados, procedeu-se à análise de estudos com objectivos semelhantes aos definidos para esta investigação, no sentido de encontrar instrumentos de recolha de dados que salientassem aspectos pertinentes na caracterização da argumentação científica dos alunos, que pudessem condicionar a consecução dos mesmos e fossem susceptíveis de ser usados e/ou adoptados para este estudo.

Para se responder às questões de investigação definidas para este projecto exigia-se um questionário que possibilitasse caracterizar:

- i) o desempenho dos alunos na avaliação da argumentação apresentada por outro sujeito;
- ii) a argumentação escrita desenvolvida pelos alunos quando lhes eram, ou não, disponibilizadas informações;
- iii) a capacidade dos alunos na identificação de evidências empíricas (Dados) e de explicações causais (Justificações);

Tendo em conta as questões de investigação e a revisão de literatura, relacionada com as mesmas, procedeu-se à elaboração do questionário tipo teste de conhecimentos. Uma vez que era, frequentemente, referido na literatura (Felton, 2003; Sadler & Fowler, 2006; Von Aufschnaiter *et al.*, 2008) que a familiaridade e o conhecimento acerca do tema poderiam limitar a consecução e motivação dos alunos no desenvolvimento da argumentação, optou-se por seleccionar um tema correntemente discutido na actualidade e disponibilizar informações teóricas e empíricas sobre o mesmo, antes da apresentação das questões.

O tema sobre o qual se alicerçou o questionário foi o aumento excessivo do Efeito Estufa e as informações disponibilizadas culminaram na apresentação de uma página do diário de um cientista, onde era exposto um problema, hipóteses explicativas, evidências empíricas, fundamentação teórica e justificações. A disponibilização de informações teóricas foi, também, proporcionada com outro fim, mitigar possíveis concepções alternativas frequentemente associadas à temática e que são mencionadas em diversos estudos revistos (Boyes & Stanisstreet, 1993; Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997; Boyes & Stanisstreet, 1998; Andersson & Wallin; 2000; Sterman & Sweeney, 2002; Österlind, 2005; Lester *et al.*, 2006).

O questionário foi sujeito, a uma primeira validação de conteúdo, por parte de uma especialista em Educação das Ciências, no sentido de assegurar, como recomendam alguns autores (Foddy, 1996; Ghiglionne & Matalon, 1997; Mcmillan & Schumacher, 2001), a adequação

das questões aos objectivos do estudo, a extensão apropriada do questionário e a clareza, relevância e igual significado das informações disponibilizadas para todos os respondentes. Conciliou-se, assim, as necessidades da investigação com a garantia de condições de disponibilidade/cansaço adequadas à resposta. Houve a necessidade de se efectuarem algumas reestruturações: diminuição da densidade das informações facultadas, reformulação de algum vocabulário e melhoria da coerência e da adequação entre as questões e os objectivos definidos para cada uma das mesmas. Também se reduziu o número de questões de seis para quatro. Estas alterações, no instrumento de recolha de dados, tornaram as questões mais abrangentes e mais capazes de incitar os alunos a redigir textos argumentativos em que explicitassem o raciocínio desenvolvido para responder às questões.

Procedeu-se a uma análise da adequação do questionário aos respondentes aplicando-se o mesmo, a 12 alunos de uma turma do 9º ano de escolaridade. Constatou-se que havia a necessidade de reformular a segunda e quarta questões, visto os alunos não responderem da forma que se pretendia. Verificou-se, também, que os alunos reduziam o desenvolvimento das suas respostas nas questões finais do questionário. Neste sentido, resolveu dividir-se o questionário em duas partes, cada uma delas contendo duas questões. Não obstante, a investigadora considerou pertinente reformular o formato do questionário, de forma a facilitar a utilização das informações, disponibilizadas no estudo apresentado no diário do cientista, pelos alunos. Assim, o questionário que, inicialmente, era apresentado numa folha com frente e verso foi substituído por um novo formato na forma de livro, constituído por quatro páginas. Na primeira, era solicitado ao aluno que se identificasse (nome, ano, turma e escola) e preenchesse a data. Na segunda página eram disponibilizadas as informações relativas ao tema, ou seja, o estudo realizado pelo cientista. Na terceira página foram apresentadas as questões e o respectivo espaço de resposta e a quarta página ficou em branco.

Efectuou-se uma nova análise da adequação do questionário aos respondentes aplicando-se, novamente, as questões 2 e 4 a uma turma do 9º ano, com 20 alunos, sendo que metade da mesma respondeu a uma das questões e a outra metade à outra questão. Nesta fase de validação e após os alunos responderem ao questionário, foi-lhes solicitado, pela investigadora, que identificassem dificuldades na resposta ao mesmo e no significado de algum vocabulário disponibilizado no texto. Os alunos apresentaram, algumas dificuldades na compreensão de palavras e verificou-se que seria pertinente, no âmbito da quarta questão, direccionar a questão

para um caso concreto e inserir uma frase que exigisse aos alunos que discursassem na primeira pessoa.

Procedeu-se, ainda, a uma validação com cinco professores de Ciências Físico-Químicas, solicitando que os mesmos respondessem ao questionário, fornecendo as respostas que eles consideravam que os alunos deveriam dar às questões em causa, no sentido de verificar se as mesmas conduziam, ou não, às respostas pretendidas e avaliáveis. Na análise das respostas, dadas pelos professores, não se constatou nada de anormal. Contudo, a análise das respostas à questão 1 do teste foi alvo de atenção especial, uma vez que a mesma pretendeu conhecer se os docentes consideravam haver condições para afirmar que o dióxido de carbono era responsável pelo aumento da retenção de radiação infra-vermelha na Terra e identificar quais as informações, apresentadas no estudo do cientista, que os mesmos privilegiavam na defesa da sua resposta. A maioria dos professores referiu ter dúvidas no estabelecimento da Conclusão que o dióxido de carbono era o responsável pelo fenómeno de retenção da radiação infra-vermelha, apresentando razões diversas nesse sentido. Mencionaram que o cientista não refere em que condições (local, data, intervalo de tempo de recolha de dados) foram efectuadas as medições que apresenta; salientaram que podem existir outros factores que afectam a retenção de radiação solar e que não foram estudados; colocaram em causa a credibilidade da fonte que apresentou os valores representados na forma gráfica; referiram que há um intervalo de tempo em que os valores apresentados no gráfico são estimativas e por isso sujeitos a maior erro; destacaram, também, o facto de se verificar, em algumas das datas apresentadas no gráfico, que a temperatura média terrestre aumenta e a concentração de dióxido de carbono emitido diminui e vice-versa. Houve, todavia, um professor que respondeu afirmativamente à questão. Defendeu a sua tese referindo que o gráfico revelava que o aumento da concentração de dióxido de carbono era acompanhado pelo aumento da temperatura média da Terra e que o aumento da concentração do referido gás de efeito estufa aconteceu após a revolução industrial, devido ao maior uso dos combustíveis fósseis.

As considerações feitas por alguns professores face à variação oposta entre as grandezas temperatura média da Terra e concentração de dióxido de carbono atmosférico, revelada pela análise do gráfico, resultam, tal como sugere a literatura (Sterman & Sweeney; 2002), do facto de os docentes desconhecerem que a variação da temperatura terrestre não tem uma resposta imediata face à variação da concentração do referido gás de efeito estufa, uma vez que a relação entre estas duas grandezas é influenciada por diversas variáveis físicas e químicas. Assim, a variação contrária, pontual, das grandezas (temperatura terrestre e concentração de dióxido de

carbono) não pode, em termos científicos, colocar em questão a existência de uma relação entre ambas. Todavia, e dado o nível de conhecimentos dos alunos no final da escolaridade obrigatória, considerou-se que os valores patentes no gráfico poderiam gerar alguma dúvida nos alunos sobre a efectiva contribuição do dióxido de carbono para o aumento da retenção de radiação infravermelha. Neste contexto, decidiu-se manter a questão e aceitar que os alunos deveriam seleccionar a opção “Tenho dúvidas”, tendo em conta que as considerações explicitadas pelos professores proporcionaram algumas informações, não só acerca da resposta que os mesmos esperavam que os alunos estabelecessem, mas também relevantes para a identificação de algumas das evidências empíricas e limitações associadas ao estudo do cientista. Concluído este processo obteve-se a versão final do questionário (Anexo I), constituído por duas partes e quatro questões, sendo três delas (questões 1, 2 e 4) do tipo aberto e uma do tipo semi-aberto (questão 3). Note-se, porém, que a questão 1 é constituída por duas sub-questões. A primeira era do tipo fechado e a segunda do tipo aberto. A estrutura do questionário, tipo teste de conhecimentos, apresenta-se no quadro 6, explicitando-se, no mesmo, os objectivos específicos relativos a cada uma das questões incluídas no teste.

Quadro 6 – Objectivos das questões incluídas no questionário ministrado aos alunos

<b>Questões</b>	<b>Objectivos específicos</b>
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar os elementos argumentativos, propostos por Toulmin, utilizados pelos alunos na avaliação das informações apresentadas pelo cientista.</li> <li>▪ Caracterizar a qualidade com que os alunos avaliam a argumentação apresentada pelo cientista, atendendo às seguintes dimensões de análise: suficiência dos Dados; relação entre as Dados, Justificações e Conclusão; identificação de limitações no estudo do cientista.</li> </ul>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar os elementos argumentativos, propostos por Toulmin, utilizados pelos alunos na argumentação de uma tese, sobre a qual foram disponibilizadas informações teóricas e empíricas.</li> <li>▪ Caracterizar a validade da tese estabelecida atendendo às seguintes dimensões de análise: suficiência dos Dados; relação entre os Dados, as Justificações e a Conclusão; validade científica das informações não disponibilizadas.</li> </ul>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Averiguar se os alunos conseguem identificar Dados e Justificações num conjunto de informações facultadas.</li> </ul>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar os elementos argumentativos, propostos por Toulmin, utilizados pelos alunos na argumentação de uma tese, sobre a qual não foram disponibilizadas informações teóricas e empíricas.</li> <li>▪ Caracterizar o tipo de fundamentos, não disponibilizados e que foram utilizados pelos alunos na defesa da tese.</li> </ul>

### **3.6. Recolha de dados**

No âmbito da recolha de dados, as escolas cujas turmas participaram foram contactadas por carta (Anexo II), sendo nesse contacto solicitada autorização para administração dos questionários.

A primeira parte do questionário foi ministrada no mês de Janeiro e a segunda parte no mês de Março do ano lectivo 2007/2008. No processo de recolha de dados houve o cuidado de não fazer coincidir a sua aplicação com momentos de avaliação escolar, no sentido de potenciar a motivação e atenção dos respondentes.

Para a administração dos questionários, a investigadora solicitou aos professores, de cada uma das escolas, que não prestassem qualquer auxílio relativamente às respostas dos alunos e que não permitissem a partilha de opiniões entre alunos. Para além disso, as únicas informações às quais os alunos poderiam ter acesso resumiam-se às disponibilizadas no questionário. Com base nos dados recolhidos na fase de validação do questionário, determinou-se que, para a resposta a cada uma das partes do questionário, fosse concedido um intervalo de tempo de vinte minutos.

A recolha dos questionários preenchidos foi realizada pela investigadora, sendo que esse acontecimento sucedeu na mesma semana em que estes haviam sido ministrados.

Embora os questionários requeressem a identificação dos alunos, esta não foi divulgada. O seu conhecimento foi necessário não só para o reconhecimento dos alunos na primeira e segunda parte dos questionários, mas também para permitir o estudo de possíveis relações entre a qualidade argumentativa e o aproveitamento escolar dos alunos.

### **3.7. Tratamento e análise dos dados**

Todas as respostas recolhidas através do questionário foram alvo de uma análise de conteúdo (McMillan & Schumacher, 2001), com vista a dar resposta às questões de investigação formuladas no capítulo I. Assim, numa primeira fase, efectuou-se, separadamente, para cada uma das respostas às questões 1, 2 e 4, uma análise de conteúdo, com vista à identificação de respostas similares, baseada na identificação e agrupamento dos elementos argumentativos propostos por Toulmin, a fim de analisar a validade formal dos argumentos produzidos pelos alunos nas diversas situações previstas no questionário. No quadro 7 explicita-se a simbologia utilizada na designação e na caracterização de cada um dos elementos estudados, que coincide

com a utilizada no modelo argumentativo proposto por Toulmin, já apresentado no capítulo II deste documento.

Quadro 7 – Caracterização dos elementos argumentativos identificados nas respostas dos alunos

<b>Elementos</b>	<b>Simbologia</b>	<b>Caracterização dos Elementos</b>
Conclusão	C	▪ Tese que se pretende estabelecer.
Dados	D	▪ Evidências empíricas que apoiam e fundamentam a Conclusão.
Justificação	J	▪ Enunciados que relacionam os Dados e/ou Fundamentos teóricos com a Conclusão.
Fundamentação Teórica	F	▪ Conhecimento(s) cientificamente aceite(s) que assegura(m) a aceitabilidade da Justificação.
Condições de Refutação	R	▪ Circunstâncias que colocam em causa a aceitabilidade da Justificação e/ou a validade da Conclusão.
Qualificador Modal	Q	▪ Enunciados que caracterizam o grau de confiança da Justificação e/ou da Conclusão.

A análise das respostas à questão 1 centrou-se no estudo dos elementos apresentados no quadro 7, tendo sido criadas diversas categorias correspondentes aos diversos conjuntos de elementos identificados nas respostas. Assim, depois de se identificarem os elementos presentes em cada resposta, procedeu-se à organização dos mesmos em sequências argumentativas ou agrupamentos de elementos argumentativos. Este procedimento foi similar ao utilizado por Erduran, Simon & Osborne (2004). Todavia, o Qualificador modal (Q) foi alvo de uma análise independente, dada a sua baixa frequência e o facto de a sua inclusão aumentar bastante o número de agrupamentos de elementos argumentativos identificados.

Para efeitos de análise das respostas à questão 2 foram criadas categorias de resposta semelhantes às mencionadas para a questão 1, com recurso à mesma metodologia. Contudo, esta análise excluiu a identificação dos seguintes elementos argumentativos: Refutação (R) e Qualificador modal (Q). A exclusão do elemento Refutação (R) aconteceu por se considerar que este não iria ser utilizado pelos alunos, visto ter-se solicitado que argumentassem em defesa da redução das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. O Qualificador modal (Q), também, acabou por ser desprezado na análise, pelo facto de nenhum dos alunos recorrer ao mesmo.

A análise das respostas à questão 4 centrou-se no estudo dos elementos argumentativos Conclusão (C), Justificação (J) e Fundamentos teóricos (F), e na análise do tipo de fundamentos utilizados pelos alunos e dos argumentos associados a cada um destes tipos de fundamentos. Na análise das respostas a esta questão, foram criadas categorias de resposta semelhantes às mencionadas para as questões 1 e 2, com recurso à mesma metodologia. O reduzido número de

elementos argumentativos estudados é justificado pelo objectivo e condições da questão. A questão formulada requeria que os alunos argumentassem em defesa da continuidade da laboração de uma empresa emissora de grandes quantidades de gases de efeito estufa que o governo pretendia encerrar. Não foram facultadas quaisquer informações no âmbito do tema da questão, pelo que se pretendia conhecer de que forma os alunos apoiariam a sua tese, nestas condições. Assim, uma vez que não foram disponibilizadas evidências empíricas (Dados), não fazia sentido analisar se estes elementos argumentativos eram utilizados nas respostas analisadas. A Refutação (R) e o Qualificador modal (Q) também não foram identificados, uma que não foram utilizados pelos alunos.

A análise das respostas à questão 3 foi diferente da análise, acima descrita, realizada para as outras questões (1, 2 e 4). Centrou-se, tal como já foi referido, nos elementos designados pelos símbolos J e D e requeria que os alunos identificassem, entre as informações disponibilizadas no diário do cientista, Dados e Justificações, pretendendo-se conhecer quais os alunos que conseguiam identificar cada um destes elementos e quais conseguiam identificar ambos. Procedeu-se desta forma dado a mesma visar, somente, conhecer a capacidade de identificação dos elementos argumentativos: Dados e Justificação. Uma vez que no estudo do cientista não eram facultados muitos Dados, isto é, valores de medições e/ou observações, consideraram-se Dados as informações, apresentadas no diário do cientista, que constituíam resultados de medições. Por exemplo, a diminuição da percentagem de radiação infra-vermelha irradiada pela Terra.

Numa segunda fase e uma vez que a primeira análise efectuada, apenas, informa se o aluno refere um determinado elemento argumentativo e não permite caracterizar a qualidade dessa referência e/ou as relações que estabelece entre os elementos referidos, considerou-se pertinente complementar esta análise, nas questões em que foram disponibilizadas informações empíricas e teóricas (questões 1 e 2), atentando às seguintes dimensões de análise: suficiência dos dados (dimensão I); relação entre Dados, Fundamentos teóricos e Conclusões (dimensão II); identificação de limitações no estudo (dimensão III); validade científica das informações não disponibilizadas (dimensão IV).

Note-se, porém, que nem todas as dimensões de análise foram estudadas em ambas as questões, uma vez que os aspectos de cada uma das dimensões de análise nem sempre se coadunavam com os elementos mencionados pelos alunos nas suas respostas. Assim, as respostas dadas à questão 1 foram analisadas segundo as dimensões I, II e III e as respostas

fornecidas à questão 2 foram analisadas segundo as dimensões I, II e IV. As respostas dadas à questão 3 não foram alvo deste tipo de análise, visto a mesma ter como finalidade conhecer se os alunos eram capazes de identificar, correctamente, Dados e Justificações. No que diz respeito às respostas dadas à questão 4, também, não se efectuou a análise segundo as dimensões supra mencionadas, uma vez que não foram disponibilizadas evidências empíricas aos alunos e o objectivo da mesma se centrar no tipo de fundamentos utilizados pelos discentes. A análise do tipo de fundamentos baseou-se no estudo realizado por Sadler & Fowler (2006).

Para cada uma destas dimensões, utilizadas na análise das respostas dos alunos, estabeleceu-se um sistema de categorias, sendo, cada uma delas, correspondente a um dado nível de consecução, efectuando-se a sua caracterização no quadro 8, no qual se apresenta um exemplo de resposta para cada um dos níveis definidos. Em cada exemplo de resposta explicitado, identifica-se o aluno e a questão em que foi dada a resposta. Para denominar o aluno utilizou-se a notação Ax, sendo que x representa o número atribuído ao aluno na investigação. A questão no âmbito da qual foi dada esta resposta, denominou-se de Qy, sendo y o número relativo à questão.

No que concerne à dimensão I, suficiência dos Dados, pretendeu-se distinguir as respostas dos alunos quanto ao número de Dados que utilizam, isto é, se os alunos recorreram ou não a todos os Dados disponibilizados no diário do cientista. Esta dimensão abrange quatro categorias (níveis): o nível 0 classificou as respostas que não recorrem a Dados; no nível 1, incluíram-se as respostas que utilizam 1 ou 2 Dados; o nível 2, classificou as respostas que apresentaram 3 ou 4 Dados; o nível 3, as que utilizaram todos os Dados disponibilizados no diário. Esta análise foi realizada atendendo a que há estudos que permitiram constatar, designadamente, que os alunos têm dificuldades em recorrer a todos os Dados disponíveis (Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000) e que não os utilizam em detrimento de conhecimentos que já detêm (Díaz Bustamante, 1999; Sardà Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Sunal, Sunal & Tirri, 2001).

No que respeita à dimensão II, pretendeu-se estudar quais as relações que os alunos são capazes de estabelecer entre os elementos Dados, Justificações e Conclusão. Note-se que os mesmos podem não referir todos os Dados e Justificações, mas entre aqueles que estes referem, quis-se estudar se os discentes efectuam todas as relações possíveis e necessárias entre os mesmos e a Conclusão. Obviamente, as respostas analisadas nesta dimensão abrangem, no mínimo, pelo menos um elemento caracterizado como Dado, outro como Justificação e outro como Conclusão, ou seja, argumentos com validade formal. Na dimensão II sistematizaram-se três categorias (níveis): o nível 0 classificou as respostas que não apresentaram relações entre os

elementos ou que o fazem incorrectamente; o nível 1 inclui as respostas que estabeleceram algumas relações entre os elementos que apresentam. o nível 2 classificou as respostas que estabeleceram todas as relações possíveis entre os elementos que referiram. Esta análise foi realizada, visto alguns estudos (Sardà Jorge e Sanmartí Puig, 2000; Kelly & Takao, 2006; Sadler & Fowler, 2006) terem constatado que os alunos têm dificuldades em estabelecer relações entre os elementos argumentativos que utilizam.

Quanto à dimensão III, pretendeu-se conhecer se os alunos eram capazes de identificar limitações no estudo apresentado no diário do cientista e o tipo de limitações que identificavam. Neste sentido, definiram-se quatro categorias (níveis): o nível 0 classificou as respostas onde não foi mencionada qualquer limitação no estudo; no nível 1 foram incluídas as respostas que referiram limitações relacionadas com a credibilidade das fontes ou com a suficiência do estudo do cientista; o nível 3 incluiu as respostas que expuseram ambas as limitações anteriormente referidas. A identificação das limitações baseou-se nas respostas fornecidas pelos professores no processo de validação e foi realizada pelo facto de alguns autores (Sunal, Sunal & Tirri, 2001) referirem que, apenas, os alunos com um aproveitamento escolar mais elevado conseguem identificar limitações nas informações que lhes são disponibilizadas.

Finalmente, em relação à dimensão IV pretendeu-se caracterizar a validade científica de informações mencionadas pelos respondentes e que não haviam sido disponibilizadas. Neste âmbito, tinha-se o objectivo de conhecer se os alunos dão primazia às informações cientificamente aceites, quando recorrem a informações não fornecidas. O sistema de categorias (níveis) utilizado nesta dimensão foi quaternário: no nível 0 incluíram-se as respostas que não apresentaram informações válidas para o estabelecimento da Conclusão; o nível 1 classificou as respostas que utilizaram informações incorrectas, do ponto de vista científico; no nível 2 classificaram-se as respostas que forneceram informações, cientificamente, válidas e não previstas; o nível 3 incluiu as respostas que utilizaram apenas informações com validade científica. Esta análise foi adaptada da realizada por Clark & Sampson (2008).

Para cada uma das categorias subjacentes a cada uma das dimensões de análise, calculou-se a percentagem com que cada uma das respostas, dadas pelos alunos, se integrou em cada uma das categorias (níveis). A apresentação dos resultados explicitou-se em forma de tabela.

Numa terceira fase da análise, estudou-se a possível relação entre o aproveitamento escolar dos alunos e o desempenho dos mesmos, em termos da validade formal dos argumentos (questões 1, 2 e 4) ou em termos da identificação de Dados e/ou Justificações (questão 3).

No âmbito do aproveitamento escolar consideraram-se as disciplinas de Língua Portuguesa e Ciências Físico-Químicas, uma vez que a actividade escrita (questionário tipo teste de conhecimentos) envolvia a leitura, a interpretação de um excerto e a elaboração de uma resposta com alguma extensão. O conhecimento do aproveitamento dos alunos na disciplina de Língua Portuguesa era importante, uma vez que as capacidades linguísticas dos alunos podiam afectar a consecução dos mesmos na investigação/argumentação. Também se atentou ao nível de aproveitamento na disciplina de Ciências Físico-Químicas, visto o tema em foco, na actividade escrita, ser abordado nesta disciplina e por, a mesma, envolver o uso de competências argumentativas científicas, que se admitem, segundo as orientações curriculares, ser potenciadas no seio da mesma. Os dados relativos ao aproveitamento escolar dos alunos foram cedidos pelos directores de turma, e dizem respeito ao segundo período lectivo do ano 2007/2008. Serão utilizadas, no relato da investigação, as seguintes siglas, LP e CFQ, para designar as disciplinas de Língua Portuguesa e de Ciências Físico-Químicas, respectivamente.

Com a finalidade de minimizar as limitações associadas à técnica e ao tipo de questionário repetiu-se a análise de um subconjunto de respostas, algum tempo após à primeira análise, verificando-se que os resultados das duas análises eram consistentes.