



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Sofia Carvalho Lobarinhas de Miranda

**Falar e Escrever Ciência. As competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas***

Sofia Carvalho Lobarinhas de Miranda  
**Falar e Escrever Ciência. As competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas***

UMinho | 2016

janeiro de 2016



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Sofia Carvalho Lobarinhas de Miranda

**Falar e Escrever Ciência. As competências  
cognitivo-linguísticas na aprendizagem da  
temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas***

Relatório de Estágio  
Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3ºCiclo do Ensino  
Básico e no Ensino Secundário

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Doutor José Luís de Jesus Coelho da Silva**

janeiro de 2016

## DECLARAÇÃO

NOME: Sofia Carvalho Lobarinhas de Miranda

ENDEREÇO ELETRÓNICO: sofialobarinhas@hotmail.com

TÍTULO DO RELATÓRIO: Falar e Escrever Ciência. As competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas*

ORIENTADOR: Doutor José Luís de Jesus Coelho da Silva

DESIGNAÇÃO DO MESTRADO: Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTES RELATÓRIOS APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, \_\_\_\_ de janeiro de 2016

Assinatura: \_\_\_\_\_

(Sofia Carvalho Lobarinhas de Miranda)

*À minha avó Cândida,  
minha estrela mais brilhante.*



*"Segue o teu destino,  
Rega as tuas plantas,  
Ama as tuas rosas,  
O resto é a sombra  
De árvores alheias."*

Ricardo Reis



## AGRADECIMENTOS

Na realização deste relatório de estágio várias são as pessoas que foram cruciais no seu desenvolvimento. O espaço torna-se limitado para agradecer a todas as pessoas que me ajudaram e tornaram possível a concretização de mais uma etapa.

Em primeiro lugar, as minhas palavras de gratidão são para o Professor José Luís Coelho da Silva pela orientação, pelo apoio incondicional, pela disponibilidade e por todo o conhecimento que me prestou. Agradeço toda a confiança que sempre depositou em mim e responsabilidade para concretizar este relatório. Guardarei todos os ensinamentos e espero um dia cumprir o que me ensinou.

À Professora Maria Emília Poças por todo o apoio e incentivo na intervenção pedagógica, bem como a disponibilidade que sempre revelou para comigo, nomeadamente no estágio e no auxílio na construção deste relatório.

Um agradecimento especial para os meus Pais, os companheiros de minha vida, pela compreensão e encorajamento que sempre manifestaram e que tornaram possível a concretização desta etapa. Agradeço todo o carinho e orgulho despojado em mim. Agradeço à minha irmã, a leitura e revisão do relatório, o entendimento manifestado nos momentos de mais trabalho e a sua amizade. Ao meu avô Zé Maria, à minha avó Salete e à Madrinha que partilham a felicidade nesta minha concretização.

Ao Carlos pelo apoio incondicional, pela dedicação, pela preocupação e pelo tempo que não o dediquei e que sempre prestou em ceder para a conclusão desta etapa. A sua disponibilidade e amizade tornaram todo este percurso mais fácil e feliz. É com gratidão que partilho este caminho com ele.

Ao João Correia pelo companheirismo, pelo apoio e pelas palavras de força manifestadas durante o Mestrado, a intervenção pedagógica e a construção do relatório de Estágio. Agradeço aos meus amigos de longa e de curta data que de uma maneira ou de outra marcaram-me e ajudaram-me a ganhar força. Pela sua excelente amizade e companheirismo agradeço à Maria de Fátima, à Joana Salazar, à Marta, à Áurea Sofia, à Marisa, à Diana, à Catarina, à Manuela Craveiro e ao João Costa.

Guardo todas as inquietações e sucessos partilhados com o meu colega de estágio e com as minhas colegas de trabalho do centro de estudos Acima da Média, a professora Carla Carvalho e a professora Sandra Passos.



## Falar e Escrever Ciência.

### As competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas*

#### RESUMO

O reconhecimento da importância da comunicação não só na construção e disseminação do conhecimento científico mas também na aprendizagem das Ciências conduziu à idealização, conceção, implementação e avaliação de uma estratégia de intervenção pedagógica assente no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – no âmbito da exploração da temática *Magmatismo, rochas magmáticas* da disciplina de Biologia e Geologia do curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias do 11º ano de escolaridade. O estudo envolveu uma turma de 26 alunos e foi desenvolvida no ano letivo de 2012/2013. A intervenção pedagógica caracteriza-se, globalmente, pela articulação de quatro atividades de aprendizagem direcionadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas e do conhecimento científico.

A avaliação da intervenção pedagógica incidiu na identificação do impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos, das vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas e das dificuldades sentidas pelos alunos na sua consecução. Os resultados da avaliação apontam o contributo das práticas pedagógicas no desenvolvimento não só das competências cognitivo-linguísticas mas também de outras competências de âmbito transversal/transferível (comunicação oral e escrita) e da compreensão do conhecimento substantivo. A colaboração, a motivação, o desafio e a responsabilidade são potencialidades apontadas pelos alunos à intervenção pedagógica. São também assinaladas dificuldades que reforçam a importância da exploração educativa das competências cognitivo-linguísticas. A aprendizagem significativa destas competências implica que sejam objeto de exploração transversal e que não se limite a momentos pontuais.



## Speaking and Writing Science.

### Cognitive-linguistic skills in learning about *Magmatism, Magmatic Rocks*

#### ABSTRACT

Recognition of the importance of communication not only in the construction and dissemination of scientific knowledge but also in the learning of Science led to the ideation, design, implementation and evaluation of a pedagogical intervention strategy based on the development of cognitive-linguistic skills - *Define, Describe, Explain and Argue* - within the framework of exploring the theme of *Magmatism, magmatic rocks* in the class of Biology and Geology in the course of Scientific-Humanistic of Sciences and Technologies of the 11th grade. The study involved a group of 26 students and was undergone during the academic year of 2012/2013. The educational approach is characterized, broadly by the articulation of four learning activities targeted at developing skills in both the cognitive-linguistic and scientific knowledge.

The evaluation of the pedagogical intervention focused on identifying the impact of the pedagogical intervention in the development of the students cognitive-linguistic skills in the educational benefits of learning activities aimed at the development of cognitive-linguistic skills and the difficulties experienced by students in performing the learning activities. The results of the evaluation indicate the contribution of teaching practices in the development not only of cognitive-linguistic skills but also in other transversal/transferable skills (oral and written communication) and in the understanding of substantial knowledge. The collaboration, motivation, challenge and responsibility are potentials pointed out by students regarding the pedagogical intervention. Difficulties are also visible, indicating the importance of reinforcing the educational exploration of cognitive-linguistic skills. The meaningful learning of these skills implies that they be the subject of transversal exploration and not limited to occasional moments.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	VII
RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	XI
ÍNDICE GERAL .....	XIII
ÍNDICE DE QUADROS .....	XVII
I – APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO ESTUDO NO CONTEXTO DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES .....	1
Introdução .....	1
1.1. Apresentação sumária do estudo .....	1
1.2. Enquadramento do estudo no mestrado em ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário .....	2
1.3. Objetivos do estudo .....	3
1.4. Relevância do estudo.....	5
1.5. Limitações do estudo .....	8
1.6. Estrutura geral do relatório .....	9
II – FALAR E ESCREVER CIÊNCIAS: COMPETÊNCIAS COGNITIVO-LINGUÍSTICAS .....	11
Introdução .....	11
2.1. Relevância da comunicação na Investigação Científica e na Educação em Ciências .....	11
2.1.1. O papel da comunicação na criação científica .....	11
2.1.2. O papel da comunicação na Educação em Ciências .....	12
2.2. Papel das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem em Ciências ..	19
2.3. Competências cognitivo-linguísticas: uma conceptualização .....	20
2.4. Estratégias de abordagem das competências cognitivo-linguísticas .....	27

III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	31
Introdução .....	31
3.1. Procedimentos seguidos na caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica .....	31
3.2. Procedimentos seguidos na avaliação da intervenção pedagógica .....	33
IV – INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA .....	39
Introdução .....	39
4.1. Caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica .....	39
4.2. Descrição da intervenção pedagógica .....	48
V – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA .....	57
Introdução .....	57
5.1. Perceção dos alunos acerca do impacto da intervenção pedagógica na aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas .....	57
5.2. Perceção dos alunos acerca das vantagens educativas da exploração das competências cognitivo-linguísticas .....	63
5.3. Dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo- linguísticas .....	73
VI – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES.....	81
Introdução .....	81
6.1. Conclusões do estudo .....	81
6.2. Implicações do estudo .....	82
6.3. Sugestões para futuras investigações .....	84
6.4. Do Eu pessoal ao Eu profissional .....	84

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
ANEXOS .....	97
Anexo 1 – Questionário inicial .....	99
Anexo 2 – Atividade de Aprendizagem – <i>Identificação de competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas</i> .....	103
Anexo 3 – Atividade de Aprendizagem – <i>Mobilização de Provas Científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática</i> .....	109
Anexo 4 – Questionário de avaliação final global .....	115
Anexo 5 – Atividade de Aprendizagem – <i>(Re)Construção do significado de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar</i> .....	121
Anexo 6 – Atividade de Aprendizagem – <i>Mobilização de Provas Científicas na Seleção da Melhor Explicação: Consolidação de Magmas</i> .....	127
Anexo 7 – Exemplo de um texto de cariz argumentativo .....	133



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1:	Estrutura do curso e do Estágio Profissional do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário .	3
Quadro 3.1:	Relação Objetivo de investigação – Questões – Informações a obter .....	32
Quadro 3.2:	Relação Objetivo de investigação – Questões – Informações a obter .....	34
Quadro 4.1:	Grupo de alunos do 11º ano participantes no estudo .....	40
Quadro 4.2:	Perceção dos alunos do 11º ano sobre a incidência atribuída à exploração das competências cognitivo-linguísticas nas várias disciplinas .....	41
Quadro 4.3:	Temáticas/conteúdos implicados na de exploração das competências cognitivo-linguísticas nas várias disciplinas, segundo a perceção dos alunos do 11º ano .....	42
Quadro 4.4:	Estrutura da intervenção pedagógica .....	49
Quadro 4.5:	Estrutura da atividade de aprendizagem <i>(Re)Construção do significado de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar</i> .....	50
Quadro 4.6:	Estrutura da atividade de aprendizagem <i>Identificação das competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em texto científicos</i> .....	52
Quadro 4.7:	Estrutura da atividade de aprendizagem <i>Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação</i> .....	54
Quadro 4.8:	Estrutura da atividade de aprendizagem <i>Mobilização de provas científicas para a construção de justificações</i> .....	55
Quadro 5.1:	Perceção dos alunos acerca do impacto educativo da intervenção pedagógica .....	58
Quadro 5.2:	Perceção dos alunos acerca do impacto da exploração da atividade – <i>Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática</i> – na aprendizagem da argumentação .....	61
Quadro 5.3:	Ideias associadas às atividades de aprendizagem focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas .....	64
Quadro 5.4:	Vantagens educativas atribuídas pelos alunos à exploração das competências cognitivo-linguísticas .....	71

Quadro 5.5: Percepção dos alunos acerca das dificuldades sentidas na resolução da atividade de aprendizagem <i>Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas</i> .....	74
Quadro 5.6: Percepção dos alunos acerca das dificuldades sentidas na resolução da atividade de aprendizagem <i>Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática</i> .....	75
Quadro 5.7: Percepção dos alunos sobre as atividades de aprendizagem em que sentiram maiores dificuldades .....	76
Quadro 5.8: Razões apontadas pelos alunos para as dificuldades sentidas na consecução das atividades de aprendizagem .....	77

# I – APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO ESTUDO NO CONTEXTO DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

## Introdução

O presente capítulo é constituído por seis secções que incidem na apresentação global do estudo e no enquadramento no contexto de formação inicial de professores. Inicia-se com a apresentação do plano geral do estudo de modo a fornecer uma visão global do estudo que facilite a compreensão das secções seguintes. A segunda secção enquadra o estudo no contexto de formação inicial de professores na Universidade do Minho através da especificação do plano do curso de Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Posteriormente, são especificados os objetivos de formação e de investigação que presidiram à operacionalização do estudo, é referida a relevância do estudo e indicadas as suas limitações. Por fim, é apresentada a estrutura geral do presente documento.

### 1.1. Apresentação sumária do estudo

A intervenção pedagógica consistiu na implementação articulada de um conjunto de atividades de aprendizagem direcionadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – no âmbito da exploração do conhecimento da temática *Magmatismo – rochas magmáticas* inserida na unidade didática *Processos e Materiais geológicos importantes em ambientes terrestres*. A intervenção pedagógica decorreu no ano letivo 2012/2013 numa Escola Secundária/3, durante 9 aulas (8 aulas de 90 minutos e uma aula de 135 minutos), numa turma do 11º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia do curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias.

O presente estudo assentou na consecução de quatro atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas, compreendendo processos de natureza reflexiva, dialógica e colaborativa, com o objetivo de, simultaneamente, contribuir para a aprendizagem do conhecimento substantivo, processual e epistemológico. A primeira atividade de aprendizagem esteve focalizada na conceptualização das competências cognitivo-linguísticas e as restantes focalizadas no desenvolvimento e mobilização das competências cognitivo-linguísticas a par da compreensão do respetivo conhecimento substantivo.

A avaliação da operacionalização da intervenção pedagógica incidiu na identificação do impacto da mesma no desenvolvimento das competências linguísticas dos alunos, na identificação das vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem e na identificação das dificuldades sentidas pelos alunos na consecução dessas mesmas atividades. Estes objetivos de avaliação foram conseguidos através da utilização da técnica de análise de conteúdo e da contabilização de respostas obtidas através do instrumento implementado após a intervenção pedagógica bem como através de duas atividades de aprendizagem selecionadas pela sua complexidade e enfoque. A análise incidiu em procedimentos qualitativos integrados com procedimentos quantitativos recorrendo ao cálculo de frequências e percentagens para determinar tendências e regularidades.

## **1.2. Enquadramento do estudo no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário**

A intervenção pedagógica, presente neste estudo, decorreu no âmbito da unidade curricular *Estágio Profissional* do curso de Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Esta unidade curricular constitui a última etapa de um ciclo de estudos com a duração de dois anos letivos. O Quadro 1.1 apresenta o enquadramento do Estágio Profissional do curso de mestrado anteriormente assinalado.

A unidade curricular *Estágio Profissional* compreende seis módulos lecionados no primeiro e no segundo semestres do segundo ano do respetivo curso de mestrado, que possibilitam o início à prática profissional. Estes módulos podem ser agrupados em três áreas: Análise do contexto de intervenção pedagógica (módulos 1.1, 1.2 e 1.3); Seminários de Biologia e Geologia (módulos 2.1 e 2.2) e Intervenção pedagógica (módulo 3). Os módulos 1.1 e 3 são desenvolvidos na Escola Básica e/ou Secundária segundo a orientação do Supervisor de Estágio da Universidade e do Orientador Cooperante da respetiva escola. Os restantes módulos são lecionados na Universidade sob a responsabilidade dos docentes dos respetivos módulos curriculares. O módulo 3 compreende a construção de um projeto de intervenção pedagógica supervisionada, o desenvolvimento e implementação da intervenção pedagógica (prática-letiva) e o desenvolvimento do Portefólio e Relatório de Estágio Profissional.

Quadro 1.1: Estrutura do curso e do Estágio Profissional do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (Adaptado de Costa, Coelho da Silva & Poças, 2012)

ANO	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	
1º	Metodologia do Ensino da Biologia e Geologia I	Metodologia do Ensino da Biologia e Geologia II	
	Correntes Fundamentais da Pedagogia	Coordenação Educativa e Direção de Turma	
	Desenvolvimento Curricular	Psicologia da Motivação e da Aprendizagem	
	Sociologia da Educação e Profissão Docente	Tecnologia Educativa	
	Seminário em Biologia	Seminário em Geologia	
2º	Avaliação e Conceção de Materiais Didáticos de Biologia e Geologia		
	Ética e Deontologia da Prática Docente <sup>a</sup>	Organização da Escola <sup>a</sup>	Psicologia da Adolescência <sup>a</sup>
	ESTÁGIO PROFISSIONAL		

  

**Legenda – a) Nota 1:** Unidades Curriculares opcionais, sendo da responsabilidade dos alunos a escolha de apenas uma. **b) PCAA:** Projeto Curricular e Ambientes de Aprendizagem; **SB/G:** Seminário em Biologia ou Geologia; **GPCA:** Gestão de Problemas de Comportamento e de Aprendizagem

### 1.3. Objetivos do estudo

A intervenção pedagógica centrou-se na conceptualização e mobilização das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – e na exploração destas no desenvolvimento do conhecimento substantivo, epistemológico e processual da temática *Magmatismo, Rochas Magmáticas* da unidade didática *Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres* (v. Mendes & Amador, 2003), no 11º ano de escolaridade da disciplina de Biologia e Geologia do curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias (v. Decreto-Lei nº 139/2012 de 5 de julho). Desta forma, o presente estudo assenta nos seguintes objetivos de aprendizagem:

- Tomar consciência do significado atribuído às competências cognitivo-linguísticas *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*;
- (Re)Construir o significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*;
- Desenvolver a compreensão acerca do significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*;
- Compreender os processos de formação de magmas;
- Relacionar a diversidade de magmas com os processos de formação;
- Desenvolver a capacidade de mobilização de provas e dados experimentais na construção de explicações para um fenómeno científico;
- Desenvolver a capacidade de construção de justificações a partir de ideias e provas que as sustentam;
- Relacionar diferenciação magmática e cristalização fracionada com a diversidade de rochas magmáticas;
- Monitorizar a aprendizagem.

Os objetivos de investigação incidem na caracterização do contexto educativo e na avaliação da intervenção pedagógica:

- Caracterizar biograficamente o grupo de alunos participantes no estudo;
- Caracterizar as perceções dos alunos sobre a exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem;
- Identificar o valor educativo atribuído às competências cognitivo-linguísticas em documentos oficiais orientadores do processo de ensino e de aprendizagem;
- Identificar o impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos;
- Identificar as vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas;
- Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas.

Os três primeiros objetivos referem-se à caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica e os restantes à avaliação da intervenção pedagógica. A formação profissional da estagiária, num cenário educativo de natureza dialógica e colaborativa, reúne um conjunto de competências e aprendizagens no desenvolvimento deste estudo. Nomeadamente, compreende o desenvolvimento da capacidade de interpretação de documentos oficiais, a reflexão sobre as perceções e representações prévias dos alunos no âmbito das competências cognitivo-linguísticas, a construção de materiais didáticos orientados para aprendizagem dos alunos adequados ao contexto educativo e em articulação com a construção de instrumentos de avaliação pedagógica durante e após a intervenção pedagógica.

#### 1.4. Relevância do estudo

A importância deste estudo prende-se com enfoques de caráter investigativo sobre as práticas educativas no processo de ensino e de aprendizagem e com o valor da comunicação e da Educação Cidadã na mobilização das competências cognitivo-linguísticas.

A investigação sobre as práticas educativas no processo de ensino e aprendizagem torna-se fundamental para o melhoramento das mesmas e para a evolução da Ciência em Educação. A investigação-ação é referida por Carr & Kemmis (1986 citado em Pereira, 2008) como uma forma de investigar e de refletir sobre as práticas sociais de profissionais que pretendam “fomentar a racionalidade e justiça de suas próprias práticas” (Carr & Kemmis, 1986, citado em Pereira, 2008: 12). A investigação educativa, segundo os resultados obtidos na prática educativa experienciada, passa pela reflexão, pesquisa teórica e prática de contextos sociais e históricos que permitem aplicar e criticar. A primazia de qualquer investigação educativa deverá ser a promoção da aprendizagem dos seus alunos e a intervenção passiva e crítica destes na sociedade. Um professor que reflete sobre a sua prática consegue investigar e adotar melhorias na sua intervenção pedagógica e, conseqüentemente, proporcionar aos alunos o apoio à aprendizagem. A reflexão na prática profissional em contexto educativo tem um lugar fundamental, pois o professor que questiona e examina a sua prática educativa consegue construir um contexto único para a sua turma bem como exteriorizar a sua intervenção.

Atualmente, reconhece-se que as práticas educativas devem centrar-se no aluno, permitindo que este seja responsável pela construção do seu conhecimento. A autonomia da aprendizagem tem sido alvo de vários estudos e valorizada por vários profissionais da educação (Gonçalves, 2012; Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007; Martín Ortega, 2008; Martín Ortega & Moreno, 2009). A competência aprender a aprender possui como enfoque o desenvolvimento da autonomia, uma vez que os alunos regulam os seus processos de aprendizagem, ou seja, permite que o aluno tome consciência das suas necessidades e procure adquirir capacidades que o possibilite assimilar novos conhecimentos para que possam ser usados no seu dia-a-dia (Martín Ortega, 2008). O professor tem, por isso, um papel de ajudar a adquirir essas capacidades e a assimilar conhecimentos, criando atividades, como debates e questões de reflexão que permitam causar a dúvida e interesse para a aprendizagem.

Aprender ciências doa ao aluno a herança cultural, partilha de significados e, ainda, a capacidade de tomar decisões e posições críticas para mudar e fazer evoluir a ciência (Henao & Stipcich, 2008). Aprender a linguagem científica, inclui leituras sobre ciência e intervenção em debates científicos, que contribuem para o desenvolvimento de capacidades críticas e reflexivas fundamentais na avaliação e validação de argumentos utilizados na imprensa e na televisão (Weelington & Osborne, 2001).

A comunicação, em todas as suas formas, é a base do processo de ensino, por isso, torna-se fulcral o desenvolvimento de estratégias e competências que melhorem a comunicação, estruturam o pensamento e, conseqüentemente, favoreçam a aprendizagem (Osborne, 2010). A comunicação oral e/ou escrita é considerada como processo facilitador do raciocínio, uma vez que a necessidade de debater, discutir, pensar e de mobilizar conteúdos e estruturas facilitam a aprendizagem. A citação, a seguir apresentada, evidencia esta importância da comunicação como processo fundamental para aprender:

“Para recordar o comunicar un proceso, es indispensable la lengua escrita. La comprensión de un texto requiere la lengua oral y el concurso de otros textos y conocimientos (intertextualidad). La discusión, la argumentación, el debate enseñan a pensar. Hablar, discutir, debatir sobre un texto mejora la comprensión. Leer mejora, facilita la escritura, ayuda a pensar. Las preguntas ayudan a pensar. Y así podríamos seguir indefinidamente.” (Márquez & Prat, 2005: 435).

A Educação em Ciências compreende várias atividades de diálogo e de debate acerca do conhecimento disciplinar e de temas socio-científicos, que permitem a consciencialização e reflexão individual. Por isso, torna-se relevante a aprendizagem de estratégias baseadas nas competências cognitivo-linguísticas. Estas competências são elementos estruturais fundamentais para a produção de diferentes tipos de texto e para a compreensão e reflexão de conhecimentos, conceitos, fatos inerentes:

“En efecto, las ciencias, y la misma clase, se desarrollan gracias a la autorregulación de las propias ideas, que tiene lugar a su vez a través del diálogo y de la comunicación escrita. (...) Pero en el estudio de una lengua no sólo es necesario conocer su vocabulário, sino sobre todo sus estructuras lingüísticas. (...) Estas estructuras se relacionan con las llamadas «habilidades cognitivo-lingüísticas», que se activan en el momento de producir o de intentar comprender un texto.” (Sanmartí, Izquierdo & García, 1999: 54-55)

“Algunas de estas habilidades cognitivas básicas se movilizan o activan para la producción de textos: son habilidades cognitivo-lingüísticas que fueron denominadas de este modo justamente por su dependência de los diferentes tipos de textos.” (Chion, 2010: 171)

Compreende-se uma relação intrínseca entre os conteúdos do pensamento com a estrutura linguística que se utiliza, uma vez que a forma lógica com que se expressa possibilita a sua aprendizagem e a percepção pelo recetor. Neste sentido, é reforçado pelo Ensino das Ciências o desenvolvimento da autonomia intelectual, dentro e fora da escola, e na mobilização de competências, como a explicação e argumentação para a construção da ciência (Henao & Stipcich, 2008).

A intervenção pedagógica, presente neste estudo, incidiu na exploração das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – pelo facto de vários autores considerarem como sendo as principais competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem das Ciências (Chion, 2011) e por as mobilizarem em atividades de aprendizagem para a promoção e desenvolvimento da comunicação científica (Chion, 2011; Jorba, Gómez & Prat, 2000; Izquierdo & Sanmartí, 2000; Pujol, 2007). Neste sentido, a exploração das competências cognitivo-linguísticas é significativamente relevante na educação em Ciências pelos contributos vários para a aprendizagem (Izquierdo & Sanmartí, 2000; Jorba, 2000; Archila, 2013):

- a) permite a negociação de ideias e decisões entre os diferentes atores intervenientes no processo de ensino e de aprendizagem;
- b) facilita a verbalização e explicação das representações dos alunos;
- c) contribui na construção e compreensão de textos, bem como na descrição e explicação de fenómenos e objetos;
- d) confere à linguagem a função de validação do conhecimento científico.

No contexto educativo, é necessário repensar no valor e na conceptualização destas competências cognitivo-linguísticas. Neste sentido, o aluno que consiga explicar determinado conceito, facto ou princípio científico mobiliza não só o conhecimento substantivo mas também a estruturação de uma competência essencial para que o leitor ou ouvinte consiga perceber o que transmite. Na sociedade, o correto uso das competências cognitivo-linguísticas torna-se a chave para que uma determinada mensagem possa ser recebida e confrontada.

A argumentação constitui uma competência essencial em Educação em Ciências, tanto como estratégia de avaliação, como de (re)construção do conhecimento científico. Promover a

argumentação no contexto educativo possibilita a avaliação dos procedimentos associados às práticas científicas, incentiva à evolução da ciência e à aceitação da comunidade estudantil e da sociedade em geral, isto porque o que os alunos discutem nas aulas tendem a utilizar no seu ambiente social e familiar (Lima, 2008). A avaliação e reflexão dos argumentos conduz à compreensão do conhecimento e, conseqüentemente, à sua construção. O aluno que questiona sobre determinado assunto ou que duvida sobre determinado facto está a mobilizar competências que o permitam justificar e refutar, conduzindo à mobilização da argumentação. O exercício de usar ou criar argumentos está condicionado pelo conhecimento adquirido. Assim, o professor deve contribuir para que nas aulas de ciências haja elementos teóricos e práticos que auxiliem o aluno na sua fundamentação e posição epistemológica (Quintanilla Gatica, 2006).

De facto, a linguagem coloca-se como uma importante atividade interventiva na Educação em Ciências, permitindo a mobilização do conhecimento científico e proporcionando o desenvolvimento de competências comunicativas. Neste sentido, cabe ao professor desenvolver as competências cognitivo-linguísticas como ferramentas fulcrais para a aprendizagem e construção do conhecimento dos seus alunos como para a promoção de cidadãos e cidadãs interventivos na sociedade.

### **1.5. Limitações do estudo**

As principais limitações inerentes a este trabalho prendem-se com a impossibilidade de implementação de algumas atividades orientadas para a regulação da aprendizagem, com a impossibilidade de discussão de alguns dados com os alunos e, ainda, com alguns condicionalismos na aplicação da técnica de análise de conteúdo dos dados recolhidos.

A estruturação inicial da intervenção pedagógica previa a implementação de algumas atividades orientadas para a regulação da aprendizagem pelo próprio aluno. A necessidade destas atividades regia-se pela consciencialização das aprendizagens efetuadas sobre os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos durante a intervenção pedagógica ou na atividade de aprendizagem implementada. Com estas atividades os alunos poderiam refletir sobre a sua própria aprendizagem, identificando o que aprenderam, o que lhes suscitou dúvidas e o que acrescentariam aos conteúdos, conceitos, ideias e competências aprendidas. As atividades possibilitavam, ainda, a avaliação, por parte da aluna estagiária, da atividade de aprendizagem implementada. Assim, permitiria envolver a monitorização da aprendizagem e o desenvolvimento

da competência aprender a aprender. Segundo Lopes & Silva (2012) a avaliação formativa possibilita ao professor e ao aluno refletirem nas suas metas de aprendizagem, na medida em que permite aos alunos compreenderem o que estão a aprender e como o estão a fazer, monitorizando a sua própria aprendizagem e ajudando a ultrapassar as suas dificuldades. A impossibilidade da sua implementação deveu-se à limitação do tempo.

A impossibilidade de discussão de alguns dados com os alunos durante a intervenção pedagógica deveu-se à limitação de tempo da intervenção pedagógica. A discussão no grupo turma das respostas dadas por estes alunos promoveria a construção de novas conceções e conhecimentos, bem como a reflexão da própria aprendizagem. Possibilitaria, também, uma avaliação mais precisa dos dados obtidos, ou seja, permitiria compreender as principais conceções sobre a exploração das competências cognitivo-linguísticas no ensino da Geologia e consequentemente no ensino das Ciências.

Para além destas limitações, é possível invocar também os condicionalismos associados à aplicação da técnica de análise de conteúdo, relativamente ao tratamento e análise de respostas dadas pelos alunos a questões de resposta aberta acerca do impacto da intervenção pedagógica, das vantagens educativas inerentes a esta e das dificuldades sentidas ao longo da consecução das atividades de aprendizagem orientadas no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas. A análise constituiu-se como um processo de cariz subjetivo devido à ausência de estruturas de categorização das respetivas repostas. Por este facto, foram necessários vários momentos de categorização por parte da aluna estagiária sob a orientação do Supervisor da Universidade, da orientadora cooperante e do colega estagiário.

## **1.6. Estrutura geral do relatório**

O presente relatório encontra-se estruturado em seis capítulos. Os vários capítulos compreendem uma introdução inicial que apresenta sumariamente os assuntos abordados nas secções que os constituem. Esta introdução tem como finalidade o auxílio na leitura do respetivo capítulo. Apresentam-se, de seguida, os capítulos que integram o presente relatório:

O Capítulo I – *Apresentação e enquadramento do estudo no contexto de formação inicial de professores* – descreve sumariamente o estudo e o enquadramento do mesmo no Mestrado em que se desenvolve, explicita a relevância da comunicação e do desenvolvimento das

competências cognitivo-linguísticas no Ensino das Ciências e no desenvolvimento profissional e expõe as principais limitações detetadas.

O Capítulo II – *Falar e Escrever Ciências: competências cognitivo-linguísticas* – assenta numa revisão da literatura e de obras relevantes no domínio deste estudo para a reunião sumária de algumas ideias principais que acentuam o quadro teórico subjacente.

O Capítulo III – *Metodologia de investigação* – apresenta as opções metodológicas de investigação na caracterização do contexto educativo e na avaliação da intervenção pedagógica.

O Capítulo IV – *Intervenção pedagógica* – incide na caracterização dos alunos participantes no estudo e do contexto educativo, nomeadamente na análise da perceção dos alunos acerca da exploração das competências cognitivo-linguísticas e na análise dos documentos oficiais orientadores das disciplinas curriculares. Neste capítulo é descrita, ainda, a intervenção pedagógica.

O Capítulo V – *Avaliação da intervenção pedagógica* – compreende a apresentação e análise dos dados recolhidos durante a intervenção pedagógica de acordo com os objetivos de estratégia de investigação na avaliação da intervenção pedagógica: impacto da intervenção pedagógica, vantagens educativas da exploração das competências cognitivo-linguísticas e dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem.

O Capítulo VI – *Conclusões, implicações e sugestões* – apresenta as principais conclusões assentes no presente estudo, as implicações educacionais, as sugestões para futuras investigações e as transformações do Eu profissional.

Por último, apresentam-se as referências bibliográficas e os anexos fundamentais para uma melhor compreensão do presente estudo.

## II – FALAR E ESCREVER CIÊNCIAS: COMPETÊNCIAS COGNITIVO-LINGUÍSTICAS

### Introdução

No presente capítulo efetua-se uma abordagem do quadro teórico que suporta a estratégia de intervenção pedagógica. Incide numa exploração sumária do papel da comunicação na investigação científica e no ensino das Ciências e do papel das competências cognitivo-linguísticas no processo de ensino e de aprendizagem. Contempla a conceptualização das competências cognitivo-linguísticas: *Definir*, *Descrever*, *Explicar* e *Argumentar* e a enumeração de algumas estratégias passíveis de serem implementadas.

### 2.1. Relevância da comunicação na Investigação Científica e na Educação em Ciências

Nesta secção, apresenta-se uma sumária referência ao papel da comunicação na criação científica e ao papel desta na Educação em Ciências.

#### 2.1.1. O papel da comunicação na criação científica

A comunicação é uma ferramenta essencial na divulgação e criação científica. As diferentes formas de comunicar possibilitam ao investigador refletir, analisar, descobrir e gerar novas ideias no seu trabalho e novas investigações (Jiménez Aleixandre, 2003), permitindo a construção do conhecimento científico. Alguns autores salientam essa importância, referindo que a “lenguaje constituye un vehículo conductor y, a la vez, generador de conocimiento científico” (Pujol, 2007:155). De facto, a linguagem e a comunicação são elementos fundamentais no trabalho científico, pois tornam-se necessárias para a interpretação e divulgação de dados e explicações dos estudos efetuados. A linguagem é parte integrante da ciência uma vez que é usada de diferentes maneiras (Yore, Bizanz & Hand, 2003):

“Language is an integral part of science and science literacy – language is a means to doing science and to constructing science understandings; language is also an end in that it is used to communicate about inquiries, procedures, and science understandings to other people so that they can make informed decisions and take informed actions.” (Yore, Bizanz & Hand, 2003: 691)

A linguagem científica expressa-se sob diversos formatos, através de artigos, publicações, congressos, pôsteres, livros, seminários, gráficos, imagens etc., onde os investigadores divulgam os seus trabalhos e utilizam uma linguagem que é universal e que permite a evolução da ciência. De facto, a comunicação é a troca de informações e de ideias entre indivíduos e concretiza-se sob a forma de linguagem, expressões, códigos etc. A comunicação científica pode ser dividida em várias categorias: comunicação formal, informal, semiformal, superformal e eletrónica, segundo Targino (2000). A comunicação formal e superformal ocorrem principalmente através da escrita e têm como intuito persuadir e convencer a comunidade científica e a sociedade. A comunicação informal e semiformal está presente nas reuniões científicas, na divulgação em seminários, no diálogo entre investigadores, etc. ou seja envolve a comunicação oral. Contudo, também pode estar presente de forma escrita quando, por exemplo, o recurso utilizado é um *fax* ou uma mensagem eletrónica. A comunicação eletrónica constitui hoje o principal meio de divulgação científica.

Falar ciência implica compreender conceitos como literacia científica, ou vulgarmente designada, alfabetização científica. Este conceito não se refere à incapacidade de ler ou escrever mas sim de conhecer e entender conceitos científicos e mobilizar o conhecimento científico na resolução de problemas e na discussão de questões sociocientíficas (Holbrook & Rannikmae, 2009). O grau de alfabetização está associado ao Ensino das Ciências e à divulgação científica nos mais diversos meios de comunicação, como textos científicos, notícias ou textos de divulgação, redação de informação, resumos, conclusões e outros tipos de textos escritos. A interpretação destes textos e o desenvolvimento da argumentação contribuem para aprender a falar e escrever Ciências (Jiménez Aleixandre, 2010).

### **2.1.2. O papel da comunicação na Educação em Ciências**

A comunicação na sala de aula é essencial para a regulação dos processos de ensino e de aprendizagem (Chion, 2010; Sanmartí, Izquierdo & Garcia, 1999; Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamente, 2003). Através dela, os professores e alunos conseguem desenvolver diferentes formas de conceptualizar os conteúdos, compreender a natureza das tarefas, definir os objetivos de aprendizagem e, até mesmo, os modos de identificar e corrigir os erros (Chion, 2010:166).

O ensino das Ciências envolve a mobilização e construção de ideias e saberes, sendo a comunicação fundamental neste processo. Nesse sentido, os próximos parágrafos darão ênfase à comunicação como processo de ensino e de aprendizagem.

Nas últimas décadas, têm crescido as investigações e esforços na valorização da linguagem nas disciplinas de Ciências. Os fatores promotores dessa crescente investigação são: a) o desenvolvimento do conhecimento científico; b) a construção de explicações; c) a mobilização da argumentação (Quintanilla Gatica, 2006; Henao & Stipcich, 2008).

No processo de aprendizagem o aluno é envolvido como um todo, ou seja, com todas as suas capacidades, valores, conhecimentos, atitudes e cultura, por isso Gómez (2012:78) refere que “na aprendizagem estão implicados fatores cognitivos e metacognitivos, fatores motivacionais e emocionais e fatores sociais e culturais”. A aprendizagem das Ciências deve constituir um espaço promotor de autonomia intelectual, criando momentos de debate, discussão e de oportunidade de perguntar e de criticar (Henao & Stipcich, 2008). As aulas de Ciências deverão proporcionar a troca de ideias e a expressão de argumentos de forma a mobilizarem os discursos e modelos explicativos científicos (Henao & Stipcich, 2008).

Numa disciplina, a aprendizagem acontece através da transferência de símbolos, palavras, imagens, gráficos, entre outros, por isso Postman & Weingartner (1971 *in* Wellington & Osborne, 2001) afirmam que “every teacher is a language teacher”, revelando que a chave para a compreensão de um tema é compreender a sua linguagem. Por isso, um professor de Ciências também é um professor de línguas, pois deve atender à formação linguística do aluno: como fala, como participa nas discussões, na compreensão e na elaboração de um texto (Márquez & Prat, 2005). Se houver uma boa comunicação, a transmissão de informação será eficazmente recebida e assimilada pelos alunos. De facto, com a troca de conhecimentos, procede-se à construção da explicação dos fenómenos e respetiva compreensão (Gómez-Moliné & Sanmartí, 2000). A linguagem deixa de ser apenas uma maneira de expressar corretamente o pensamento para constituir, também, um instrumento fundamental na construção do conhecimento científico, ou seja, na modificação de conceções mais simples para modelos científicos mais complexos e coerentes (Custodio & Sanmartí, 2005; Quintanilla Gatica, 2006; Márquez & Prat, 2005). As principais funções da linguagem são referidas por Sacristán (2011) e visam a articulação do pensamento, a ordenação de ideias e a estruturação de conceitos, argumentos e discursos.

A linguagem exige a compreensão de conceitos e modelos científicos para que possa ser coerente e clara, por isso o ensino das Ciências deve preparar o aluno no sentido de aprender a

compreender os conceitos e a argumentar. No artigo de Quintanilla Gatica (2006:186) existe a referência de uma das expressões de Descartes, que reforça o que foi referido anteriormente: “el lenguaje es el único signo de que hay un pensamiento latente en el cuerpo”.

A utilização das diferentes formas de comunicação e das diferentes línguas não interfere com a construção de novas teorias, nem com a aprendizagem de novos modelos, fenómenos e teorias (Jiménez Aleixandre, 2003). É reconhecido por Jiménez Aleixandre (2003) que a aprendizagem está dependente da linguagem, e se esta falha, a aprendizagem fica condicionada. Realça que a linguagem científica é específica e diferente da linguagem do dia-a-dia, o que poderá influenciar na aprendizagem se aquela não for devidamente implementada:

“La segunda dimensión de las diferencias entre el lenguaje cotidiano y el científico se encuentra en el uso en la clase de ciencias de palabras que tienen un significado conocido, familiar para el alumnado en la vida diaria y para las que es preciso construir un significado nuevo en el marco de las explicaciones científicas.” (Jiménez Aleixandre, 2003)

A comunicação não deve ser comprometedor da aprendizagem das Ciências, uma vez que o ensino das Ciências deve proporcionar ao aluno a aprendizagem e o uso da linguagem para aprender a falar do mundo de outra maneira e assim pensar cientificamente (Jiménez Aleixandre, 2003).

O aluno constrói, desde a infância, o seu conhecimento a partir de representações “mentales sobre los eventos y fenómenos del mundo” (Pujol, 2007:155). A educação em Ciências ajuda o aluno na reconstrução das suas representações e orienta-o para a (re)construção do conhecimento científico. Nesta linha, a linguagem constitui um veículo fulcral para que haja interação e comunicação e possibilite a compreensão de conceitos, de factos e de fenómenos científicos. Assim, a linguagem é:

“un proceso de construcción del conocimiento que se fundamenta en la importancia del conflicto consciente entre los diversos esquemas interpretativos de la realidad, donde la necesidad de comunicación entre todos los miembros del aula (alumnado y profesorado) y otras fuentes informativas resulta fundamental.” (Pujol, 2007:155)

O conhecimento científico é, pois, construído a partir desta interação onde o aluno é capaz de organizar, de comparar, de analisar e de reconstruir o seu pensamento. Neste sentido, a comunicação:

“se convierte en un elemento que facilita el establecimiento de nuevas relaciones entre las ideas que se poseen y las que se exponen, estimulando el planteamiento de nuevas preguntas y la búsqueda de nuevos datos. En estas condiciones, la conversación se erige en un elemento capaz de ativar el pensamiento crítico, revisar y sintetizar nuevas ideas y evaluar si son o no adecuadas.” (Pujol, 2007: 157)

A aprendizagem constitui um processo de interação segundo Chion (2010). Um processo mediado pelo professor e pelos restantes responsáveis do processo educativo, como se pode verificar na seguinte citação:

“En el marco de las teorías socioculturales constructivistas del aprendizaje se concibe este como una construcción personal mediada por la interacción con los otros actores del acto educativo, y enseñar y aprender como un proceso de comunicación social entre estos actores, y como una construcción conjunta que comporta la negociación de significados y el traspaso progresivo del control de la responsabilidad del proceso de aprendizaje del profesorado al alumnado.” (Chion, 2010:168)

Como já referido, a comunicação possibilita a construção do conhecimento científico, aliás não se pode fazer ciência sem discutir, raciocinar, criticar, argumentar, justificar ideias e apresentar explicações. Considerando a aprendizagem como um processo social, é essencial a implementação de atividades que promovam comunicação na sala de aula (Custodio & Sanmartí, 2005; Henao & Stipcich, 2008) e que desenvolvam nos alunos o pensamento reflexivo e aprendizagens significativas na elaboração de modelos explicativos (Quintanilla Gatica, 2006). A comunicação em Ciências apresenta uma dimensão cognitiva e social que possibilita a identificação de processos de aprendizagem e dos respetivos obstáculos (Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003).

No ensino das Ciências, a comunicação pode ser concebida sob a forma de diálogo, discussão, exposição ou através da escrita, ilustração de gráficos, de imagens, de esquemas, de processos interativos que permitam interpretar fenómenos e construir novos conhecimentos (Espinoza, 2006; Quintanilla Gatica, 2006; Sanmartí, Izquierdo & Garcia, 1999). A fala, a escrita e a leitura são ferramentas essenciais na comunicação em Ciências, pois «“instrumentalizan” el pensamiento y, por consiguiente, posibilitan la construcción del conocimiento» (Nigro, 2010:377). Por essa razão, o autor da frase citada refere que a educação em Ciências deveria privilegiar os trabalhos de leitura e de escrita. Márquez & Prat (2005) reforçam que a construção do

conhecimento está dependente da participação conjunta de todas as habilidades linguísticas e cognitivas, como ler, falar, escrever, escutar, sentir, fazer e pensar e, ainda, reforçam que:

“La discusión, la argumentación, el debate enseñan a pensar. Hablar, discutir, debatir sobre un texto mejora la comprensión. Leer mejora, facilita la escritura, ayuda a pensar. Las preguntas ayudan a pensar. Y así podríamos seguir indefinidamente.” (Márquez & Prat, 2005:435)

Falar ciência não significa falar sobre Ciências. A comunicação em Ciências comporta algumas competências, tais como: descrever, definir, classificar, informar, “hipotetizar”, argumentar que auxiliam nas produções escritas e orais, na comparação de textos e na avaliação das ideias (Chion, 2010). Aprender a linguagem científica possibilita ao aluno ler de forma crítica, desenvolver o interesse pela ciência, avaliar argumentos realizados pela imprensa e pela televisão, bem como criar uma posição face à certeza científica (Wellington & Osborne, 2001).

A comunicação, nomeadamente a escrita, é considerada por Martín Ortega (2008) como princípio metodológico no âmbito do aprender a aprender, que favorece o raciocínio e a aprendizagem.

“El lenguaje cumple una función de andamiaje del pensamiento. Al verbalizar lo que vamos pensando, se ordenan las ideas porque se toma conciencia de ellas. Este papel del lenguaje oral se ve potenciado cuando se utiliza la escritura.” (Martín Ortega, 2008: 76)

Na produção de textos, a escrita permite a transmissão de informação, discussão e argumentação (Gómez-Moliné & Sanmartí, 2000), favorece a compreensão e o uso de conceitos científicos, bem como capacita os alunos a participar na comunidade científica (Molina, 2012). Contudo, os alunos não possuem a consciência da importância da escrita e nem das capacidades necessárias para tal processo, como referem Espinoza et al. (2012). Estes autores realçam que para aprender Ciências os alunos deveriam possuir um primeiro conhecimento sobre a escrita e as respetivas competências. A prática da escrita envolve muitas “habilidades”, tornando-se uma estratégia importante na aprendizagem. Com a escrita, os alunos tomam consciência da sua aprendizagem e das dimensões “linguísticas-discursivas” (Dolz, 1995:67). Na educação em Ciências, a escrita é recorrentemente utilizada no processo de ensino e de aprendizagem, nomeadamente para traçar ideias e conhecimentos, para a compreensão da ciência e para a aquisição de conhecimento científico (Yore, Bizanz & Hand, 2003).

No estudo de Glen & Dotger (2013) realizado com professores do nível elementar de Nova Iorque, sobre a utilização da escrita científica nas aulas de Ciências e sobre as concepções dos professores face à forma como os cientistas escrevem, os resultados demonstraram que os professores não utilizavam a escrita científica, implementando nas suas práticas uma escrita científica sem criatividade, usada principalmente para explicar factos, observações e experiências. Este estudo revela, ainda, que a limitação do conhecimento dos professores acerca da escrita científica criativa e persuasiva condiciona a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento da argumentação (Glen & Dotger, 2013). A importância da escrita é potencializada pelas suas características, como já referido, no apoio ao raciocínio e à aprendizagem. Algumas características são enumeradas por Martín Ortega (2008) referindo principalmente as exigências da escrita:

- a) a seleção e precisão nos termos e conceitos a utilizar e conseqüentemente a definição exata do que se quer comunicar;
- b) explicitar toda a informação a transmitir, uma vez que a escrita é uma forma de comunicação distanciada, temporal e espacial entre o escritor e o leitor;
- c) a reflexão das conexões entre os distintos conteúdos possibilitando aprofundar a aprendizagem.

São vastas as capacidades que podem ser adquiridas com tarefas que envolvam a escrita. O autor valoriza a escrita face à expressão oral, porque, segundo ele, a escrita permite maior planificação e reflexão do conhecimento do que se está a expressar e, ainda, permite a regulação emocional. Por isso, descreve que “escribir implica desde esta perspectiva, importantes capacidades mentalistas, propias de los procesos metacognitivos” (Martín Ortega, 2008: 76).

Uma das destrezas importantes da comunicação em Ciências é a capacidade de escrever textos científicos, sendo eles a base da divulgação científica e do processo de ensino e de aprendizagem. A escrita científica inclui uma estrutura linguística própria, por isso o seu ensino deve aproximar “o escrever e o falar ciência” dos alunos (Jiménez Alexandre, 2003).

Pretende-se que a utilização da escrita e da expressão oral nas aulas de Ciências extravase as paredes das salas de aula para as situações quotidianas (Quintanilla Gatica, 2006). Acredita-se que essa é a principal motivação no desenvolvimento dessas competências no ensino das Ciências.

Apesar de este trabalho apenas se centrar na fala e na escrita, será importante reconhecer que a leitura é, também, um instrumento essencial para o desenvolvimento da comunicação científica. Os autores Márquez & Prat (2005) referem que:

“La lectura es un proceso fundamental en el aprendizaje de las ciencias, ya que no sólo es uno de los recursos más utilizados durante la vida escolar, sino que puede convertirse en el instrumento fundamental a partir del cual se puede seguir aprendiendo a lo largo de toda la vida.” (Márquez & Prat, 2005: 233)

Deste modo, a leitura é, também, um instrumento que possibilita a transmissão, a construção e a compreensão do conhecimento científico (Lopes et al., 2006; Sanmartí, 2011). Como refere Sanmartí (2011:3) “posibilita establecer relaciones, comparar, generar preguntas, analizar críticamente, enriquecer el vocabulario, apropiarse de modelos textuales para la escritura” e assim permite aprender e avaliar a aprendizagem. Outros autores (Márquez & Prat, 2005; Sardá et al., 2006) consideram que o valor da leitura não está na compreensão do texto mas na capacidade de estabelecer relações entre os conceitos presentes no texto e os adquiridos noutras situações. A leitura permite o enriquecimento do vocabulário e a apreensão do conhecimento. Efetivamente “posibilita o desenvolvimento do raciocínio, do sentido crítico, forma o gosto, dá asas à imaginação e abre as portas da inteligência e da sensibilidade, contribuindo para a formação integral do indivíduo” (Lopes et al., 2006:66) e, desta forma, o desenvolvimento de diversas competências básicas e metacognitivas. A leitura de textos científicos pelos alunos possibilita-lhes a aproximação ao mundo científico, bem como favorece o desenvolvimento de capacidades de argumentação, uma vez que relacionam conceitos e mobilizam esses conceitos no seu dia-a-dia (Driver, Newton & Osborne, 2000; Sardá et al., 2006).

Em Portugal, segundo Lopes et al. (2006), a utilização das competências linguísticas é reduzida, enquanto nas restantes sociedades modernas há uma elevada preocupação no domínio dessas competências para, principalmente, a aquisição do conhecimento.

No presente trabalho não se pretende realçar a linguagem científica como uma linguagem com características próprias, ou seja: precisa, rigorosa, formal, impessoal e que, normalmente, preconiza a substituição de verbos por nomes (Espinoza, 2006; Márquez & Prat, 2005), mas antes a mobilização de competências cognitivo-linguísticas que potenciam a aprendizagem em Ciências. Na secção seguinte será abordado especificamente o papel das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem em Ciências.

## 2.2. Papel das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem em Ciências

Na educação em Ciências, um aluno competente é aquele que se torna “actor y agente particular” da ação. Consegue ajustar as circunstâncias sociais e culturais, consegue ajustar o contexto às suas necessidades e é capaz de reconhecer, com o seu pensamento crítico, situações problemáticas nas aulas de Ciências (Quintanilla Gatica, 2012). Neste sentido, Zabala & Arnau (2007) consideraram que a escola deverá julgar estas competências como indispensáveis para o desenvolvimento pessoal, interpessoal, social e profissional dos seus alunos, fomentando, assim, a sua aprendizagem.

As competências exploradas neste trabalho fazem parte das competências cognitivas, ou seja, estão relacionadas com a ciência do conhecimento e com a metacognição nos processos de ensino e aprendizagem. Uma competência é a capacidade de demonstrar numa determinada situação, o domínio de um conjunto de saberes, consiste na mobilização de conhecimentos e capacidades, podendo-se distinguir em três competências diferentes: cognitiva, metodológica e operacional (Pacheco, 2011). Alguns autores (Zabala & Arnau, 2007) consideram como competências educativas gerais: aprender a pensar, aprender a comunicar, aprender a viver em sociedade (conviver, ajudar, relacionar, empreender). A comunicação possibilita dar resposta a todas estas situações tornando possível a construção pessoal (Zabala & Arnau, 2007). Por isso, considera-se que as competências cognitivo-linguísticas são competências transversais a todas as disciplinas curriculares e a sua relevância está patente no processo de ensino e de aprendizagem. Esta abordagem será analisada, em particular, na caracterização ao contexto educativo, presente no capítulo IV deste relatório.

No seu estudo, Quintanilla Gatica (2012) refere que o ensino e a aprendizagem baseados só no conhecimento substantivo não asseguram a compreensão dos fenómenos científicos. Ocorrem outras formas de proporcionar o contacto com o mundo científico como criar o envolvimento com trabalho científico. Este compreende três processos: produzir conhecimento, avaliar conhecimento e comunicar esse novo conhecimento. A avaliação do conhecimento compreende, também, parte essencial da ciência, uma vez que os cientistas necessitam de avaliar provas a favor ou contra uma nova ideia (Jiménez Aleixandre, 2010). É importante que o aluno tome consciência desta realidade científica e que consiga transmitir o que aprendeu.

A mobilização de competências de comunicação ocorrem em diversas situações mas estão condicionadas tanto pelo emissor como pelo receptor (Zabala & Arnau, 2007). É, neste sentido, que se pretende capacitar o aluno de um pensamento científico, de forma a garantir a correta mobilização de explicações e argumentos e a correta construção de hipóteses e discursos.

Considerando as diversas formas do ensino em Ciências, é de realçar o recurso a diferentes tipos de texto e de escrita. Juntamente com a escrita surgem competências fundamentais, tais como: “saber avaliar argumentos, ser capaz de expressá-los, raciocinar com coerência, ser solidário, etc” (Sacristán, 2011:31). O aluno necessita de compreender as tipologias textuais e a produção e comunicação dos textos científicos para facilitar o seu processo de aprendizagem (Chion, 2010). De facto, o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas permite a compreensão do conhecimento científico, estimula a criatividade e a produção de novas ideias, o que não seria conseguido apenas com a cultura e as teorias científicas. A construção do conhecimento é feita a partir de várias dúvidas e questões, as competências cognitivo-linguísticas ajudam os alunos a formular a melhor pergunta/questão, bem como a construir a resposta mais correta (Quintanilla Gatica, 2006).

### **2.3. Competências cognitivo-linguísticas: uma conceptualização**

Falar, escrever e ler Ciência implica a mobilização de competências cognitivo-linguísticas – descrever, definir, resumir, explicar, justificar, narrar, argumentar, etc. – que envolvem o recurso a competências cognitivas como, por exemplo, analisar, comparar, classificar, deduzir (Sanmartí, Izquierdo & Garcia, 1999; Chion, 2010). No universo das competências cognitivo-linguísticas, destacam-se nesta secção aquelas que constituíram o objeto de exploração na intervenção pedagógica - *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*.

Na produção de textos e de discursos são ativadas as competências cognitivo-linguísticas, que, como refere Chion (2010:171) “fueron denominadas de este modo justamente por su dependencia de los diferentes tipos de textos”. A aprendizagem em Ciências é significativa se assegurar a descrição, explicação, justificação e a argumentação (Gómez-Moliné & Sanmartí, 2000).

A abordagem das competências cognitivo-linguísticas torna-se essencial em todas as áreas do saber. Estas competências são transversais a todas as disciplinas curriculares, embora ocorram de maneira diferenciada. As competências cognitivo-linguísticas estão na base da aprendizagem

e, segundo as diferentes mobilizações textuais, constituem diferentes maneiras de aprender o conhecimento. Torna-se fulcral o conhecimento conceptual de cada uma das competências cognitivo-linguísticas porque é comum ocorrer a troca dos diferentes conceitos, por exemplo produzir uma descrição ou narração quando é solicitado uma justificação ou argumentação (Jorba, 2000).

No ensino das Ciências muitas são as opiniões sobre qual a competência cognitivo-linguística mais importante. Alguns autores, como Chion (2010) e Sanmartí, Izquierdo & Garcia (1999), consideram que a explicação é a competência cognitivo-linguística mais importante, pois, segundo eles, do ponto de vista científico, um texto descritivo pode ser um texto explicativo. No entanto, Costa (2008) considera a argumentação como a competência cognitivo-linguística fundamental no ensino das Ciências. Contudo, na produção e compreensão de um texto, não é suficiente o conhecimento de apenas uma das competências cognitivo-linguísticas pois, estas competências, não surgem isoladamente (Chion, 2010).

Uma análise da literatura neste domínio permite conceptualizar cada uma destas competências cognitivo-linguísticas do seguinte modo.

A competência cognitivo-linguística *Definir* consiste em atribuir identidade a um objeto ou fenómeno científico através da articulação do menor número de palavras que permitam explicitar os atributos essenciais e indispensáveis para os delimitar e distinguir de outros (Chion, 2010). Corresponde a responder à pergunta - O que é? - quando aplicada a um objeto ou fenómeno. Num texto científico, as definições tendem a ser acompanhadas por descrições e/ou explicações e complementadas com imagens, gráficos ou esquemas para facilitar a compreensão do objeto e/ou do fenómeno científico (Chion, 2010). Definir conceitos ou fenómenos é algo complexo, exigindo exatidão e precisão. Considera-se que definir na educação em Ciências é diferente de definir no quotidiano, como é referido na seguinte citação:

“dentro de un contexto cotidiano los significados evolucionan de lo concreto a lo abstracto, mientras que en el ámbito de la ciencia escolar, conceptos más abstractos e inclusivos sirven para comprender posteriormente aspectos concretos de la realidad.” (Quintanilla Gatica, 2006:191)

Na relação com as diferentes competências cognitivo-linguísticas é realçada a importância da definição, principalmente, porque é responsável pela construção de significados dos conceitos envolvidos no estudo das Ciências. Se o aluno não aprender o significado de certos conceitos

científicos, terá dificuldades em escolher e reconhecer as explicações ou critérios que permitam avaliar o conhecimento científico, bem como em mobilizar a argumentação (Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003). Embora, a definição não seja por si uma competência importante, juntamente com as restantes competências cognitivo-linguísticas, torna-se fundamental.

A competência cognitivo-linguística *Descrever* consiste na enumeração de tantas propriedades quantas as necessárias que permitam caracterizar e/ou representar com detalhe um objeto ou fenómeno científico (Chion, 2010). É uma das competências com maior importância e especificidade nas diversas áreas do saber porque se, por um lado, está condicionada pela natureza de cada uma destas áreas, isto é, dependente de um quadro teórico de referência, por outro lado, é essencial para a construção deste mesmo quadro (Pujol, 2007). As descrições nos contextos científicos estão determinadas pela intencionalidade do discurso, pelas relações que se pretendem estabelecer e pela terminologia a usar.

A descrição de objetos, fenómenos, processos, vivências, pessoas faz-se de acordo com as finalidades de cada disciplina e de cada pessoa (Pujol, 2007). Descrever compreende principalmente a enumeração de qualidades visíveis e que possam ser perceptíveis de conhecer (Chion, 2010), por isso é importante que os alunos tenham contacto com atividades de aprendizagem que os ajudem: a enumerar; a caracterizar qualidades, propriedades e ou características; a encontrar e seleccionar semelhanças e diferenças; e a comparar características que identifiquem (Pujol, 2007).

Em Ciências, a descrição não consiste em opiniões e sentimentos pessoais mas numa seleção e organização de que se observa ou se conhece. Na construção de uma descrição é necessária a interpretação do que se observa ou a seleção de elementos e a organização dessa informação, recorrendo a palavras exatas. Segundo Pujol (2007: 167), “es justamente en este segundo aspeto donde suelen existir las mayores dificultades de los escolares para describir”, reconhecendo, assim, a implementação de atividades que possibilitam a superação destas dificuldades. Sugere que primeiramente o aluno seja capaz, por exemplo, de descrever situações de contexto simples de forma a construir pequenas frases descritivas e, seguidamente, seja capaz de reformular e refletir (Pujol, 2007).

A competência cognitivo-linguística *Explicar* consiste na criação de argumentos e no estabelecimento de relações ordenadas e diversificadas entre eles que permitam compreender a

natureza de um objeto ou fenómeno científico (Jorba, 2000; Pujol, 2007; Chion, 2010). Corresponde a responder à pergunta - Porquê? - quando aplicada a um objeto ou fenómeno (Chion, 2010). A complexidade decorrente das interações estabelecidas não é passível de ser consubstanciada numa definição ou numa descrição pelo que o texto explicativo é, assim, significativamente mais complexo do que uma definição ou um texto descritivo (Chion, 2010).

A relevância desta competência cognitivo-linguística na criação científica está patente na perspetiva de Ciência assumida por muitos físicos quando a consideram como uma atividade de natureza essencialmente explicativa na medida em que assenta na explicação de factos em função de leis e na explicação destas em função de princípios (Concari, 2001). Assume, também, relevância na educação em Ciências porque para ensinar é preciso saber explicar de modo a que os alunos possam aprender e, conseqüentemente, possam saber explicar o que aprenderam (Jiménez Alexandre, 2003). Assinala-se, ainda, o papel das explicações no desenvolvimento da capacidade de compreensão e intervenção no mundo e construção do conhecimento (Eder & Adúriz-Bravo, 2008).

No entendimento de Serra & Galvão (n.d.) as explicações que ocorrem na sala de aula não são explicações científicas, uma vez que não produzem conhecimento acerca de como e porquê ocorrem os fenómenos naturais mas antes a clarificação de conceitos, teorias e processos, tal como um investigador que divulga o seu trabalho. A aprendizagem dos alunos é comprovada na utilização dos novos conhecimentos para explicar novos factos científicos, segundo Sanmartí, Izquierdo & Garcia (1999), embora considerem que as respostas dadas pelos alunos poderão utilizar argumentos superficiais e observáveis dificultando a sua avaliação.

A explicação é uma competência muito importante no processo de aprendizagem e nos processos da avaliação da aprendizagem dos alunos. A construção de um texto explicativo envolve a exposição de relações de diferentes tipos e o recurso de conectores, por isso é referida como uma competência mais complexa que *definir* (Chion, 2010). Para facilitar o processo de ensino e aprendizagem das explicações, Pujol (2007) refere que o professor deve ajudar a estabelecer transformações do tempo e do espaço, determinar periodicidade e estabelecer relações de ordem, ou seja, “Ante la entidad o fenómeno sobre el que deben construir una explicación, hay que ayudarles a pensar sobre cómo cambia, qué cambia, cada cuándo cambia, cómo era en el inicio y cómo es ahora, todo ello con relación e la estructura y a la función, así como a la interacción entre ambas.” (p. 170).

A argumentação é mobilizada, principalmente, quando ocorre uma controvérsia, um desacordo ou uma polémica sobre algum tema (Dolz, 1995). Esta competência cognitivo-linguística consiste em produzir razões ou argumentos e estabelecer relações entre eles que permitam convencer o destinatário que a explicação apresentada é melhor do que outras e, assim, promover a modificação do seu estado de conhecimentos (Jorba, 2000; Pujol, 2007; Chion, 2010). Exige salientar as vantagens e desvantagens dos argumentos apresentados e confrontá-los com os de outras explicações (Pujol, 2007; Chion, 2010) e implica, também, a assunção de opiniões, posicionamentos, atitudes e comportamentos discutíveis (Dolz, 1995). Um argumento é, segundo o modelo de Toulmin, constituído por três elementos essenciais: conclusão, provas e justificações (Toulmin, 2001; Jiménez Aleixandre, 2010). A conclusão é a ideia que se pretende provar ou refutar, as provas são dados, de natureza empírica e/ou teórica, mobilizadas na avaliação da conclusão, a justificação é um enunciado que põe em relevo a relação entre a conclusão e as provas. No contexto escolar, argumentação e justificação podem ser consideradas sinónimos porque são construídas com base no mesmo quadro teórico que é explorado nas aulas (Chion, 2010).

A argumentação é uma competência cognitivo-linguística significativamente relevante na educação e, em particular, na educação em Ciências porque é uma forma de interação comunicativa essencial num contexto educativo assente na construção social do conhecimento, possibilitando o confronto e a (re)construção de saberes, processos que se estabelecem nas relações professor-aluno e aluno-aluno (Campaner & Longhi, 2007; Molina, 2012; Archila, 2013). Contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da literacia científica (Driver, Newton & Osborne, 2000) e da competência de aprender a aprender (Jiménez Aleixandre, 2010). A inclusão da argumentação no ensino das Ciências significa colocar o aluno no discurso científico e, conseqüentemente, na cultura científica (Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003). Salienta-se, ainda, o seu papel nas comunidades científicas pois é uma ferramenta fundamental na criação do conhecimento científico, com um poder relevante na explicitação e compreensão dos critérios de validação do conhecimento científico e, conseqüentemente, na sua aceitação (Driver, Newton & Osborne, 2000; Jiménez Aleixandre, 2010).

No desenvolvimento da competência científica são necessárias algumas capacidades que estão envolvidas na construção da argumentação, tais como: identificação de questões científicas, explicação de fenómenos científicos e a utilização de provas (Jiménez Aleixandre, 2010). No desenrolar da competência aprender a aprender é importante a regulação e controlo dos próprios

conhecimentos. A argumentação assume, também, o papel de apoiar a regulação do conhecimento e da aprendizagem. Contribui para o pensamento crítico e para a formação de uma sociedade responsável, capaz de desenvolver uma opinião independente e de participar em decisões sociais. É importante considerar que o pensamento crítico inclui elementos da estrutura argumentativa como provas e justificações (Jiménez Aleixandre, 2010).

A construção do conhecimento científico compreende a argumentação e o uso de provas e exige identificar questões científicas, explicar fenómenos científicos e o recurso a observações/experimentações:

“El conocimiento científico se genera a partir de preguntas o problemas, tratando de identificar las causa de un fenómeno determinado mediante preguntas, recogida de datos, identificación de pautas y propuesta de explicaciones.” (Jiménez Aleixandre, 2010: 101)

A argumentação permite construir explicações, possibilita aplicar teorias e modelos e, ainda, compreender ideias e criar hipóteses (Henao & Stipcich, 2008). É de referir que a argumentação, como processo de ensino e de aprendizagem, implica considerar

“(…) que el razonamiento y la argumentación son procesos que demandan el desarrollo de habilidades para, por ejemplo, relacionar datos con las conclusiones, evaluar enunciados teóricos a luz de datos empíricos o de datos procedentes de otras fuentes, modificar aseveraciones a partir de nuevos datos y usar los modelos y los conceptos científicos para soportar las conclusiones; es decir, son operaciones de orden epistémico que permiten construir, negociar, cambiar y compartir significados, representaciones y explicaciones.” (Henao & Stipcich, 2008: 53-54)

O recurso à argumentação no processo de aprendizagem visa, entre outras estratégias, proporcionar atividades que privilegiem a participação dos alunos, que promovam processos de classificação, de comparação e de decisão e que permitam a construção e mobilização de explicações (Henao & Stipcich, 2008). Algumas estratégias são enumeradas por Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante (2003), tais como: a) compreender a construção de explicações na sala de aula; b) desenvolver a capacidade crítica nas explicações científicas através da construção de dados e provas; c) explorar processos que permitam a construção de significados; d) e comparar e classificar dados e factos científicos e experimentais. Simon (v. 2011) enumera, também, um conjunto de tarefas que permitem a exploração e o desenvolvimento da argumentação. Todas estas estratégias possuem maior eficácia se tiverem em conta o contexto

social do aluno, ou seja as estratégias deverão envolver as experiências quotidianas e envolventes do aluno (Williams, 2011).

A inclusão da argumentação no ensino das Ciências significa colocar o aluno no discurso científico e, conseqüentemente na cultura científica (Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003), isto, porque possibilita:

“reconocer las complejas interacciones que tienen lugar en el aprendizaje, así como la contribución de las prácticas discursivas en la construcción del conocimiento científico; tener en cuenta que hacer ciencia es también proponer y discutir ideas, evaluar alternativas, elegir entre diferentes explicaciones y ampliar la visión del aprendizaje de las ciencias.” (Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003:367)

A argumentação é por natureza dialógica, segundo Jiménez Aleixandre (2010), e que, por isso, é importante criar condições que favoreçam ao diálogo. Algumas condições são necessárias, tais como promover a cooperação e persuasão na construção de argumentos em pequeno grupo, favorecer a justificação e a refutação. É, neste sentido, importante criar ambientes de aprendizagem que promovam a avaliação do conhecimento e a discussão no pequeno grupo e grupo turma e, ainda, demonstrar uma oposição explícita para provocar o desafio de justificar esse enunciado. A discussão das ideias prévias dos alunos sobre um determinado conteúdo promove, também, o desenvolvimento da argumentação dialógica (Jiménez Aleixandre, 2010).

As estratégias pedagógicas conducentes ao desenvolvimento da argumentação promovem metas epistémicas, cognitivas e sociais e conduzem à construção concetual (Molina, 2012). A implementação de atividades e tarefas que desenvolvam esta competência necessitam de tempo e da compreensão pedagógica dos professores (Simon, 2011). O papel da argumentação, na educação em Ciências, segundo Driver, Newton & Osborne (2000), continua a não ser muito recorrente nas práticas educativas, principalmente devido a obstáculos, como a falta de tempo e a falta de competências pedagógicas dos professores, reforçando o valor da formação contínua de professores.

## 2.4. Estratégias de abordagem das competências cognitivo-linguísticas

Vários autores propõem algumas estratégias que permitem desenvolver a capacidade de comunicar (Espinoza et al., 2012; Quintanilla Gatica, 2006) e as competências cognitivo-linguísticas (Concari, 2001; Costa, 2008; Jiménez Aleixandre, 2010). No desenvolvimento da leitura e de escrita, Espinoza et al. (2012) propõem algumas estratégias, que visam ser implementadas em atividades laboratoriais, e que possuem a seguinte estrutura: registo em pequeno grupo das observações, procedimentos efetuados e respetivas propostas de interpretação; discussão dos registos efetuados e confronto com gráficos e legendas explicativas em grupo turma; e, por último, cada grupo reescreve as suas respostas integrando as devidas modificações.

Na aprendizagem das Ciências podemos, também, encontrar algumas estratégias para o desenvolvimento da linguagem científica, como as propostas por Quintanilla Gatica (2006):

- “Ensenar a escribir y a ler ciência”: recorrendo à explicação de histórias que possibilitam a introdução de conceitos científicos e de valores que fazem a ciência e que permitam relacionar com outras áreas, promovendo a interdisciplina;
- “Comunicación y resignificación conceptual”: proporcionar momentos de discussão na sala de aula seguindo modelos discursivos e de significados na linguagem científica;
- “Lenguajes diversos y en contexto”: realizar simulações e dramatizações de situações históricas e proporcionar debates para a promoção da argumentação.

A implementação destas estratégias envolve a mobilização de competências cognitivo-linguísticas, contudo, segundo Zabala & Arnau (2007), não existem metodologias específicas para o ensino destas competências, pois possuem um enfoque “globalizado”. O ensino e aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas contemplam uma organização social durante a aula, ou seja exige diversas estratégias que permitam o trabalho em grupo turma, em pequeno grupo, em grupo par e individualmente (Zabala & Arnau, 2007).

Alguns autores especificam a exploração de uma das competências cognitivo-linguísticas, sendo a explicação apenas uma das mais exploradas no ensino das Ciências. No momento da exploração da explicação, Concari (2001) refere que se deve optar por modelos explicativos com maior capacidade de generalização, maior poder argumentativo e com uma conceptualização mais complexa e integrada.

Na exploração da argumentação, Costa (2008) sugere estratégias de aprendizagem focalizadas no ambiente social dos alunos, na disponibilização de factos contraditórios e na reflexão do feedback obtido, ou seja, na promoção de discussões e debates no grupo turma. Esta autora refere, ainda, um conjunto de condicionamentos que justificam o reduzido recurso à argumentação na sala de aula, nomeadamente: a falta recursos e preparação dos professores, o tamanho do grupo para uma boa discussão/debate e os possíveis conhecimentos prévios dos alunos, pois condicionará as suas justificações e argumentos mobilizados.

No projeto IDEAS – *Ideas, Evidence and Argument in Science* – são reunidos um conjunto de estratégias metodológicas necessárias na exploração da argumentação, tais como: a) ensinar o conceito da argumentação, assim, como os elementos da estrutura argumentativa, segundo o modelo de argumentação de Toulmin; b) introduzir tarefas de argumentação em relação com as Ciências como: avaliar e melhorar a informação recolhida experimentalmente e eger distintas provas que permitam explicar um fenómeno científico. Este projeto permite proporcionar uma pluralidade de interpretações para uma explicação e favorecer momentos de diálogo e interação entre os alunos (Jiménez Aleixandre, 2010). O projeto IQWST – *Investigating and Questioning our World through Science and Technology* – integra um conjunto de atividades argumentativas através, por exemplo, de um *software* específico em que o aluno pode selecionar várias provas e simular distintas situações (Jiménez Aleixandre, 2010).

A importância da implementação de estratégias de ensino que mobilizem a argumentação está descrita por Henao & Stipcich (2008:52) como: “cobra especial relevancia enseñar actitudes críticas y propositivas, es decir, es fundamental la enseñanza explícita de procesos de razonamiento y argumentación”. Referem, também, que a educação científica está dirigida à exatidão dos conceitos específicos e nas atitudes críticas dos estudantes, que julgam esses mesmos conceitos. Neste sentido, também Campaner & Longhi (2007) propõem estratégias de ensino centradas no diálogo e no debate no grupo turma possibilitando o confronto e posicionamento de opiniões e ideias, referindo que:

“este tipo de proceso es la que está centrada en la problematización y que confrontando diferentes saberes y perspectivas, promueve el análisis del lenguaje usado como expresión de ideas, posibilitando espacios para la reflexión crítica y compartida.” (Campaner & Longhi, 2007:445)

Aliada à aprendizagem orientada para o desenvolvimento de capacidades cognitivo-linguísticas está a necessidade de avaliar. Assim, a aprendizagem permitirá desenvolver também,

capacidades avaliativas e capacitará os alunos a mobilizar o conhecimento e adaptá-lo a novas situações (Sacristán, 2011).

Algumas funções do professor estão referenciadas como promotoras da comunicação e regulação dos processos de negociação, participação e construção, nomeadamente:

“valorar a los alumnos *según sus capacidades y su esfuerzo*, teniendo en cuenta el punto personal de partida y el proceso a través del cual adquieren conocimientos, e incentivando la autoevaluación de las competencias como mérito para favorecer las estrategias de control y regulación de la propia actividad.” (Zabala & Arnau, 2007:173)

Efetivamente, pode concordar-se com Quintanilla Gatica (2012) quando afirma que qualquer metodologia utilizada pelo professor deve primar pelo auxílio na identificação de obstáculos epistemológicos na compreensão e, conseqüente, aprendizagem do aluno e na identificação de diferentes formas para a sua superação. O professor deve, ainda, auxiliar na identificação de critérios para organizar, comunicar e sistematizar o conhecimento, na modificação de explicações, em aceitar o erro e possibilitar ao aluno a troca de ideias, argumentos e críticas. Tudo isto, permitirá ao aluno conhecer e fazer ciência e potencializar e personalizar a sua aprendizagem em ciência.



### III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

#### Introdução

O presente capítulo está estruturado em duas secções. A primeira secção explicita os procedimentos de recolha e de análise da informação mobilizados na caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica. A segunda secção incide nos procedimentos seguidos na avaliação educativa da intervenção pedagógica.

#### 3.1. Procedimentos seguidos na caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica

Os procedimentos seguidos na caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica foram selecionados de acordo com os seguintes objetivos de investigação:

- Caracterizar biograficamente o grupo de alunos participantes no estudo;
- Caracterizar as perceções dos alunos sobre a exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem;
- Identificar o valor educativo atribuído às competências cognitivo-linguísticas em documentos oficiais orientadores do processo de ensino e de aprendizagem.

O primeiro objetivo – *Caracterizar biograficamente o grupo de alunos participantes no estudo* – concretizou-se através da análise de documentos da direção de turma: grelha de caracterização de turma do respetivo ano em estudo, ata de conselho de turma e grelha de resultados da avaliação final dos alunos no 10º ano de escolaridade. O procedimento seguido consistiu na quantificação do número de alunos em função dos seguintes critérios: sexo, idade, classificação obtida na disciplina de Biologia e Geologia no último período do ano letivo anterior à intervenção pedagógica e turma/escola de origem.

A concretização do segundo objetivo de investigação – *Caracterizar as perceções dos alunos sobre a exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem* – processou-se através da operacionalização da técnica de inquérito por questionário (v. Martínez González, 2007), num momento anterior à intervenção pedagógica. O Quadro 3.1 mostra a relação entre o objetivo de investigação, as questões que corporizam o questionário e a informação que se pretende obter a partir das respostas a essas questões.

**Quadro 3.1: Relação Objetivo de investigação – Questões – Informações a obter**

Objetivo de investigação	Fontes de informação		Tipo de informação
	Questões	Inst. Inv.	
Conhecer as percepções dos alunos sobre a exploração das competências cognitivo-linguística	1. Indica, com uma cruz (x) se nas práticas educativas realizadas em contexto de sala de aula das seguintes disciplinas foi alguma vez explorado explicitamente o significado das competências cognitivo-linguísticas.	QI	Perceção dos alunos sobre a incidência de exploração das competências cognitivo-linguísticas
	2. Dá um exemplo de temática/conteúdo em que tenhas explorado cada uma das competências que assinalaste no quadro anterior.		Perceção dos alunos sobre o tipo de temáticas/conteúdos de exploração das competências cognitivo-linguísticas

**Legenda – Inst. Inv.:** Instrumentos de Investigação; **QI:** Questionário Inicial.

O questionário é constituído por duas questões de natureza distinta (Anexo 1). A construção do questionário foi determinada pela importância em conhecer a familiarização dos alunos com a abordagem das competências cognitivo-linguísticas. Uma versão inicial foi submetida à apreciação da orientadora cooperante, do supervisor da Universidade e do colega estagiário. Posteriormente foi validado com um grupo de alunos semelhante ao grupo de alunos do estudo mas que não participaram na intervenção pedagógica. Os alunos mostraram compreender o objetivo do questionário, compreender as questões e o modo de resolução adotado, não tendo, assim, sido necessário proceder a alteração.

O procedimento adotado na análise das respostas à primeira questão consistiu na determinação do grau de incidência de exploração das competências cognitivo-linguísticas em cada uma das disciplinas enumeradas em função de uma escala com três níveis: grau de exploração elevado, grau de exploração intermédio e grau de exploração baixo. Estes graus correspondem à indicação da exploração das competências cognitivo-linguísticas por um número de alunos que se situa, respetivamente, nos seguintes intervalos: 80% a 100%, 40% a 79% e a 39%. Estes intervalos foram definidas convencionalmente.

O procedimento seguido na análise da segunda questão – *Dá um exemplo de temática/conteúdo em que tenhas explorado cada uma das competências que assinalaste no quadro anterior* – consistiu no levantamento das temáticas/conteúdos nos quais os alunos percecionam ter sido realizada uma abordagem que permitiu o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas. Este levantamento é apresentado num quadro em que são listadas as

temáticas/conteúdos indicadas pelos alunos em função de cada competência cognitivo-linguística e para cada uma destas em função da respetiva disciplina.

O terceiro e último objetivo de investigação – *Identificar o valor educativo atribuído às competências cognitivo-linguísticas em documentos oficiais orientadores do processo de ensino e de aprendizagem* – foi operacionalizado através da aplicação da técnica de análise de conteúdo (v. Bardin, 2004; Coutinho, 2013). O *Corpus* de análise mobilizado é constituído pelos programas de seis disciplinas do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias:

- 1) Programa de Biologia e Geologia, 10º ou 11º anos (Amador, 2001);
- 2) Programa de Biologia e Geologia, 11º ou 12º anos (Mendes & Amador, 2003);
- 3) Programa de Física e Química A, 10º ou 11º anos (Martins & Caldeira, 2001);
- 4) Programa de Português, 10º, 11º e 12º anos (Coelho, 2001);
- 5) Programa de Matemática A, 10º ano (Silva, 2001);
- 6) Programa de Filosofia, 10º e 11º anos (Almeida, 2001).

A análise dos documentos oficiais consistiu na identificação de segmentos de texto que explicita ou implicitamente referem a exploração das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*. A identificação e interpretação dos segmentos de texto foi efetuada, em primeiro lugar, pela aluna estagiária e submetida, posteriormente à apreciação do colega estagiário, da orientadora cooperante e do supervisor da universidade, de forma a diminuir a subjetividade associada a este processo.

### **3.2. Procedimentos seguidos na avaliação da intervenção pedagógica**

A avaliação da intervenção pedagógica assentou nos seguintes objetivos de investigação:

- Identificar o impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos;
- Identificar as vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas;
- Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas.

A consecução destes objetivos implicou a mobilização de informação recolhida através de diversos instrumentos de investigação e em diferentes momentos da intervenção pedagógica. No

Quadro 3.2 estão relacionados os objetivos de investigação, as questões que os corporizam e a informação que se pretende recolher a partir das respostas às mesmas.

**Quadro 3.2: Relação Objetivo de investigação – Questões – Informações a obter**

Objetivos de investigação	Fontes de informação		Tipo de informação
	Questões	Inst. Inv.	
Identificar o impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos	a) De que modo esta atividade de aprendizagem contribui para o desenvolvimento da tua compreensão do significado de argumentação?	AtAp 4	Perceção dos alunos acerca do impacto da atividade na aprendizagem da argumentação
	b) De que forma as atividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento da tua capacidade de <i>Definir, Descrever, Explicar e Argumentar</i> ?	QF	Perceção dos alunos sobre do impacto da intervenção pedagógica
Identificar as vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas	c) Quais são as principais ideias que associas às atividades de aprendizagem que realizaste no âmbito das competências cognitivo-linguísticas?	QF	Vantagens atribuídas pelos alunos à exploração das competências cognitivo-linguísticas no ensino da Biologia e Geologia
	d) Qual é a importância que atribuis à aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas?		
Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas	e) Agora, individualmente e considerando as diferenças encontradas, refere o que ainda não percebeste bem.	AtAp 2	Perceção dos alunos sobre as dificuldades sentidas na exploração das competências cognitivo-linguística
	f) Assinala com uma cruz (x) o que ainda não percebeste bem.	AtAp 4	
	g) Qual foi a atividade de aprendizagem em que sentiste mais dificuldade?	QF	

**Legenda – AtAp:** Atividade de aprendizagem; **Inst. Inv.:** Instrumentos de Investigação; **QF:** Questionário de avaliação final global.

As questões apresentadas no Quadro 3.2. são de natureza distinta e estão em diferentes instrumentos de avaliação, nas atividades de aprendizagem – 2) *Identificação das Competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em Textos Científico: Diversidade e contextos de formação de magmas* (Anexo 2) e 4) *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* (Anexo 3) – e no questionário de avaliação final global (Anexo 4), aplicado após a intervenção pedagógica.

A identificação do impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas concretizou-se a partir de duas questões de resposta aberta: uma operacionalizada durante a consecução da atividade de aprendizagem 4 e outra após a

intervenção pedagógica no questionário de avaliação final global. A opção pela identificação do impacto da intervenção pedagógica durante a realização da atividade de aprendizagem 4 decorre do papel particular que esta atividade assume na aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas e por ser aquela em que o aluno terá de mobilizar as aprendizagens efetivadas nas atividades de aprendizagem anteriores mediante a construção de justificações, um dos elementos fundamentais na elaboração de um discurso argumentativo. A aplicação de uma questão no questionário de avaliação final global contribui para analisar o impacto global da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas.

O procedimento adotado na análise das respostas à questão – a) *De que modo esta atividade de aprendizagem contribui para o desenvolvimento da tua compreensão do significado de argumentação?* – e à questão – b) *De que forma as atividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento da tua capacidade de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar?* – consistiu na aplicação da técnica de análise de conteúdo (v. Bardin, 2004; Coutinho, 2013) operacionalizada em função de categorias definidas recursivamente à análise das respostas dos alunos. A unidade de análise foi selecionada de acordo com um critério semântico, correspondendo a uma ou mais frases que expressam um determinado sentido, na questão a) sobre as aprendizagens de argumentação e na questão b) sobre as aprendizagens efetuadas durante a intervenção pedagógica. Esta análise qualitativa foi complementada com a análise quantitativa através da determinação de frequências e percentagens em ambas as questões. A subjetividade interpretativa associada à análise de conteúdo foi minimizada recorrendo à implementação dos seguintes procedimentos metodológicos: categorização das respostas pela aluna estagiária em diferentes momentos; confrontação da categorização de algumas respostas efetuadas pela aluna estagiária com a interpretação atribuída pela orientadora cooperante e pelo supervisor da universidade (Pardal & Lopes, 2011).

A identificação das vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas concretizou-se a partir das questões – c) *Quais são as principais ideias que associas às atividades de aprendizagem que realizaste no âmbito das competências cognitivo-linguísticas?* e d) *Qual é a importância que atribuis à aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas?* – presentes no questionário de avaliação final global. Ambas as questões são de escolha múltipla de leque aberto pois permite ao aluno acrescentar mais opções de resposta (Pardal & Lopes, 2011). Associa-se à questão c) uma questão de resposta aberta pela necessidade de compreensão da escolha efetuada. O

procedimento adotado na análise às respostas a esta última questão consistiu na análise quantitativa pela determinação do cálculo de frequências e percentagens das respostas de escolha múltipla. A análise das razões assinaladas pelos alunos para justificar as ideias associadas às atividades de aprendizagem, focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas, consistiu, primeiramente, num levantamento dos fatores apontados pelos alunos a cada ideia escolhida e em seguida na organização das razões para cada um dos fatores respetivos. A análise à questão d) compreendeu, também, uma análise quantitativa seguindo a metodologia apontada na primeira questão.

A identificação das dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas concretizou-se através de três questões aplicadas em três momentos e em três instrumentos de investigação. No primeiro momento durante a realização da atividade de aprendizagem 2 – *Identificação das Competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em Textos Científico: Diversidade e contextos de formação de magmas* –, no segundo momento durante a realização da atividade de aprendizagem 4 – *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diversidade de magmas* – e, por último, no questionário de avaliação final global, aplicado após a intervenção pedagógica. A opção pela identificação das dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização das atividades de aprendizagem 2 e 4 resultou da necessidade de limitar o enfoque da reflexão nas várias atividades de aprendizagem dadas as limitações temporais. Optou-se por essa reflexão nestas duas atividades de aprendizagem pelas seguintes razões: 1) os alunos estão mais familiarizados com as competências cognitivo-linguísticas na segunda atividade de aprendizagem, possibilitando uma reflexão mais aprofundada; 2) a segunda atividade de aprendizagem contribuiu para o desenvolvimento da capacidade de mobilização das competências cognitivo-linguísticas na consecução das atividades de aprendizagem seguintes; 3) a quarta atividade de aprendizagem é aquela que apresenta um maior grau de complexidade. A reflexão global final sobre as dificuldades sentidas pelos alunos nas várias atividades de aprendizagem contribui para corroborar ou refutar as perceções inicialmente manifestadas pelos alunos, aquando da resolução das outras atividades de aprendizagem.

O procedimento seguido na análise à questão – e) *Agora, individualmente e considerando as diferenças encontradas refere o que ainda não percebeste bem?* –, aplicada na atividade de aprendizagem 2, consistiu na aplicação da técnica de análise de conteúdo com recurso simultâneo à categorização das respostas. A análise qualitativa foi complementada com análise quantitativa

através da determinação de frequências e percentagens. Esta questão possui dupla função, uma vez que tem como papel de mediação da aprendizagem e de investigação da intervenção pedagógica. Considerou-se como unidade de análise a resposta dada pelo aluno na sua globalidade, podendo, assim, corresponder a uma única frase e/ou a um conjunto de frases que apontam para as dificuldades sentidas na atividade de aprendizagem 2.

A questão – f) *Assinala com uma cruz (x) o que ainda não percebeste bem* –, aplicada na atividade de aprendizagem 4, é de escolha múltipla em leque aberto sem a necessidade de justificação. O procedimento seguido na análise desta questão consistiu na contabilização por frequências e por percentagens das seleções efetuadas pelos alunos.

O procedimento assumido na análise à última questão acerca das dificuldades sentidas na intervenção pedagógica na consecução das atividades de aprendizagem – g) *Qual foi a atividade de aprendizagem em que sentiste mais dificuldade?* –, aplicada no questionário de avaliação final global, consistiu na análise quantitativa pela determinação do cálculo de frequências e percentagens na escolha de uma atividade de aprendizagem. Esta questão é complementada com uma questão de resposta aberta com o objetivo de recolher as razões da escolha efetuada pelos alunos. A análise das razões assinaladas consistiu na análise de conteúdo, sendo criadas categorias das dificuldades apontadas pelos alunos, que justificam a indicação da atividade de aprendizagem em que sentiram mais dificuldade. A unidade de análise foi selecionada de acordo com um critério semântico, correspondendo a uma ou mais frases que expressam um determinado sentido sobre as dificuldades sentidas. A subjetividade interpretativa associada à análise de conteúdo foi minimizada recorrendo a vários momentos de análise de conteúdo e a confrontação da categorização de algumas respostas efetuadas pela aluna estagiária com a interpretação atribuída pela orientadora cooperante e pelo supervisor da universidade (Pardal & Lopes, 2011). Posteriormente, o procedimento adotado para cada razão categorizada consistiu na análise de frequências e de percentagens.



## IV – INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

### Introdução

O presente capítulo é constituído por duas secções que estão focalizadas na apresentação do cenário educativo em que se desenvolveu o presente estudo. A primeira secção inicia-se com uma caracterização sucinta dos alunos participantes no estudo, seguida da análise da perceção desses mesmos alunos acerca da abordagem educativa das competências cognitivo-linguísticas e, por último, da identificação do valor atribuído à exploração educativa das competências cognitivo-linguísticas pelos documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e aprendizagem de algumas disciplinas. A segunda secção centra-se na descrição aprofundada da intervenção pedagógica, orientada para o desenvolvimento da capacidade de mobilização das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – em articulação com a aprendizagem do conhecimento substantivo.

#### 4.1. Caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica

A caracterização do contexto educativo da intervenção pedagógica incide na caracterização sumária do grupo de alunos que participaram no estudo, na caracterização das perceções dos alunos acerca da exploração das competências cognitivo-linguísticas no seu percurso escolar e na identificação do espaço atribuído às competências cognitivo-linguísticas no contexto de aprendizagem por documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e de aprendizagem.

Inicia-se a caracterização do contexto educativo pela caracterização sumária do grupo de alunos intervenientes no estudo. A intervenção pedagógica foi desenvolvida numa Escola Secundária/3, pertencente ao distrito de Braga. Foi implementada no ano letivo 2012/2013 com um grupo de 26 alunos (turma B), na disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade do curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias. O Quadro 4.1 apresenta a distribuição dos alunos participantes no estudo em função das características: sexo, idade, classificação obtida na disciplina de Biologia e Geologia no último período do ano letivo anterior à intervenção pedagógica e turma/escola de origem.

**Quadro 4.1: Grupo de alunos do 11º ano participantes no estudo**

Caraterísticas	Alunos (n = 26)		
		f	%
Sexo	Masculino	18	69,2
	Feminino	8	30,8
Idade (anos)	15	1	3,8
	16	25	96,2
Classificação, numa escala de 1 a 20 valores, obtida na disciplina de Biologia e Geologia no final do 10º ano (Ano letivo 2011/2012)	[10-11]	4	15,4
	[12-13]	6	23,1
	[14-15]	9	34,6
	[16-17]	4	15,4
	Sem informação	3	11,5
Turma/Escola de origem	Turma B do 10º ano da ES/3 do presente estudo	24	92,3
	Outra turma do 10º ano da ES/3 do presente estudo	1	3,8
	Outra	1	3,8

**Legenda** – ES/3: Escola Secundária/3

A turma é constituída maioritariamente por alunos do sexo masculino. As idades variam entre os 15 e os 16 anos, verificando-se a predominância acentuada de alunos com 16 anos. Apenas um aluno tem a idade de 15 anos. O aproveitamento dos alunos na disciplina de Biologia e Geologia no ano letivo anterior (10º ano de escolaridade) situa-se nos níveis Satisfatório (10-13 valores) e Bom/Muito Bom (14-17 valores), podendo-se considerar que nesta caraterística e nesse momento era uma turma heterogénea. A maioria dos alunos já integrava a mesma turma no 10º ano de escolaridade, verificando-se que apenas dois alunos são provenientes de outros contextos. No entanto, apenas um destes alunos é proveniente de um contexto escolar distinto porque frequentou o 10º ano de escolaridade numa outra instituição de ensino. Neste sentido, a maioria dos alunos estava familiarizada com o contexto global da escola e com o contexto específico da turma. A familiaridade entre os alunos é um aspeto que poderá contribuir para a concretização de um cenário educativo orientado para a construção social do conhecimento por facilitar o estabelecimento de relações dialógicas e de cooperação. Uma observação não estruturada do comportamento dos alunos no espaço de aula pela professora estagiária mostra a existência de um clima relacional pautado pela amizade, responsabilidade e entreatajuda. Esta visão é também corroborada pela orientadora cooperante.

Após esta breve caracterização biográfica dos alunos, efetua-se uma caracterização da incidência das competências cognitivo-linguísticas no contexto escolar dos alunos através da

análise da percepção por eles evidenciada. O Quadro 4.2 mostra a percepção dos alunos sobre a relevância atribuída à exploração de quatro competências cognitivo-linguísticas – *Definir*, *Descrever*, *Explicar* e *Argumentar* – por cada uma das disciplinas enumeradas. Os dados foram recolhidos através da contabilização das respostas dos alunos à questão de escolha múltipla – *Indica, com uma cruz (x), se nas práticas educativas realizadas em contexto de sala de aula das seguintes disciplinas foi alguma vez explorado explicitamente o significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas enumeradas* – presente no questionário inicial, isto é, do questionário aplicado anteriormente à implementação da intervenção pedagógica (Anexo 1).

**Quadro 4.2: Percepção dos alunos do 11º ano sobre a incidência atribuída à exploração das competências cognitivo-linguísticas em várias disciplinas**

Competências	Incidência de exploração das competências cognitivo-linguísticas						
	P	LE	CN/BG	M	CFQ/FQ	F	H/G
Definir	*	-	✓	*	*	*	*
Descrever	✓	*	✓	-	*	-	*
Explicar	*	*	✓	✓	✓	*	*
Argumentar	-	-	-	-	-	✓	-

**Legenda** – P: Português; LE: Línguas Estrangeiras (Inglês, Francês, Espanhol, etc.); CN/BG: Ciências Naturais/Biologia e Geologia; M: Matemática; CFQ/FQ: Ciências Físico-Químicas/Física e Química; F: Filosofia; H/G: História/Geografia; ✓: Grau de incidência de exploração elevado (80-100%); \*: Grau de incidência de exploração intermédio (40-79%); -: Grau de incidência de exploração baixo (0-39%).

A percepção global dos alunos aponta a exploração de todas as competências cognitivo-linguísticas em todas as disciplinas enumeradas. No entanto, indica, também, níveis de incidência significativamente diferentes nas várias disciplinas.

A análise dos dados do Quadro 4.2 permite destacar quatro aspetos: 1) a competência cognitivo-linguística *Explicar* é percecionada como sendo aquela que é explorada com um nível significativo nas várias disciplinas, evidenciando-se as disciplinas da área usualmente designada como a área das Ciências (Ciências Naturais/Biologia e Geologia, Ciências Físico-Químicas/Física e Química e Matemática), 2) a competência cognitivo-linguística *Argumentar* é apontada como sendo explorada significativamente apenas na disciplina de Filosofia, 3) a competência cognitivo-linguística *Descrever* é percecionada como sendo desenvolvida com um grau de incidência elevado apenas nas disciplinas de Ciências Naturais/Biologia e Geologia e de Português, 4) a competência cognitivo-linguística *Definir* é assinalada como sendo explorada primordialmente na disciplina de Biologia e Geologia e 5) a disciplina de Ciências Naturais/Biologia e Geologia é indicada como sendo a disciplina em que são exploradas significativamente a maioria das competências cognitivo-

linguísticas (*Definir, Descrever e Explicar*). A percepção da exploração primordial da argumentação na disciplina de Filosofia poderá estar relacionada com o facto da argumentação constituir um conteúdo do respetivo programa orientador dos processos de ensino e aprendizagem: III - Racionalidade argumentativa e filosofia, 1) Argumentação e lógica formal, 2) Argumentação e retórica; 3) Argumentação e filosofia (v. Almeida, 2001).

O Quadro 4.3 mostra os principais exemplos de temáticas/conteúdos em que, segundo os alunos, são exploradas as respetivas competências cognitivo-linguísticas.

**Quadro 4.3: Temáticas/conteúdos implicados na exploração das competências cognitivo-linguísticas em várias disciplinas, segundo a percepção dos alunos do 11º ano**

Competências	Disciplinas	Temáticas/Conteúdos de exploração
<b>Definir</b>	CN/BG	Mineral (A11) Escala de Mohs (A24) Rocha sedimentar (A5, A8) Utilização do ácido clorídrico como um indicador de rochas (A2)
	CFQ/FQ	Processo de Haber-Bosch (A3) Incerteza associado ao resultado experimental (A19)
	M	Lugares geométricos (A4) Plano (A10, A18) Reta (A2, A10, A18) Sólidos geométricos (A10) Funções (A16)
	P	Palavras/Expressão (A20)
	G	Produto Interno Bruto (PIB) (A25)
<b>Descrever</b>	P	Imagens (A1, A2, A4, A10, A17, A18) Cartaz publicitário/anúncio (A3, A17) Caraterísticas físicas e/ou psicológicas das personagens (A6, A7, A9, A10, A11, A13, A14, A16, A20, A21, A23, A24) Caraterísticas do espaço da ação (A5, A7, A9, A13, A21, A25)
	H	2ª Guerra Mundial (A8, A19) Estado monárquico (A12)
<b>Explicar</b>	CN/BG	Ciclo das rochas (A4, A10, A18) Fotossíntese (A3, A7) Teorias da evolução das espécies (A19, A23) Formação das rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas (A6, A7, A17) Funcionamento do sistema digestivo (A17) Modelo autogénico (A12)
	CFQ/FQ	1ª Lei de Newton (A20) Funcionamento do microfone (A11, A16, A22) Reações químicas (A5, A14, A16) Origem da teoria do Big-Bang (A24)
<b>Argumentar</b>	F	Pena de morte (A18) Discurso formalizado ou discurso político (A26) Racionalidade argumentativa e filosófica (A16) Empirismo (A19) Afirmção “penso logo existo” (A14, A24) Validação e/ou refutação de uma teoria (A5, A10, A12) Egoísmo Psicológico (A13)

**Legenda** – P: Português; CN/BG: Ciências Naturais/Biologia e Geologia; M: Matemática; CFQ/FQ: Ciências Físico-Químicas/Física e Química; F: Filosofia; H: História; G: Geografia; A1 a A26: alunos.

Os dados registados no Quadro 4.3 foram obtidos através de questão de natureza aberta – *Dá um exemplo de uma temática/conteúdo em que tenhas explorado cada uma das competências que assinalaste no quadro anterior* – presente no questionário inicial (Anexo 1). A perceção dos alunos aponta para uma diversidade de temáticas/conteúdos de exploração das competências cognitivo-linguísticas nas disciplinas enumeradas. Verifica-se, também, que a maioria dos alunos refere temáticas/conteúdos para mais do que uma competência cognitivo-linguística. Apenas quatro alunos indicaram um único exemplo de temáticas/conteúdos explorados. Assinala-se, ainda, que a indicação dos exemplos de temáticas/conteúdos abordados não está limitada às disciplinas em que é percecionada a maior incidência de cada uma das competências cognitivo-linguísticas. Este facto poderá ser indicativo de que o impacto de exploração das competências cognitivo-linguísticas não estará dependente apenas do grau de exploração mas também da natureza de temática/conteúdo abordado.

Finaliza-se a caracterização do contexto educativo com a identificação do valor educativo atribuído às competências cognitivo-linguísticas pelos programas de Biologia e Geologia, de Física e Química A, de Português, de Matemática e de Filosofia do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do ensino Secundário. Incide-se a análise nos programas de Biologia e Geologia por corresponder ao contexto mais específico do ensino secundário em que se desenvolveu a intervenção pedagógica do presente estudo.

Os documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e de aprendizagem da Biologia e Geologia dos 10º ou 11º anos e dos 11º ou 12º anos de escolaridade não fazem nenhuma referência explícita às competências cognitivo-linguísticas como uma finalidade ou como um conteúdo de aprendizagem. No entanto, estão apresentadas algumas afirmações que implicitamente implicam a mobilização deste tipo de competências.

A assunção de atitudes e posicionamentos críticos bem como a tomada de decisões sobre problemáticas socio-científicas está evidenciada nas finalidades educativas apresentadas para a abordagem de temáticas quer da área da Biologia quer da área da Geologia. Na área da Biologia, está evidenciada na secção Conteúdos Atitudinais no âmbito das temáticas *Regulação Nervosa e Hormonal em Animais*, *Crescimento e Renovação Celular*, *Crescimento e Regeneração de Tecidos vs Diferenciação Celular*, *Reprodução Assexuada e Reprodução Sexuada* e *Mecanismos de Evolução*, registada nos seguintes segmentos de texto:

“Desenvolvimento de atitudes responsáveis face a intervenções humanas, nos ecossistemas, susceptíveis de afectarem os mecanismos de termo e osmorregulação dos animais.” (Amador, 2001: 86, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 2 – Distribuição da Matéria; sublinhado nosso)

“Reflexão e desenvolvimento de atitudes críticas, conducentes a tomadas de decisão fundamentadas sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no ciclo celular e conduzir a situações indesejáveis como, por exemplo, o aparecimento de doenças.” (Mendes & Amador, 2003: 5, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 5 – Crescimento e Renovação Celular; sublinhado nosso)

“Desenvolvimento de atitudes, cientificamente sustentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no processo de diferenciação celular.” (Mendes & Amador, 2003: 6, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 5 – Crescimento e Renovação Celular; sublinhado nosso)

“Desenvolvimento de atitudes críticas e fundamentadas acerca da exploração dos processos de reprodução assexuada dos seres vivos com fins económicos. Apreciação crítica das implicações éticas e morais que envolvem a utilização de processos científico-tecnológicos na manipulação da reprodução humana e/ou de outros seres vivos.” (Mendes & Amador, 2003: 8, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 6 – Reprodução; sublinhado nosso)

“Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.” (Mendes & Amador, 2003: 12, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 7 – Evolução Biológica; sublinhado nosso)

A referência ao desenvolvimento de atitudes e posicionamentos críticos na abordagem da Geologia está registada quer numa secção de apresentação global do programa de Geologia do 10º e 11º ano quer na explicitação dos conteúdos a desenvolver numa temática específica, *Ocupação Antrópica e Problemas de Ordenamento*, conforme se ilustra nos seguintes segmentos de texto:

“fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;” (Amador, 2001: 8, Geologia: secção Objetivos integrada na Apresentação do Programa de Geologia do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

“adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania.” (Amador, 2001: 9, Geologia: secção Competências a Desenvolver integrada na Apresentação do Programa de Geologia do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

“Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas.” (Mendes & Amador, 2003: 18, Geologia: Conteúdos Atitudinais, na secção Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do Tema IV – Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano; sublinhado nosso)

“Assumir atitudes de defesa do património geológico.” (Mendes & Amador, 2003: 19, Geologia: Conteúdos Atitudinais, na secção Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do Tema IV – Geologia, Problemas e Materiais do Quotidiano; sublinhado nosso)

É enfatizado o envolvimento do cidadão na tomada de decisão, no debate sobre problemáticas socio-científicas e salientada a necessidade de fundamentação dos posicionamentos adotados, apontando, implicitamente, para a exploração, em particular, de uma competência cognitivo-linguística - a argumentação. O programa de Física e Química A também aponta implícita e explicitamente para a exploração desta competência cognitivo-linguística, conforme se verifica, respetivamente, nos seguintes segmentos de texto:

“Ser crítico e apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente (...).” (Martins & Caldeira, 2001: 7-8, Física e Química A: na secção Objetivos Gerais da Aprendizagem e Competências na Apresentação do Programa de 10º e 11ºano; sublinhado nosso)

“Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final;” (Martins & Caldeira, 2001: 7-8, Física e Química A: secção Objetivos Gerais de Aprendizagem e Competências na Apresentação do Programa do 10º e 11ºano; sublinhado nosso)

Os programas de Matemática e de Filosofia são outros documentos oficiais que também apontam explicitamente a exploração da argumentação:

“O estudante deve verbalizar os raciocínios e discutir processos, confrontando-os com outros. Deve ser capaz de argumentar com lógica e recorrer, sempre que tal for aconselhável, à linguagem simbólica da Matemática, à sua precisão e ao seu poder de síntese” (Silva, 2001: 11, Matemática A: Comunicação na secção Metodologias Gerais na Apresentação do Programa do 10º, 11º e 12º ano; sublinhado nosso)

“Desenvolver actividades de análise e confronto de argumentos. Analisar a estrutura lógico-argumentativa de um texto, pesquisando os argumentos, dando conta do percurso argumentativo, explorando possíveis objecções e refutações. Confrontar as teses e a argumentação de um texto com teses e argumentos alternativos. Assumir posição pessoal relativamente às teses e aos argumentos

em confronto.” (Almeida, 2001: 10, Filosofia: secção Objetivos Gerais na Apresentação do Programa do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

A exploração das competências cognitivo-linguísticas também pode contribuir para a aprendizagem do conhecimento substantivo, estando esta possibilidade, implicitamente, patente nos programas de Biologia e Geologia dos 10º ou 11º anos e dos 11º ou 12º anos de escolaridade, em conteúdos atitudinais e procedimentais relativos às temáticas *Respiração aeróbia*, *Mecanismos de Evolução*, *Sistemas de Classificação dos Seres Vivos* e *Métodos para o estudo da interior da geosfera*:

“Discutir a capacidade de alguns seres utilizarem diferentes vias metabólicas em função das condições do meio.” (Amador, 2001: 52, Biologia: Conteúdos Procedimentais da unidade 3 – Transformação e Utilização de Energia pelos Seres Vivos; sublinhado nosso)

“Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.” (Mendes & Amador, 2003: 12, Biologia: Conteúdos Atitudinais da unidade 7 – Evolução Biológica; sublinhado nosso)

“Integrar e contrastar perspectivas e argumentos associados aos diferentes sistemas de classificação que foram sendo elaborados.” (Mendes & Amador, 2003: 13, Biologia: Conteúdos Procedimentais da unidade 8 – Sistemática dos Seres Vivos; sublinhado nosso)

“Desenvolver uma atitude científica face aos riscos sísmicos e vulcânicos, reconhecendo as suas causas.” (Amador, 2001: 52, Geologia: Conteúdos Atitudinais na secção Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas do tema III – Compreender a Estrutura e a Dinâmica da Geosfera; sublinhado nosso)

O desenvolvimento da capacidade de comunicação oral e escrita é apontado como uma finalidade educativa nos conteúdos procedimentais das temáticas *Vulcanologia* e *Ocupação Antrópica e Problemas de Ordenamento* e nos objetivos enumerados como sendo comuns ao ensino das Ciências Experimentais:

“melhorar capacidades de comunicação escrita (texto e imagem) e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).” (Amador, 2001: 8, Geologia: secção Objetivos integrada na Apresentação do programa de Geologia do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

“comunicação da informação.” (Amador, 2001: 10, Geologia: Conteúdos Procedimentais valorizados na Apresentação do programa de Geologia do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

“Redigir conclusões comunicando-as de forma oral e escrita.” (Amador, 2001: 52, Geologia: Conteúdos Procedimentais na secção Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas do tema III – Compreender a Estrutura e Dinâmica da Geosfera; sublinhado nosso)

“Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.” (Mendes & Amador, 2003: 18, Geologia: Conteúdos Procedimentais na secção Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano; Amador, 2001: 25 e 37, Geologia: Conteúdos Procedimentais na secção Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas do tema I – Geologia, os Geólogos e os seus Métodos; sublinhado nosso)

A capacidade de comunicação oral e escrita é também uma finalidade comum aos programas de Física e Química A, de Matemática e de Português, referida em secções distintas:

“Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito” (Martins & Caldeira, 2001: 7-8, Física e Química A: secção Objetivos Gerais de Aprendizagem e Competências na Apresentação do Programa do 10º e 11º ano; sublinhado nosso)

“Comunicar conceitos, raciocínios e ideias, oralmente e por escrito, com clareza e progressivo rigor lógico” (Silva, 2001: 4-5, Matemática A: Capacidade/Aptidões na secção Objetivos e Competências Gerais da Apresentação do Programa do 10º, 11º e 12º ano; sublinhado nosso)

“Tendo em conta a estreita dependência entre os processos de estruturação do pensamento e da linguagem, é absolutamente necessário que as actividades tenham em conta a correcção da comunicação oral e escrita.” (Silva, 2001: 11, Matemática A: Comunicação na secção Metodologias Gerais na Apresentação do Programa do 10º, 11º e 12º ano; sublinhado nosso)

“A competência de escrita é, hoje mais do que nunca, um factor indispensável ao exercício da cidadania, ao sucesso escolar, social e cultural dos indivíduos e, a par da leitura e da oralidade, condiciona o êxito na aprendizagem das diferentes disciplinas curriculares.” (Coelho, 2001: 20, Português: item Expressão Escrita nas Sugestões metodológicas gerais da Apresentação do Programa do 10º, 11º e 12º ano; sublinhado nosso)

“Os escritos expressivos deverão ser trabalhados em primeiro lugar, pelo facto de se centrarem no próprio escrevente. Seguem-se os informativos e os criativos, que envolvem capacidades muito diversas, embora equivalentes: saber sequencializar, sintetizar, definir, explicar, documentar-se, no caso dos primeiros; saber criar e exprimir-se de forma criativa, no caso dos segundos. Finalmente, virão os textos argumentativos, exigindo capacidades complexas: defender uma tese, determinar relações de causa-efeito, confrontar e classificar.” (Coelho, 2001: 20, Português: item Expressão Escrita nas Sugestões metodológicas gerais da Apresentação do Programa do 10º, 11º e 12º ano; sublinhado nosso)

A consecução desta finalidade – capacidade de comunicação oral e escrita - exige a mobilização das competências cognitivo-linguísticas *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*, pelo que os conteúdos/objetivos programáticos acima assinalados apontam implicitamente para a sua integração nas práticas educativas.

#### **4.2. Descrição da intervenção pedagógica**

A intervenção pedagógica incidiu no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas – *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* – em articulação com a exploração da temática *Magmatismo – Rochas Magmáticas* da unidade didática *Processos e Materiais Geológicos importantes em Ambientes Terrestres* do 11º ano de escolaridade (v. Mendes & Amador, 2003) do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (v. Decreto-Lei nº 139/2012 de 5 de Julho). Foi desenvolvida no ano letivo de 2012/2013, durante o período de 9 aulas (8 aulas de 90 minutos e uma aula de 135 minutos). A escolha do tema – *Falar e Escrever Ciência. As competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem da temática Magmatismo, Rochas Magmáticas* – resultou do reconhecimento da importância da comunicação não só na construção e disseminação do conhecimento científico mas também no desenvolvimento da aprendizagem em Ciências conforme assinalado pela investigação em Educação em Ciências (Chion, 2010). Decorreu da conjugação de tarefas de cariz diversificado: 1) análise das principais potencialidades e práticas de exploração das competências cognitivo-linguísticas apontadas na literatura em *Educação em Ciências* (Chion, 2010; Jorba, Gómez & Prat, 2000; Pujol, 2007) (v. secção 1.4 do Capítulo I); 2) análise das perceções e representações dos alunos participantes no estudo acerca da exploração de competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem (v. secção 4.1 do presente capítulo) análise de documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e aprendizagem da Biologia e Geologia (Mendes & Amador, 2003; Amador, 2001), de Física e Química A (Martins & Caldeira, 2001), de Português (Coelho, 2001), de Matemática A (Silva, 2001) e de Filosofia (Almeida, 2001) (v. secção 4.1 do presente capítulo). Estas tarefas foram executadas no primeiro semestre letivo do estágio profissional do segundo ano do respetivo curso de mestrado no âmbito do módulo Observação de Práticas de Educação em Biologia e Geologia (v. Quadro 1.1 do capítulo I).

A estrutura da intervenção pedagógica está esquematizada no Quadro 4.4.

Quadro 4.4: Estrutura da intervenção pedagógica

Competências cognitivo-linguísticas		Conhecimento substantivo	Modo de resolução	Negociação	Período de aula (45 min)
Etapa	Atividade de Aprendizagem				
Conceptualização	(Re)construção do significado de <i>Definir, Descrever, Explicar</i> e <i>Argumentar</i>	————	Individual Pequeno grupo Grupo turma	Pessoal Interativa	4
Aplicação	Identificação das competências <i>Definir, Descrever, Explicar</i> e <i>Argumentar</i> em textos científicos	Diversidade e contextos de formação de magmas	Individual Pequeno grupo Grupo turma	Pessoal Interativa	4
	Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação	Consolidação de magmas	Pequeno grupo Grupo turma	Interativa	5
	construção de justificações	Diferenciação magmática	Individual Pequeno grupo Grupo turma	Pessoal Interativa	6

Legenda – min: minutos

A intervenção pedagógica caracteriza-se pela estruturação em duas etapas que se concretizam através de quatro atividades de aprendizagem num contexto educativo de cariz dialógico e reflexivo, proporcionando, assim, o desenvolvimento da compreensão do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas e da capacidade de as mobilizar na exploração de temáticas científicas. A primeira etapa, constituída apenas por uma única atividade de aprendizagem, é um primeiro momento de conceptualização das competências cognitivo-linguísticas e a segunda etapa, dando continuidade a esse primeiro momento, inclui a implementação de três atividades de aprendizagem, desenvolvidas no sentido de promover a capacidade de mobilização dessas mesmas competências. A intervenção pedagógica assentou na visão da aprendizagem como um processo social em consonância com um paradigma epistemológico de cariz auto-socioconstrutivista (v. Bassis, 1997 in Santos, 2005a). Neste sentido, criaram-se momentos de trabalho individual e momentos de trabalho cooperativo que propiciaram a interação dos alunos (pares, pequeno grupo e grupo turma) e dos alunos com o professor (grupo turma). Estes momentos envolveram processos de negociação pessoal e interativa (v. Breen & Littlejohn, 2000). O trabalho em grupo é considerada como uma condição fundamental da aprendizagem:

“Es necesario que el trabajo del grupo en su conjunto, no el de cada uno de los alumnos individualmente, sea el referente. El aprendizaje ha de ser considerado un proceso colectivo, donde el alumno progrese en compañía de otros, siendo necesaria la intervención de ellos para que se produzca el aprendizaje. (...) La interacción entre alumnos será necesaria, y habrá que gestionarla adecuadamente, formando parte fundamental del proceso. La necesidad de apoyo y ayuda ha de ser considerada como una parte más del próprio proceso de enseñanza-aprendizaje.” (Negro Moncayo, Torrego Seijo & Zariquiey Biondi, 2012: 51-52)

A primeira etapa – Conceptualização – engloba a execução de uma única atividade de aprendizagem – (Re)Construção do significado de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar (Anexo 5) –, constituindo um primeiro momento de conceptualização das competências cognitivo-linguísticas a partir da exploração das conceções prévias dos alunos. Esta atividade assentou nos seguintes objetivos de aprendizagem:

- Tomar consciência do significado atribuído às competências cognitivo-linguísticas *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*,
- (Re)construir o significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*.

A estrutura desta atividade de aprendizagem está sumariamente representada no Quadro 4.5, evidenciando a relação existente entre as tarefas que a corporizam, o enfoque e o modo de resolução.

**Quadro 4.5: Estrutura da atividade de aprendizagem (Re)Construção do significado de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar**

Enfoque	Tarefas	Modo de resolução
<b>Conceções Iniciais</b>	Explicitação individual das conceções iniciais do significado de <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i>	Individual
	Comparação das conceções anteriores e construção de uma definição consensualizada	Pequeno grupo
	Confronto das conceções dos diversos grupos e registo das diferenças emergentes	Grupo Turma
<b>Das Conceções Iniciais às Conceções Científicas</b>	Comparação das conceções definidas no pequeno grupo com as apresentadas num dicionário de Língua Portuguesa	Pequeno grupo Grupo Turma
	Comparação das conceções definidas no pequeno grupo com as definições fornecidas na literatura de Educação em Ciências	Pequeno grupo Grupo Turma
<b>Revisitar as Conceções Iniciais</b>	Registo das alterações a introduzir nas conceções iniciais	Individual (Trabalho de Casa)

A atividade de aprendizagem está estruturada em três fases: 1) Concepções Iniciais, 2) Das Concepções Iniciais às Concepções Científicas e 3) Revisitar as Concepções Iniciais. A primeira fase – *Concepções Iniciais* – compreendeu a realização de três tarefas: a) explicitação por cada aluno das concepções pessoais de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar, b) comparação das concepções anteriores com as dos outros elementos do pequeno grupo a que cada aluno pertence e construção de uma definição consensualizada para cada uma das competências cognitivo-linguísticas e c) confrontação no grupo turma das respostas consensualizadas no pequeno grupo. A estrutura desta fase foi concebida segundo a estratégia de aprendizagem cooperativa designada por *Pensar-Formar Pares-Partilhar*<sup>1</sup> (v. Lopes & Silva, 2009) que implica processos sucessivos de negociação interativa de ideias, assegurando o contributo e o envolvimento efetivo de todos os alunos na aprendizagem: “Es una técnica muy efectiva para mantener la atención de los estudiantes y les brinda a todos ellos la oportunidad de razonar y discutir sobre la temática” (Duran, 2012: 158). Este é já um primeiro momento de conflito cognitivo que permite a cada aluno reequacionar as definições atribuídas a cada uma das competências cognitivo-linguísticas face às ideias dos outros alunos. A segunda fase – *Das Concepções Iniciais às Concepções Científicas* – correspondeu a um segundo momento de conflito cognitivo através do confronto das concepções consensualizadas no pequeno grupo com as respetivas definições presentes nos dicionários de Língua Portuguesa e, também, na literatura em Educação em Ciências. A terceira e última fase – *Revisitar as Concepções Iniciais* – concretizou-se através de uma questão de reflexão individual com o intuito de acentuar o processo de (re)construção das ideias dos alunos acerca do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas, enfatizando o processo de negociação pessoal de ideias. É um momento fulcral para a mudança/evolução conceptual, potencializado pela identificação das diferenças e semelhanças entre as definições iniciais e finais atribuídas pelos alunos às competências cognitivo-linguísticas.

A concepção desta atividade de aprendizagem foi inspirada numa atividade de aprendizagem idealizada por Chion (2010), destacando-se desta por acentuar a promoção da consciencialização dos alunos para as aprendizagens a desenvolver e para o processo de aprendizagem adotado, a confrontação de ideias e a metacognição acerca da aprendizagem.

---

<sup>1</sup> Esta estratégia de aprendizagem cooperativa é apresentada com diferentes designações na literatura da especialidade. É, também, designada como *1-2-4* por Pujolàs Maset (2011: 199), como *Think-Pair-Share* por Murdoch & Wilson (2008: 34) e como *Pensar en pareja* por Duran (2012: 157).

A segunda etapa da intervenção pedagógica – *Aplicação* – compreendeu três atividades de aprendizagem focalizadas na mobilização das competências cognitivo-linguísticas através de cenários educativos progressivamente mais complexos.

A primeira atividade de aprendizagem desta segunda etapa – *Identificação das Competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em Textos Científico* (Anexo 2) – consistiu na aplicação dos conhecimentos desenvolvidos na atividade de aprendizagem anterior na interpretação de segmentos de textos científicos que fossem exemplificativos das respetivas competências cognitivo-linguísticas. Neste sentido, a atividade de aprendizagem assentou nos seguintes objetivos de formação:

- Desenvolver a compreensão acerca do significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*;
- Compreender os processos de formação de magmas;
- Relacionar a diversidade de magmas com os processos de formação.

O Quadro 4.6 apresenta resumidamente a estrutura da atividade de aprendizagem. Esta caracteriza-se pela estruturação em duas fases: a) *Identificação* e b) *Reflexão*.

**Quadro 4.6: Estrutura da atividade de aprendizagem *Identificação das competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em textos científicos***

Enfoques	Tarefas	Modo de Resolução
<b>Identificação</b>	Competências cognitivo-linguísticas em textos científicos	Pequeno grupo Grupo Turma
	Argumentos em segmentos de texto argumentativos	Pequeno grupo Grupo Turma
<b>Reflexão</b>	Conhecimentos a rever	Individual

O primeiro enfoque da atividade de aprendizagem – *Identificação* – consistiu na identificação das competências cognitivo-linguísticas presentes em 11 segmentos de texto de cariz científico, focalizados na temática *Diversidade e Contexto de Formação de Magmas* e na identificação de argumentos nos segmentos de textos que exemplificavam a competência cognitivo-linguística argumentar. Esta fase incluiu um primeiro momento de resolução em pequeno grupo, seguido de discussão no grupo turma, orientada para a construção de respostas consensualizadas. As diferenças e semelhanças das respostas dos vários grupos, registadas no quadro negro, constituíram o ponto de partida para esta última discussão. Neste momento, procedeu-se à exploração do modelo de argumentação de Toulmin e dos elementos fundamentais

da estrutura argumentativa (v. Toulmin, 2001; Jimenez Aleixandre, 2010 e 2011), através do diálogo no grupo turma, centrado na interpretação de esquemas e de um texto de cariz argumentativo (Anexo 7).

O segundo enfoque da atividade de aprendizagem – *Reflexão* – consistiu num processo de reflexão de cariz individual, focalizado na monitorização da aprendizagem através da explicitação dos conceitos que não teriam sido claramente compreendidos. É um momento que contribui para o desenvolvimento da competência de aprender a aprender, patente na dimensão metacognitiva da monitorização:

“operações que permitem acompanhar e ir monitorizando o *desenvolvimento da actividade*, as dificuldades experimentadas, suas causas e possíveis soluções, e que podem envolver tarefas de replanificação” (Alonso, Roldão & Vieira, 2006: 3111)

As terceira e a quarta atividades de aprendizagem consistiram na mobilização de provas científicas com o intuito de sustentar uma ideia científica. A diferença entre estas duas atividades está na natureza da operação cognitiva exigida, conferindo à quarta atividade de aprendizagem um grau de complexidade superior. Enquanto na terceira atividade de aprendizagem as provas são mobilizadas para selecionar a justificação mais adequada a um dado fenómeno científico a partir de um leque de justificações previamente fornecido, na quarta atividade de aprendizagem, as provas já são mobilizadas com o intuito de construir uma justificação.

A terceira atividade – *Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação* (Anexo 6) – incide nos seguintes objetivos de aprendizagem:

- Desenvolver a capacidade de mobilização de provas e dados experimentais na construção de explicações para um fenómeno científico;
- Compreender os processos de formação de magmas.

A conceção desta atividade de aprendizagem foi inspirada na atividade intitulada - *¿Por que entra auga? Usar probas para escoller a mellor explicación* - da autoria de Jimenez Aleixandre *et al.* (2009). No Quadro 4.7 encontra-se, sumariamente, representada a estrutura da atividade de aprendizagem.

**Quadro 4.7: Estrutura da atividade de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação***

Enfoque	Tarefas	Modo de resolução
<b>Mobilização de provas científicas recolhidas experimentalmente e outras fornecidas</b>	Seleção da melhor explicação a partir das observações efetuadas experimentalmente	Pequeno grupo Grupo Turma
	a partir de informações complementares fornecidas	
	Elaboração de uma resposta ao problema inicial: <i>De que modo as condições do meio intervêm na formação e no desenvolvimento dos Minerais?</i>	

Esta atividade de aprendizagem foi desenvolvida em três fases: 1) recolha de provas a partir da execução da atividade laboratorial – De que modo as condições do meio intervêm na formação e no desenvolvimento dos minerais? – e consequente mobilização na seleção da melhor explicação para o fenómeno científico em estudo; 2) mobilização de provas fornecidas na explicação do fenómeno científico em estudo e 3) elaboração de uma resposta à questão problema da atividade laboratorial, permitindo a elaboração de uma síntese dos conhecimentos explorados e, também, a monitorização da aprendizagem do conhecimento substantivo. Na operacionalização destas fases optou-se por uma estratégia de resolução inicial no pequeno grupo, seguida de debate no grupo turma.

A quarta e última atividade de aprendizagem – *Mobilização de provas científicas na construção de justificações* (Anexo 3) – esteve orientada para a consecução das seguintes objetivos de aprendizagem:

- Desenvolver a capacidade de construção de justificações a partir de ideias e provas que as sustentam;
- Relacionar diferenciação magmática e cristalização fracionada com a diversidade de rochas magmáticas;
- Monitorizar a aprendizagem.

O Quadro 4.8. mostra, resumidamente, a estrutura da atividade de aprendizagem.

Quadro 4.8: Estrutura da atividade de aprendizagem *Mobilização de provas científicas para a construção de justificações*

Enfoque	Tarefas	Modo de Resolução
<b>Mobilização de ideias e provas fornecidas</b>	Elaboração de justificações a partir de ideias e provas	Pequeno grupo Grupo Turma
	Elaboração de uma resposta ao problema inicial: <i>Como se formam as Rochas Magmáticas?</i>	
<b>Reflexão</b>	Papel da atividade de aprendizagem para a compreensão do significado de argumentação	Individual
	Conhecimentos a rever	

Esta atividade de aprendizagem foi organizada em duas fases – 1) Mobilização de ideias e provas fornecidas e 2) Reflexão – e foi concebida a partir da atividade de aprendizagem – *¿Por que sabemos o que sabemos? Identificar provas* – da autoria de Jiménez Aleixandre et al. (2009). A primeira fase consistiu na construção de justificações a partir da interpretação de ideias focalizadas na explicação da diversidade das rochas magmáticas com base na diferenciação magmática e cristalização fracionada, presentes em excertos de texto do livro *Introdução ao estudo do magmatismo e das rochas magmáticas*, de Galopim de Carvalho (2002). Envolveu a mobilização de provas na construção de justificações para validar e/ou apoiar uma determinada ideia/conclusão, implicando a articulação destes elementos em enunciados que refletem uma estrutura de natureza argumentativa na perspectiva de Toulmin (2001). Foi concluída com a elaboração de uma síntese através da construção da resposta ao problema *Como se formam as rochas magmáticas?* Esta primeira fase seguiu uma estratégia de resolução em pequeno grupo, seguida da resolução no grupo turma. A segunda fase consistiu na reflexão acerca do contributo desta atividade de aprendizagem para a compreensão do significado de argumentação e na monitorização da aprendizagem através da identificação dos conhecimentos que não terão ficado bem compreendidos. Esta segunda fase seguiu uma estratégia de resolução individual.



## V – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

### Introdução

O presente capítulo incide na apresentação e interpretação dos dados recolhidos durante a intervenção pedagógica com o objetivo de se proceder a uma avaliação da estratégia pedagógica implementada com uma turma do 11º ano de Biologia e Geologia. Está estruturado em três secções que contemplam diferentes dimensões de análise a partir das ideias manifestadas pelos alunos nas tarefas de aprendizagem e/ou no questionário final de avaliação global. A primeira secção incide na avaliação do impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas. A segunda secção analisa as vantagens educativas apontadas pelos alunos à exploração das competências cognitivo-linguísticas. A terceira e última secção está focalizada nas dificuldades que os alunos manifestaram ter sentido na operacionalização das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas.

#### 5.1. Perceção dos alunos acerca do impacto da intervenção pedagógica na aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas

Esta primeira secção da avaliação da intervenção pedagógica incide na apresentação e análise dos dados recolhidos em função do seguinte objetivo de investigação:

- Identificar o impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos.

O Quadro 5.1 mostra a perceção dos alunos acerca do impacto educativo da estratégia de intervenção pedagógica. Os dados foram obtidos a partir da análise de conteúdo das respostas à questão – *De que forma as atividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento da tua capacidade de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar?* – do questionário aplicado após a intervenção pedagógica (Anexo 4). Salienta-se que o somatório do número de alunos que indica cada uma das aprendizagens é superior ao número total de alunos porque cada um podia indicar mais do que uma aprendizagem. Sublinha-se, ainda, que as respostas dos alunos apontam o impacto da intervenção pedagógica não só na aprendizagem das competências cognitivo-

linguísticas mas também no desenvolvimento de outras competências transversais/transferíveis e no desenvolvimento do conhecimento substantivo.

**Quadro 5.1: Perceção dos alunos acerca do impacto educativo da intervenção pedagógica**

Aprendizagens efetuadas	Alunos (n = 26)	
	F	%
Desenvolvimento da compreensão do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas: <i>Definir, Descrever, Explicar e Argumentar</i>	22	84,6
Desenvolvimento da capacidade de identificação das competências cognitivo-linguísticas e/ou da sua mobilização na construção de discursos orais e/ou escritos	12	46,2
Não é especificado o tipo de competência cognitivo-linguística	11	42,3
É especificado o impacto no desenvolvimento da argumentação	1	3,8
Desenvolvimento da compreensão do conhecimento substantivo	5	19,2
Desenvolvimento da capacidade de comunicação oral e/ou escrita	3	11,5
Desenvolvimento da compreensão da importância das competências cognitivo-linguísticas	4	15,4
No processo de comunicação	2	7,7
No quotidiano	2	7,7

A perceção dos alunos aponta globalmente para o impacto positivo da intervenção pedagógica na aprendizagem e, em particular, das competências cognitivo-linguísticas porque cada aluno refere o desenvolvimento de uma ou mais aprendizagens. O número de alunos que indica apenas uma aprendizagem é igual ao número de alunos que aponta simultaneamente o desenvolvimento de várias aprendizagens. Este último grupo de alunos será aquele que evidencia um maior impacto educativo da intervenção pedagógica. Aponta principalmente a aprendizagem – *desenvolvimento da compreensão do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas* –, também apontada individualmente pela maioria dos alunos, em conjugação primordial com a aprendizagem *desenvolvimento da capacidade de identificação das competências cognitivo-linguísticas e/ou da sua mobilização na construção de discursos orais e/ou escritos*. Apresenta-se, em seguida, exemplos de respostas ilustrativos da perceção dos alunos atrás assinalada:

“Neste momento, sinto que consigo distinguir o significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas e identificá-las. Os exercícios que foram efetuados mostraram-se muito proveitosos dado que permitiram aplicar as diferentes competências nas mais diversas situações.” (A19, sublinhado nosso)

“Estas atividades foram importantes e contribuíram bastante para o meu conhecimento destas competências porque, apesar de na teoria saber o que são, ajudou-me a compreender melhor o seu significado e ajudou-me a aplicar estes conhecimentos nas minhas respostas, melhorando o meu raciocínio.” (A20, sublinhado nosso)

Alguns alunos que sublinharam estes contributos separadamente referiram-se a eles do seguinte modo:

“As atividades realizadas permitiram-me compreender, através de simples «palavras-chave», o significado de cada uma das competências cognitivo-linguística exploradas. Através de perguntas (por exemplo: “O que é?”) consegui distinguir uma definição de uma descrição.” (A11, sublinhado nosso)

“Contribuíram para saber explicar e entender a diferença, distinguir as várias competências cognitivo-linguísticas que inicialmente me pareciam muito semelhantes mas que se acabaram por revelar distintas e distinguíveis aquando da sua identificação e interpretação nas situações estudadas.” (A26, sublinhado nosso)

“Permitiram desenvolver mais estas capacidades e de certa forma foram-me ensinadas técnicas para descobrir se estava perante uma argumentação, descrição, explicação ou definição. (A18, sublinhado nosso).

Há ainda um outro grupo de quatro alunos que assinala simultaneamente o desenvolvimento de duas aprendizagens de natureza diversificada e que se distinguem da conjugação efetuada pelo grupo anterior de seis alunos:

“Obtive um maior conhecimento sobre estes quatro conceitos que serão importantes no meu futuro, tanto na identificação dos mesmos como na própria escrita.” (A12, sublinhado nosso)

“Contribuíram para a melhor compreensão de descrever, explicar, argumentar e definir e da sua utilidade para a compreensão das matérias.” (A23, sublinhado nosso)

“Na forma de expressar na escrita e mesmo em diálogo as minhas ideias e pontos de vista e defendê-los.” (A4, sublinhado nosso)

“Agora sou capaz de identificar cada uma destas competências quando leio um texto, o que torna mais fácil a aprendizagem da matéria.” (A7, sublinhado nosso)

Assinala-se, por último, o grupo de três alunos (11,5%) que indicam o desenvolvimento em simultâneo de, respetivamente, três, quatro e cinco aprendizagens:

“Ajudaram-me a perceber o significado de cada uma delas e assim facilitar o estudo de todas as disciplinas que temos. Desenvolver o nosso conhecimento, possibilitando assim um melhor diálogo e escrita.” (A24, sublinhado nosso)

“Contribuíram, pois passei a saber distinguir entre explicação e a argumentação, pois tinha algumas dificuldades. Quando descoberto o significado de cada competência passei a saber construir (argumentos, explicações, definições e descrições) de uma forma mais clara. Pois contribuíram para o desenvolvimento da capacidade de explicação de um fenómeno científico e para a compreensão de teorias, princípios, conceitos e factos científicos.” (A5, sublinhado nosso)

“As atividades de aprendizagem sobre as competências cognitivo-linguísticas permitiram, para além de me darem a conhecer o quanto escasso é o meu conhecimento, ajudar-me a saber o que significa e utilizar um pouco mais cada uma destas competências e a dar-lhes o devido valor, pois só agora, percebo o quanto importante é, não só o conteúdo, mas também a forma usada para aprender. E deste modo ajudaram-me, não só na aprendizagem da Biologia e Geologia, mas em todas as outras disciplinas e até no meu quotidiano, pois lidamos frequentemente com estas competências, no nosso dia-a-dia, muitas vezes até sem nos apercebermos, e um bom uso destas é mais um passo para compreendermos algo ou nos expressarmos em relação a algo.” (A3, sublinhado nosso)

A perceção destes três alunos tem em comum o desenvolvimento da aprendizagem referida maioritariamente - *desenvolvimento da compreensão do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas* – em conjugação com as aprendizagens *compreensão do conhecimento substantivo e desenvolvimento da capacidade de comunicação oral e/ou escrita*. Os alunos A5 e A3 acrescentam, respetivamente, o desenvolvimento das seguintes aprendizagens:

- capacidade de identificação das competências cognitivo-linguísticas e/ou da sua mobilização na construção de discursos orais e/ou escritos (A5);
- capacidade de identificação das competências cognitivo-linguísticas e/ou da sua mobilização na construção de discursos orais e/ou escritos e compreensão da importância das competências cognitivo-linguísticas no quotidiano (A3).

Assinala-se, ainda, a compreensão dos alunos A24 e A5 acerca da transferibilidade das aprendizagens desenvolvidas para outros contextos educativos, afirmando a possibilidade de aplicação das competências desenvolvidas no estudo de outras disciplinas. A resposta do aluno A5 mostra uma reflexão que ultrapassa a referência ao impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das aprendizagens para evidenciar o impacto da intervenção pedagógica na

consciencialização da importância da compreensão dos processos mobilizados na aprendizagem para o desenvolvimento dessa mesma aprendizagem.

Os resultados do Quadro 5.1 permitem equacionar a pertinência da operacionalização de atividades de aprendizagem que contribuam para potenciar a capacidade de relação entre a mobilização das competências cognitivo-linguísticas e o desenvolvimento do conhecimento substantivo, que proporcionem ambientes passíveis da experimentação da capacidade de comunicação oral, que promovam a construção de textos argumentativos e que promovam o uso destas competências na interpretação e discussão de situações do quotidiano.

A avaliação da intervenção pedagógica incidiu ainda na análise das perceções dos alunos acerca do impacto educativo de uma atividade de aprendizagem específica. A opção por esta análise decorre do papel particular que esta atividade - *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* (Anexo 3) – assume na aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas pois é aquela em que o aluno terá de mobilizar as aprendizagens anteriores mediante a construção de justificações, um dos elementos fundamentais na elaboração de um discurso argumentativo. Neste sentido, apresenta-se no Quadro 5.2 as perceções dos alunos acerca do contributo educativo dessa atividade de aprendizagem no desenvolvimento da aprendizagem sobre argumentação. Os dados foram obtidos através da aplicação da técnica de análise de conteúdo na interpretação das respostas à questão – *De que modo esta atividade de aprendizagem contribui para o desenvolvimento da tua compreensão do significado de argumentação?* – presente na atividade de aprendizagem referida. Salienta-se que o somatório do número de alunos que indica cada um dos contributos é superior ao número total de alunos porque cada um podia indicar mais do que um contributo.

**Quadro 5.2: Perceção dos alunos acerca do impacto da exploração da atividade - *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* – na aprendizagem da argumentação**

Aprendizagens efetuadas	Alunos (n = 26)	
	f	%
Desenvolvimento da capacidade de argumentação	24	92,3
Mobilizar provas na construção de uma justificação para defender uma ideia	19	73,1
Identificar/Selecionar provas	8	30,8
Distinguir ideias, provas e justificações	1	3,8
Reconhecer um discurso argumentativo	1	3,8
Não é especificado o enfoque	3	11,5
Desenvolvimento da compreensão do âmbito de aplicação da argumentação	3	11,5
Desenvolvimento da compreensão da relevância da argumentação	1	3,8

A capacidade de argumentação é percebida pela maioria dos alunos como tendo sido desenvolvida através da consecução da atividade de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática*. Embora, estes alunos especifiquem diferentes aspetos da capacidade de argumentação, verifica-se que a maioria assinala o *desenvolvimento da capacidade de mobilização de provas na construção de uma justificação para defender uma ideia*. Alguns destes alunos, incluem nas suas respostas a referência ao desenvolvimento da capacidade de identificação e/ou seleção de provas, necessárias para a construção da justificação que confere sustentabilidade ao discurso argumentativo. Estes alunos estão a reconhecer dois elementos fundamentais – provas e justificações – para conferir validade formal a um discurso argumentativo:

“Se considera que un texto argumentativo está completo si presenta todos los componentes esenciales como mínimo, bien sea de forma explícita, bien sea de forma implícita. Se han considerado como componentes esenciales: el hecho, la justificación y la conclusión – siguiendo los modelos de argumentación – sin los cuales el texto no es válido” (Sardá Jorge & Sanmartí Puig, 2000: 412)

A título de exemplo, apresentam-se algumas das respostas apresentadas pelos alunos e que ilustram as ideias acima referidas:

“Ao termos que selecionar as provas que apoiam uma ideia e a elaborar uma justificação estamos a argumentar, a defender uma ideia, e por isso esta aprendizagem leva-nos a compreender melhor o significado de argumentação.” (A9, sublinhado nosso)

“Através desta atividade de aprendizagem, foi-me possível compreender melhor o significado de argumentar. Esta atividade ajudou-me a ser capaz de identificar provas num texto que comprovem certas ideias e, assim, usá-las na elaboração de uma justificação para apoiar a ideia que quero defender.” (A18, sublinhado nosso)

“Esta atividade de aprendizagem contribui para a minha compreensão do significado de argumentação, visto que temos de saber encontrar provas que comprovem a ideia a defender e depois construir a respetiva justificação para, assim, criarmos uma argumentação.” (A21, sublinhado nosso)

No âmbito do desenvolvimento da capacidade de argumentação, dois alunos referem, respetivamente, o desenvolvimento da capacidade de distinguir ideias, provas e justificações, e a capacidade do reconhecimento de um discurso argumentativo. Estes alunos apontam

aprendizagens que contribuem para a capacidade de elaboração de discursos argumentativos orais e/ou escritos. São exemplos destas ideias as seguintes respostas:

“Deu-me a conhecer o verdadeiro significado de argumentar, de modo, a saber reconhecer uma argumentação e saber argumentar.” (A4, sublinhado nosso)

“Contribuiu na medida em que nos foi necessário saber compreender e distinguir ideias, provas e justificações, elementos que são chave de uma argumentação bem estruturada.” (A22, sublinhado nosso)

Assinala-se, o reconhecimento, por este último aluno dos elementos que conferem validade formal a um discurso argumentativo (v. Sardá Jorge & Sanmartí Puig, 2000; Jiménez Aleixandre, 2010).

Refere-se, ainda, o contributo apontado por alguns alunos, que, embora em número reduzido, sublinham aspetos fundamentais acerca do uso da argumentação: o âmbito e a relevância de aplicação. Estes contributos estão patentes nas seguintes respostas:

“Vai aumentar o que entendo por argumentação, porque permitiu-me compreender a importância da argumentação na tomada de decisão e quando deve ser usada.” (A14, sublinhado nosso)

“Permitiu-me ficar mais esclarecido em relação ao significado de argumentação porque percebi melhor a forma como deve ser usada e as situações em que a posso utilizar” (A8, sublinhado nosso)

## 5.2. Perceção dos alunos acerca das vantagens educativas da exploração das competências cognitivo-linguísticas

A presente secção incide na apresentação e interpretação dos dados recolhidos em função do objetivo de investigação a seguir indicado:

- Identificar as vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas.

O Quadro 5.3 mostra as ideias que os alunos associam à intervenção pedagógica, evidenciando vantagens educativas decorrentes da natureza das práticas implementadas. Os dados foram obtidos através da quantificação das respostas dos alunos à questão de escolha múltipla – *Quais são as principais ideias que associas às atividades de aprendizagem que realizaste no âmbito das competências cognitivo-linguísticas?* – e da aplicação da técnica de análise de conteúdo na interpretação das respostas à questão de resposta aberta focalizada na

justificação das opções assinaladas na questão anterior. Estas questões integram o questionário de avaliação final global, implementado após a intervenção pedagógica (Anexo 4). O somatório do número de alunos que escolheram cada uma das ideias apresentadas é superior ao número total de alunos pois cada aluno podia selecionar três ideias.

**Quadro 5.3: Ideias associadas às atividades de aprendizagem focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas**

Ideias	Alunos (n = 26)	
	f	%
Colaboração	21	80,8
Motivação	20	76,9
Desafio	12	46,2
Responsabilidade	11	42,3
Democracia	7	26,9
Competição	5	19,2
Autoritarismo	1	3,8
Rotina	1	3,8

As principais ideias associadas às atividades de aprendizagem são as de *colaboração*, *motivação*, *desafio* e *responsabilidade*, sendo as duas primeiras ideias assinaladas pela maioria dos alunos. As ideias referidas por um menor número de alunos são as de *democracia*, *competição*, *autoritarismo* e *rotina*, sendo as duas últimas indicadas apenas por um único aluno.

Apresentam-se, em seguida, as principais razões assinaladas pelos alunos para justificar as ideias associadas às atividades de aprendizagem, focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas.

A associação da intervenção pedagógica à ideia de *colaboração* resulta do debate de ideias e do trabalho em pequeno grupo, conforme está a seguir explicitado:

#### COLABORAÇÃO

O debate permite	... a partilha, confrontação, aceitação e/ou refutação de ideias ... a articulação e/ou estruturação de ideias
O trabalho no pequeno grupo possibilita	... a entreaajuda ... o desenvolvimento das aprendizagens

A perceção de *colaboração* no debate advém de este possibilitar não só o acesso a novas ideias mas também a articulação de diferentes ideias e a reestruturação de outras. É uma perceção que se aproxima de uma visão da construção do conhecimento como um ato social (v. Santos, 2014; Kincheloe, 2006). Está, implicitamente, patente a argumentação como uma

competência cognitivo-linguística que implica os indivíduos na construção colaborativa dos saberes. Na verdade, é uma das competências fundamentais na construção do conhecimento científico e, também, no desenvolvimento das aprendizagens em Ciências:

“La argumentación sobre ellas [cuestiones sociocientíficas] contribuye al aprendizaje de la ciencia y sobre la ciencia, poniendo de manifiesto que es un proceso construido socialmente, a veces influido por intereses particulares, que comparte aspectos de cooperación con otros de competencia. También ofrece oportunidades para el desarrollo del pensamiento crítico.” (Jiménez Aleixandre, 2010: 133)

A *colaboração* está, ainda, associada ao trabalho de grupo em virtude de este criar um espaço próprio à entreajuda e contribuir para a aprendizagem, em consonância com princípios educacionais defendidos na atualidade:

“(…) posibilitan el logro de cotas más altas en el aprendizaje, nos permiten aprender más cosas y aprenderlas mejor. La discusión en grupo, el conflicto cognitivo que se genera cuando chocan dos puntos de vista diferentes ou opuestos, no sólo nos permite aprender cosas nuevas de los demás, sino también rectificar, consolidar o reafirmar los aprendizajes ya alcanzados.” (Pujòlas Maset, 2004: 75)

A perceção dos alunos aponta a repercussão da intervenção pedagógica na *motivação* para a aprendizagem. Atribuem esta repercussão a quatro fatores: 1) carácter inovador das atividades de aprendizagem, 2) trabalho de grupo, 3) debate de ideias e 4) relação das competências cognitivo-linguísticas com o quotidiano. As explicações apresentadas para estes fatores contribuírem para a *motivação* estão a seguir sintetizadas:

<b>MOTIVAÇÃO</b>	
O carácter inovador das atividades de aprendizagem promove	... um maior empenho dos elementos do grupo ... uma maior participação dos alunos nas tarefas em pequeno grupo e no grupo turma
O trabalho no pequeno grupo promove	... a consecução de atividades com qualidade ... a fruição da ajuda dos colegas ... o desenvolvimento de aprendizagens ... o sucesso individual
O debate possibilita	... a compreensão da natureza das atividades ... o desenvolvimento de aprendizagens
A relação das competências cognitivo-linguísticas com o quotidiano incrementa	... o interesse dos alunos pela aprendizagem destas competências ... o interesse dos alunos pela aprendizagem da Geologia

O carácter inovador das atividades de aprendizagem repercutiu-se, fundamentalmente, num maior envolvimento dos alunos na consecução das tarefas. O trabalho de grupo permitiu incrementar a qualidade das atividades desenvolvidas, a entreaajuda e o sucesso educativo de cada aluno. O debate de ideias contribuiu para uma melhor compreensão da natureza da atividade de aprendizagem, do papel a assumir pelos alunos e, também, para o sucesso educativo de cada aluno. A exploração contextualizada das competências cognitivo-linguísticas, pela ligação ao quotidiano, contribuiu para incrementar o interesse não só pela aprendizagem deste tipo de competências mas também pela aprendizagem da área do saber – Geologia – em que estão a ser experienciadas.

A ideia de *desafio* está associada ao carácter inovador das atividades de aprendizagem e ao debate de ideias. São, em seguida, apresentadas as explicações apontadas pelos alunos para esta associação:

**DESAFIO**

O carácter inovador das atividades de aprendizagem promove	<ul style="list-style-type: none"> <li>... a (re)construção do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas</li> <li>... o desenvolvimento de novas aprendizagens</li> <li>... um maior empenho na consecução da tarefa</li> </ul>
O debate implica	... a construção de respostas argumentativas sólidas e persuasivas

O carácter inovador das atividades de aprendizagem é perspetivado como um desafio por exigir um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, compreendendo a (re)construção do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas, o empenho na consecução das tarefas com o incremento da sua qualidade e o desenvolvimento de novas aprendizagens. É de assinalar que o carácter inovador das atividades de aprendizagem é apontado como um fator que conduz à motivação dos alunos e que também se traduz como um desafio na consecução do papel de aluno. O *desafio* no debate de ideias está relacionado com a capacidade de desenvolver um discurso sustentado e, conseqüentemente, com o poder de persuadir o outro para a aceitação das ideias que se pretendem perpetuar.

As ideias atrás exploradas – *colaboração*, *motivação* e *desafio* – foram manifestadas em simultâneo por quase metade dos alunos intervenientes na prática pedagógica. A título de exemplo, apresentam-se algumas respostas ilustrativas desse posicionamento:

“Porque o trabalho de grupo implica motivação, colaboração e também desafio. Trabalhar com o grupo permite existir maior motivação porque podemos aprender com os colegas. A colaboração entre os colegas permitiu-me realizar melhor as atividades. Foi um desafio porque tínhamos que debater as nossas ideias e, assim, construir as melhores respostas e justificações.” (A1, sublinhado nosso)

“A realização das atividades em grupo promoveu a colaboração entre alunos de modo a trabalhar mais eficientemente e aprender melhor. As atividades foram motivantes porque como foram realizadas em grupo permitiram compreender mais facilmente o significado das competências cognitivo-linguísticas. Estas atividades tornaram-se um desafio pelo facto de serem uma novidade para nós e termos de nos dedicarmos na sua realização para compreendermos o conhecimento.” (A7, sublinhado nosso)

“Motivação e colaboração, porque trabalhamos em conjunto com os colegas, e quando tínhamos maior dificuldade num certo conceito os outros elementos ajudaram e motivaram. Desafio porque tentamos construir uma teoria irrefutável para defender no debate.” (A9, sublinhado nosso)

A ideia de *responsabilidade* está associada ao funcionamento do grupo e às atitudes assumidas no debate de ideias:

**RESPONSABILIDADE**

O trabalho de grupo implica	... o cumprimento das tarefas atempadamente ... o cumprimento das tarefas corretamente
O debate implica	... a partilha das ideias individuais e/ou grupo no grupo turma ... compreender, respeitar e aceitar as respostas diferentes ... a reformulação das ideias pessoais

A *responsabilidade* é perspectivada no trabalho de grupo porque implica o cumprimento das tarefas no tempo estipulado e a mobilização correta dos conhecimentos disciplinares na consecução das tarefas, como, por exemplo, a operacionalização correta das competências cognitivo-linguísticas. A *responsabilidade* está também patente no debate porque implica a assunção de atitudes pautadas pela predisposição para a partilha de ideias, a capacidade em valorizar e aceitar perspetivas diferenciadas e a capacidade em reestruturar as próprias ideias face a outras visões.

A associação da intervenção pedagógica a uma ideia de *democracia* resulta do debate de ideias experienciado conforme é, a seguir, assinalado:

## DEMOCRACIA

O debate implica	... a construção do conhecimento ... o desenvolvimento da argumentação ... o desenvolvimento de valores como respeito, a tolerância e a liberdade
------------------	---

O debate de ideias já foi anteriormente apontado como um fator promotor de colaboração, motivação, desafio e responsabilidade dos alunos e é agora sublinhado como um fator promotor de *democracia*. Se, por um lado, contribui para o desenvolvimento da construção do conhecimento, por outro lado, contribui para o desenvolvimento de competências transversais como são, por exemplo, a argumentação e as atitudes, aproximando-se da aprendizagem das Ciências numa perspetiva da educação cidadã:

“(...) traduz não só educar *para* a cidadania (uma perspectiva de futuro), mas também educar *pela* cidadania (perspectiva de presente) e educar *sobre* cidadania (perspectiva cognitiva mais tradicional). A educação cidadã é uma educação comprometida com a democracia. (...) É também uma educação comprometida com a pedagogia. O auto-socioconstrutivismo e a comunicação dialógica são factores pedagógicos cruciais à educação cidadã. (...) O *primeiro*, embora não seja uma solução milagrosa, enfatiza a natureza construída do sujeito pelo sujeito com o contributo dos outros, nos contextos em que os indivíduos se inserem – contribui para a construção e reconhecimento de identidades sociais. O *segundo*, embora não seja uma garantia de participação democrática, potencia debates éticos e negociações entre os cidadãos que suscitam acordos obtidos por argumentação num movimento intersubjectivo e solidário de significações e de construção da inteligência por interacção social.” (Santos, 2005b: 100-101)

A perceção dos alunos associa o sucesso do pequeno grupo à ideia de *competição*, conforme é a seguir apresentado:

## COMPETIÇÃO

O sucesso do pequeno grupo implica	... a construção de respostas argumentativas mais sólidas e persuasivas em relação às dos outros grupos ... conseguir convencer os colegas a aceitar as ideias perfilhadas
------------------------------------	---

A *competição* decorre dos critérios de qualidade que os alunos assumem como sendo aqueles que conferem sucesso ao grupo. Assim, para que este seja atingido é, na perspetiva dos alunos, necessário que a argumentação escrita e/ou oral produzida por um grupo tenha um maior poder de persuasão do que as produzidas por outros grupos.

As respostas dos alunos que expressam as ideias anteriormente referidas – *responsabilidade*, *democracia* e *competição* – mostram que alguns alunos manifestam em

simultâneo as ideias de responsabilidade e democracia (2 alunos), de responsabilidade e competição (1 aluno) e de democracia e competição (1 aluno). A título de exemplo, mostram-se, em seguida, as respectivas respostas dos alunos:

“ (...) As atividades promoveram a *democracia* porque proporcionavam momentos de debate em que podíamos discutir e defender as nossas ideias e respostas. A principal *responsabilidade* sentida foi na execução das atividades em grupo para que a contruíssemos e mobilizássemos corretamente as competências cognitivo-linguísticas.” (A3, sublinhado nosso)

“Nas atividades realizadas em grupo tornou-se possível discutir ideias de forma *democrática* a fim de conhecermos o ponto de vista de cada um, e assim desenvolver a argumentação. A *responsabilidade* era também necessária, pois para entender e aceitar a respostas dos outros é preciso respeitar e compreender o que deveremos modificar nas nossas respostas iniciais. (...)” (A11, sublinhado nosso)

“Penso que o trabalho de grupo nos motiva no sentido de sermos melhor e cria *competição* entre nós pois melhora o nosso trabalho. A *responsabilidade* é assumida quando tomamos consciência que não podemos prejudicar o nosso grupo.” (A13, sublinhado nosso)

“ (...) Competição pois todos os grupos queriam ter as melhores respostas e por isso esforçavam-se para o conseguirem melhores justificações. E democracia pois dentro de um grupo tem que existir respeito e tolerância para com as ideias dos outros e assim chegar ao consenso de qual a melhor” (A12, sublinhado nosso)

O debate, contrariamente aos posicionamentos anteriormente assinalados que o apontam como promotor de colaboração, motivação, desafio, responsabilidade e democracia, é também associado à ideia de *autoritarismo*, como está explicitado em seguida por um único aluno:

#### **AUTORITARISMO**

---

O debate implica | ... impedir a refutação das ideias apresentadas

O *autoritarismo* é associado aos momentos de debate por ser considerado que este exige a assunção de uma atitude impositiva, necessária para a aceitação das ideias que se defendem. Este aluno expressou esta ideia do modo seguinte, embora também associe as ideias de desafio e colaboração às atividades de aprendizagem:

“Desafio pois inicialmente as concepções das diferentes competências cognitivo-linguísticas eram muito distintas e tivemos de as alterar. Colaboração, relativamente ao trabalho de grupo em aceitar/refutar determinada ideia, colaborando para que um princípio fosse aceite unanimemente. *Autoritarismo* em relação ao destaque de uma certa posição nas situações de debate e de discussão na turma, de modo

a que ninguém conseguisse refutar a tese que o autor (autoritário) teria proposto." (A26, sublinhado nosso)

A ideia de *rotina* está associada ao carácter repetitivo de algumas atividades de aprendizagem, conforme é assumido por um único aluno:

#### ROTINA

O carácter repetitivo conduz	... à desmotivação dos alunos
------------------------------	-------------------------------

O carácter repetitivo das atividades de aprendizagem percebido pelo aluno A16 é por ele apontado como um fator responsável por um menor envolvimento dos alunos na aprendizagem, em consequência de uma certa desmotivação. Este aluno assinala do seguinte modo a ideia de rotina, embora também associe as ideias de democracia e colaboração às atividades de aprendizagem:

"As atividades promoveram a democracia, existindo troca de opiniões e liberdade para refutar certas ideias. A maioria do trabalho proposto era feito em grupo exigindo que cada um trabalhasse pelo grupo. Contudo, as atividades foram tornando-se *repetitivas*, o que não favoreceu a nossa motivação." (A16, sublinhado nosso)

A análise das razões apresentadas pelos alunos para terem optado por uma das oito ideias anteriormente enumeradas mostra que as vantagens educativas por eles atribuídas às atividades de aprendizagem focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas decorrem dos aspetos que conferem uma identidade à estratégia pedagógica: o debate de ideias, o trabalho de grupo, o carácter inovador das tarefas de aprendizagem e a relação da temática abordada com o quotidiano. O debate de ideias e o trabalho de grupo são os principais elementos apontados para suportar as vantagens que conferem à estratégia pedagógica. O debate de ideias está associado a colaboração, motivação, responsabilidade, desafio e democracia. Neste âmbito, a argumentação adquire particular relevância dado que a defesa de ideias ou a refutação de um determinado facto e/ou fenómeno são ações necessárias na relação com o Outro e na sociedade. O trabalho de grupo é também associado às três primeiras ideias relacionadas com o debate de ideias. Contudo, estes dois elementos – debate e trabalho de grupo – são também apontadas na atribuição de um valor negativo à estratégia pedagógica, respetivamente, de competição e de autoritarismo, mas

por um número limitado de alunos. O trabalho de grupo é neste caso referido por cinco alunos e o debate de ideias por apenas um aluno (v. Quadro 5.3).

O Quadro 5.4 mostra a perceção dos alunos acerca das vantagens que atribuem à exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem. Os dados foram recolhidos através da contabilização das respostas à questão de escolha múltipla – *Qual é a importância que atribuis à aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas? (Assinala com uma cruz (x) as três principais vantagens)* – presente no questionário implementado no final da intervenção pedagógica (Anexo 4). Realça-se que o somatório do número de alunos que indica cada uma das vantagens é superior ao número total de alunos porque cada um podia assinalar três opções.

**Quadro 5.4: Vantagens educativas atribuídas pelos alunos à exploração das competências cognitivo-linguísticas**

Vantagens	Alunos (n = 26)	
	f	%
Desenvolvimento da compreensão de teorias, princípios, conceitos e factos científicos	17	65,4
Desenvolvimento da capacidade de apoiar e/ou refutar posicionamentos diferentes acerca de problemáticas socio-científicas	16	61,5
Desenvolvimento da capacidade de expressão escrita	13	50,0
Desenvolvimento da capacidade de assumir uma posição fundamentada acerca de problemáticas socio-científicas	11	42,3
Desenvolvimento da compreensão das razões que permitem considerar uma teoria cientificamente aceite	10	38,5
Desenvolvimento da capacidade de expressão oral	6	23,1
Desenvolvimento da capacidade de explicação de um fenómeno científico	5	19,2

A perceção dos alunos mostra perspectivas diferentes acerca das vantagens da exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem. Embora se verifique o reconhecimento de todas as vantagens listadas, os alunos conferem maior relevância a três vantagens: *desenvolvimento da compreensão de teorias, princípios, conceitos e factos científicos*; *desenvolvimento da capacidade de apoiar e/ou refutar posicionamentos diferentes acerca de problemáticas socio-científicas*; e *desenvolvimento da capacidade de expressão escrita*. Estas vantagens apontam o impacto da exploração das competências cognitivo-linguísticas no desenvolvimento de competências disciplinares e no desenvolvimento de competências transversais/transferíveis (argumentação e comunicação escrita). Verifica-se, ainda, a atribuição de relevância a duas vantagens – *desenvolvimento da capacidade de assumir uma posição*

*fundamentada acerca de problemáticas socio-científicas e desenvolvimento da compreensão das razões que permitem considerar uma teoria cientificamente aceita* – por um número significativo de alunos e que apontam, respetivamente, para a mobilização de conhecimentos na sustentação da assunção de um posicionamento sobre problemáticas de cariz socio-científico e para o desenvolvimento do conhecimento epistemológico.

Os alunos que apontaram as vantagens – *desenvolvimento da capacidade de apoiar e/ou refutar posicionamentos diferentes acerca de problemáticas socio-científicas e desenvolvimento da capacidade de assumir uma posição fundamentada acerca de problemáticas socio-científicas* – estarão a reconhecer a aplicabilidade das competências cognitivo-linguísticas num quotidiano do cidadão, aquele que envolve a resolução de problemáticas que implicam a articulação de conhecimento científico e valores.

Por fim, são referidas por um menor número de alunos as vantagens – *desenvolvimento da capacidade de expressão oral e desenvolvimento da capacidade de explicação de um fenómeno científico* – que, à semelhança das vantagens anteriores, apontam, respetivamente, para o desenvolvimento de competências transversais/transferíveis (comunicação oral) e para o desenvolvimento de competências disciplinares. A última vantagem referida no Quadro 5.4 pode ser relacionada com a primeira, uma vez que a capacidade de mobilização de conhecimentos científicos na explicação de um fenómeno científico exige a sua compreensão.

Face ao exposto, os alunos confirmam o papel da intervenção pedagógica no desenvolvimento de competências que são apontadas pela investigação em educação para o ensino das Ciências:

“Being able to present coherent arguments and evaluate others, particularly those reported in the media, is important if students are to understand the basis of the knowledge claims with which they are confronted. Also, in our contemporary, democratic society it is critical that young people receive an education that helps them to both construct and analyze arguments relating to the social applications and implications of science” (Driver, Newton & Osborne, 2000: 297)

Os alunos confirmam, ainda, o papel da intervenção pedagógica na aprendizagem de competências que lhes permitem desenvolver a literacia científica, apontada como essencial na atual sociedade:

“(…) dotar cada cidadão das aptidões necessárias para viver e trabalhar numa sociedade do conhecimento, dando-lhe oportunidade de desenvolver o raciocínio científico e pensamento crítico que

lhes permitam fazer escolhas bem informadas. A educação científica ajuda a combater os juízos malformados e a reforçar a nossa cultura comum, baseada no pensamento racional.” (Rocard *et al.*, 2007)

### 5.3. Dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas

Esta terceira e última secção de avaliação da intervenção pedagógica incide na apresentação e análise dos dados recolhidos em função do seguinte objetivo de investigação:

- Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas.

A consecução deste objetivo concretizou-se, num primeiro momento, através da identificação das dificuldades sentidas pelos alunos aquando da resolução de duas atividades de aprendizagem - 2) *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas* e 4) *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* – e, num segundo momento, através da identificação da atividade em que terão sentido mais dificuldades e das respetivas razões indicadas na reflexão final acerca da estratégia de intervenção pedagógica. A análise desta reflexão final contribui para corroborar ou refutar as perceções manifestadas pelos alunos nas atividades de aprendizagem atrás referidas.

No Quadro 5.5 estão indicadas as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução da segunda atividade de aprendizagem - *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas* (Anexo 2). Estes dados foram obtidos através da aplicação da técnica de análise de conteúdo na interpretação das respostas à questão – *Agora, individualmente e considerando as diferenças encontradas, refere o que ainda não percebeste bem* – presente na secção II – *Reflexão individual* – da atividade de aprendizagem referida.

Quadro 5.5: Percepção dos alunos acerca das dificuldades sentidas na resolução da atividade de aprendizagem *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*

Dificuldades		Alunos (n = 26)	
		f	%
Dificuldade em distinguir...	as várias competências cognitivo-linguísticas	4	15,4
	definir de descrever	1	3,8
	descrever de explicar	1	3,8
	explicar de argumentar	4	15,4
Dificuldade em identificar uma...	Definição	1	3,8
	Explicação	2	7,7
	argumentação	4	15,4
Dificuldade em compreender o significado de qualificador modal na argumentação		2	7,7
Dificuldade na compreensão do conhecimento substantivo		2	7,7
Ausência de dificuldades		8	30,8

As principais dificuldades apontadas pelos alunos residem, fundamentalmente, na distinção e identificação de algumas das competências cognitivo-linguísticas. Se a dificuldade na distinção das várias competências cognitivo-linguísticas está evidenciada, também se verifica a ênfase na dificuldade em distinguir explicar de argumentar. Esta última competência cognitivo-linguística parece ser aquela que apresenta maiores desafios para os alunos pois é também assinalada especificamente por alguns alunos como sendo aquela em que sentiram mais dificuldades em identificar. A dificuldade na argumentação poder-se-á relacionar com a dificuldade, apontada por alguns alunos, na compreensão do significado de um dos elementos – qualificador modal – da estrutura argumentativa. Uma observação não estruturada da ação dos alunos durante as aulas permite evidenciar a dificuldade por eles manifestada na distinção dos vários elementos da estrutura argumentativa (ideias, conclusão, justificação, fundamentos, qualificadores modais e refutadores).

Assinalam-se, ainda, as dificuldades manifestadas na compreensão do conhecimento substantivo, tendo sido apontadas pelos alunos as dificuldades sentidas particularmente na compreensão das condições necessárias para a génese dos diferentes magmas.

O Quadro 5.6, a seguir apresentado, mostra as dificuldades indicadas pelos alunos após a execução da atividade de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática*. Os dados foram recolhidos através da contabilização das respostas à questão de escolha múltipla – *Assinala com uma cruz (x) o que ainda não percebeste*

*bem* – presente na seção II – *Reflexão individual* – da atividade de aprendizagem acima mencionada (Anexo 3). Sublinha-se que o somatório das frequências registadas é superior ao número total de alunos porque cada aluno podia indicar mais do que uma opção.

**Quadro 5.6: Perceção dos alunos acerca das dificuldades sentidas na resolução da atividade de aprendizagem**  
*Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática*

Dificuldades		Alunos (n = 26)	
		f	%
Dificuldade no desenvolvimento da competência cognitivo-linguística	Determinar provas	9	34,6
	Construir uma justificação	5	19,2
Dificuldade na compreensão do conhecimento substantivo	Séries Reacionais de Bowen	11	42,3
	Diferenciação gravítica	9	34,6
	Cristalização fracionada	3	11,5
	Mistura de dois magmas	1	3,8
Ausência de resposta		9	34,6

As principais dificuldades apontadas pelos alunos situam-se quer no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas exploradas quer na compreensão do conhecimento substantivo abordado. Consta-se que as dificuldades sentidas na compreensão do conhecimento substantivo são assinaladas pela maioria dos alunos (14 – 53,8 %), embora não se verifique uma diferença significativa em relação ao número de alunos que assinalam as dificuldades no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas (11 alunos – 42,3 %). No entanto, é de sublinhar, no conjunto de 17 alunos que assinalam dificuldades, a ocorrência de um grupo de oito alunos, aproximadamente metade dos alunos (47,1 %) em relação ao contexto anterior, que referem ter sentido dificuldades quer na aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas quer na aprendizagem do conhecimento substantivo.

As dificuldades sentidas no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas prendem-se principalmente com a *determinação de provas*. Esta dificuldade está em consonância com resultados da investigação educacional no âmbito da argumentação que aponta as dificuldades dos alunos na identificação de evidências significativas do ponto de vista científico:

“Tienen dificultades para seleccionar las evidencias significativas debido a que buscan razones en sus preconcepciones más que en los modelos de la ciencia, al no distinguir entre los hechos y sus interpretaciones, en el establecimiento de inferencias no justificadas, y en la afirmación de consecuencias sin tener en cuenta el contexto teórico.” (Sardá Jorge & Sanmarti Puig, 2000: 421)

As dificuldades sentidas na compreensão do conhecimento substantivo estão focalizadas fundamentalmente na compreensão dos conteúdos *Séries Reacionais de Bowen e Diferenciação Gravítica*.

Procede-se agora à análise da percepção global dos alunos acerca das dificuldades sentidas na consecução das várias atividades de aprendizagem, obtida no momento final da intervenção pedagógica, isto é, após terem sido realizados todas as atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas. A percepção global que os alunos manifestam neste momento ajuda a complementar a percepção que foram manifestando no final da realização de cada atividade de aprendizagem. No Quadro 5.7 está indicada a frequência de alunos que indicam a atividade de aprendizagem em que sentiram maior dificuldade. Os dados foram recolhidos através da contabilização das respostas à questão de escolha múltipla - *Qual foi a atividade de aprendizagem em que sentiste mais dificuldade?* - presente no questionário aplicado no final da intervenção pedagógica (Anexo 4).

**Quadro 5.7: Percepção dos alunos sobre as atividades de aprendizagem em que sentiram maiores dificuldades**

Atividades de Aprendizagem	Alunos (n = 26)	
	f	%
Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática	14	53,8
Identificação das competências <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i> em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas	7	26,9
(Re)Construção do significado de <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i>	3	11,5
Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação: Consolidação de magmas	2	7,7

Uma primeira análise do Quadro 5.7 permite distribuir as atividades de aprendizagem por dois grupos em função da indicação de dificuldades sentidas pelos alunos na sua execução. O primeiro grupo inclui as atividades de aprendizagem em que os alunos terão sentido mais dificuldades: *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática e Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*. O segundo grupo inclui as atividades de aprendizagem - *(Re)Construção do significado de definir, descrever, explicar e argumentar e Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação: Consolidação de magmas* – que são apontadas por um número de alunos significativamente inferior ao número de alunos que assinala as atividades do grupo anterior.

No primeiro grupo é, ainda, de distinguir a atividade *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* da atividade *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas* em virtude da primeira ter sido apontada por mais de metade dos alunos. As razões apontadas pelos alunos que justificam a indicação das atividades de aprendizagem em que sentiram mais dificuldades, registada no Quadro 5.7, estão listadas no Quadro 5.8.

**Quadro 5.8: Razões apontadas pelos alunos para as dificuldades sentidas na consecução das atividades de aprendizagem**

Atividades/Razões	Aluno (n = 26)	
	f	%
<b>Mobilização de provas científicas na construção de justificações:</b>		
<b>Diferenciação magmática</b>		
Dificuldade em identificar provas e/ou justificações	8	30,8
Dificuldade em distinguir conceptualmente <i>prova</i> de <i>justificação</i>	5	19,2
Dificuldade em relacionar <i>justificações, provas e ideias</i>	3	11,5
Dificuldade de compreensão do conhecimento substantivo	1	3,8
<b>Identificação das competências <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i> em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas</b>		
Dificuldade em distinguir as competências cognitivo-linguísticas	4	15,4
Dificuldade em identificar as competências cognitivo-linguísticas	3	11,5
Dificuldade de compreensão do modo de operacionalização da atividade de aprendizagem	1	3,8
<b>(Re)Construção do significado de <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i></b>		
Dificuldade em conceptualizar as competências <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i>	3	11,5
<b>Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação:</b>		
<b>Consolidação de magmas</b>		
Dificuldade em relacionar a explicação com o problema	1	3,8
Dificuldade de compreensão do modo de operacionalização da atividade de aprendizagem	1	3,8

Os dados do Quadro 5.8 foram obtidos a partir da interpretação, através da técnica de análise de conteúdo, das justificações apresentadas pelos alunos na respetiva questão de resposta aberta (Anexo 4). Assinala-se que o somatório das frequências de resposta registadas é superior ao número total de alunos porque cada um podia assinalar dificuldades em mais do que uma atividade de aprendizagem e, conseqüentemente, apresentar uma ou mais razões para cada uma delas.

As dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das várias atividades de aprendizagem prendem-se com o enfoque da própria atividade. No entanto, as principais dificuldades assentam em três fatores: 1) capacidade de conceptualização das várias competências cognitivo-linguísticas

e de elementos da estrutura de uma argumentação, 2) capacidade de identificação e/ou distinção das competências cognitivo-linguísticas e de elementos da estrutura de uma argumentação e 3) compreensão do modo de operacionalização das atividades de aprendizagem. As dificuldades de conceptualização fizeram-se sentir principalmente nas atividades de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática e (Re)Construção do significado de definir, descrever, explicar e argumentar*. As dificuldades de identificação e/ou distinção das competências cognitivo-linguísticas e de elementos da estrutura de uma argumentação foram apontadas principalmente nas atividades de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática e Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*. As dificuldades de compreensão do modo de operacionalização da atividade de aprendizagem foram assinaladas em duas atividades de aprendizagem: *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas* e *Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação: Consolidação de magmas*. Foram ainda referidas duas dificuldades, uma focalizada na compreensão do conhecimento substantivo e outra na mobilização do conhecimento substantivo na interpretação de um problema. Embora a dificuldade na compreensão do conhecimento substantivo seja apontada nesta fase final da intervenção pedagógica por apenas um aluno, é de assinalar que a perceção dos alunos no momento de consecução da atividade de aprendizagem *Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática* (Quadro 5.6) permite uma visão mais aprofundada das dificuldades sentidas no conhecimento substantivo explorado nessa atividade de aprendizagem.

As dificuldades de identificação e/ou distinção das competências cognitivo-linguísticas e de elementos da estrutura de uma argumentação assinaladas pelos alunos no questionário final de avaliação global (Anexo 4), respondido no final da intervenção pedagógica, corroboram a perceção dos alunos acerca das dificuldades sentidas aquando da consecução da atividade de aprendizagem *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas* (Quadro 5.5).

A título de exemplo, apresenta-se algumas respostas que evidenciam as dificuldades manifestadas pelos alunos nas várias atividades de aprendizagem:

“A principal dificuldade nesta atividade de aprendizagem deve-se ao fato de ainda não estar bem consolidada a matéria relativa à conceptualização de explicação, descrição, definição e argumentação,

e por isso foi difícil identificar os diferentes tipos de texto." (A2, *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*; sublinhado nosso)

"Considero a atividade de aprendizagem de identificação das competências cognitivo-linguísticas nos segmentos de texto a atividade em que senti maior dificuldade, pois alguns segmentos eram de difícil identificação e, também, porque há competências cognitivo-linguísticas bastante parecidas." (A8, *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*; sublinhado nosso)

"Senti mais dificuldades nesta atividade de aprendizagem, pois ainda tinha dificuldades no reconhecimento de algumas competências cognitivo-linguísticas, pelo que não consegui executar com rigor o que me era pedido." (A20, *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*; sublinhado nosso)

"A atividade de identificação das competências cognitivo-linguísticas em textos científicos foi mais difícil para mim porque não percebi muito bem a atividade e por isso na sua realização não me senti tão à vontade para resolver." (A5, *Identificação das competências definir, descrever, explicar e argumentar em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas*; sublinhado nosso)

"Considero que as competências cognitivo-linguísticas são algo abstrato em relação ao conhecimento apreendido por mim, tornando-se por vezes difícil a sua definição devido às inúmeras semelhanças." (A9, *(Re)Construção do significado de definir, descrever, explicar e argumentar*; sublinhado nosso)

As dificuldades na compreensão do modo de operacionalização da atividade de aprendizagem direcionam a reflexão acerca da implementação das práticas pedagógicas para a importância da exploração dos objetivos de aprendizagem, da estrutura e estratégia de resolução das atividades de aprendizagem, e do papel esperado para o aluno. É, assim, reforçada a importância do Princípio Pedagógico da Transparência (Vieira et al., 2002) e do desenvolvimento da competência de aprender a aprender (v. Martín Ortega, 2008; Martín Ortega & Moreno, 2009) no desenvolvimento da aprendizagem. A este propósito, Martín Ortega (2008) sublinha a ação educativa a adotar:

"Los docentes debemos hacer explícitas las metas sabiendo que, a pesar de esta declaración, no siempre se comprenden bien. Por otro lado, no sólo debe dejarse claro donde hay que llegar sino también los criterios de calidad, lo que tendremos en cuenta para juzgar si la tarea está o no bien resuelta." (p. 75)



## VI – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

### Introdução

O sexto e último capítulo é iniciado com a apresentação das principais conclusões decorrentes da avaliação da intervenção pedagógica realizada na disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade. Seguidamente, na sequência das conclusões apresentadas, são tecidas algumas implicações no âmbito da Educação em Ciências. Posteriormente, procede-se à indicação de algumas sugestões para futuras investigações. Por fim, é efetuada uma reflexão sumária acerca do impacto do presente estudo no desenvolvimento profissional da estagiária.

### 6.1. Conclusões do estudo

As conclusões do presente estudo são apresentadas de acordo com os objetivos de investigação que orientaram a avaliação da intervenção pedagógica:

- Identificar o impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas dos alunos;
- Identificar as vantagens educativas das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas;
- Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das atividades de aprendizagem orientadas para o desenvolvimento de competências cognitivo-linguísticas.

Os resultados da avaliação da intervenção pedagógica apontam o contributo das práticas pedagógicas implementadas no desenvolvimento não só das competências cognitivo-linguísticas (*Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*) mas também de outras competências de âmbito transversal/transferível (comunicação oral e escrita) e de competências disciplinares (compreensão do conhecimento substantivo). As vantagens educativas atribuídas pelos alunos à exploração das competências cognitivo-linguísticas é um resultado que corrobora o impacto acima assinalado. Os alunos atribuem ainda valor às atividades de aprendizagem focalizadas na exploração das competências cognitivo-linguísticas por conduzirem, principalmente, à colaboração, à motivação, ao desafio e à responsabilidade. O debate e o trabalho de grupo são, fundamentalmente, apontadas pelos alunos como estratégias que concorrem para o desenvolvimento dessas potencialidades.

Embora os resultados da avaliação da intervenção pedagógica apontam o impacto positivo no desenvolvimento das aprendizagens dos alunos, também assinalam dificuldades por eles sentidas na mobilização das competências cognitivo-linguísticas. Estas dificuldades incidem em diferentes aspetos que são assinaladas por diferentes alunos. Assim, alguns apontam dificuldades na definição e/ou identificação de uma competência cognitivo-linguística, outros enfatizam em particular a dificuldade na compreensão da estrutura da argumentação e outros assinalam a dificuldade de mobilização de provas científicas na construção de justificações. As dificuldades assinaladas reforçam a importância de exploração educativa das competências cognitivo-linguísticas. Um número significativamente reduzido de alunos apontam a dificuldade na compreensão da estrutura da atividade de aprendizagem. Este é um dado que, embora tendo uma expressão limitada, deve ser sempre sublinhada porque alerta para a importância de reflexão dos alunos sobre o processo de aprendizagem.

## **6.2. Implicações do estudo**

O presente estudo permite tecer algumas implicações em três áreas principais: práticas pedagógicas no contexto de sala de aula, conceção dos documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e de aprendizagem e formação inicial e contínua de professores.

A primeira implicação no âmbito das práticas pedagógicas prende-se com a necessidade da operacionalização sistemática e regular de práticas educativas centradas na exploração das competências cognitivo-linguísticas, pois só assim estarão asseguradas condições para que o desenvolvimento da capacidade de mobilização dessas competências se torne efetivo. Deste modo, essa abordagem deverá ocorrer não só em diferentes momentos de aprendizagem no âmbito de uma disciplina mas também em diferentes anos de escolaridade e em várias disciplinas, não ficando, assim, restringida a abordagens esporádicas. A abordagem interdisciplinar, em particular, com as disciplinas das áreas da Física e Química, é uma outra possibilidade a sublinhar. Contudo, a opção por abordagens de carácter interdisciplinar e que envolvam várias disciplinas implica a existência de condições nas escolas dos ensinos Básico e Secundário que permitam aos professores desenvolverem um trabalho colaborativo.

Uma outra implicação a considerar nas práticas pedagógicas relaciona-se com a operacionalização de tarefas orientadas para a monitorização pelos próprios alunos da capacidade de mobilização das competências cognitivo-linguísticas e para a reflexão metacognitiva sobre o

processo da aprendizagem, permitindo, assim, o desenvolvimento não só da aprendizagem mas também da capacidade de aprender a aprender. Pode-se, ainda, assinalar a importância de envolver os alunos na avaliação da qualidade de produção de textos de natureza argumentativa, concretizada num cenário de aprendizagem de cariz dialógico e cooperativo. Neste contexto, o desenvolvimento pelos alunos de representações sobre avaliação como um processo de aprendizagem será uma via propiciadora do maior envolvimento dos alunos na aprendizagem e da compreensão do papel deste tipo de tarefas no desenvolvimento das suas aprendizagens.

A perceção dos alunos acerca do impacto educativo da abordagem das competências cognitivo-linguísticas permite equacionar a necessidade da implementação de tarefas de aprendizagem orientadas para o incremento da compreensão do papel dessas competências nos processos de comunicação oral e escrita e da compreensão da sua relevância no quotidiano do cidadão.

As implicações na conceção dos documentos oficiais orientadores do processo de ensino e de aprendizagem assentam na integração explícita dos princípios educativos subjacentes à exploração das competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem e na apresentação de propostas didáticas que permitem a sua operacionalização no contexto de sala de aula. Neste sentido, é, também, necessário que os manuais escolares integram, de igual modo, propostas de atividades de aprendizagem focalizadas na exploração de competências cognitivo-linguísticas e explicitem as finalidades educativas que lhes subjazem.

A implicação a apontar na formação inicial de professores consiste na integração das competências cognitivo-linguísticas como um conteúdo de aprendizagem do 1º ano dos cursos de formação de professores, nomeadamente, no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade do Minho. A integração deste conteúdo implica o desenvolvimento de práticas de cariz dialógico, cooperativo e reflexivo que potenciem a compreensão acerca da importância educativa das competências cognitivo-linguísticas e a capacidade da sua operacionalização nos contextos educativos. É uma abordagem que também deverá potenciar o desenvolvimento das capacidades de investigação dos futuros profissionais. A natureza da formação aqui apontada para a formação inicial de professores aplica-se também à formação contínua de professores. Neste sentido, é importante desenvolver práticas que permitam articular a formação prestada com as práticas letivas desenvolvidas pelos professores.

### 6.3. Sugestões para futuras investigações

A concepção, implementação e avaliação de estratégias pedagógicas idênticas à realizada no presente estudo mas que contemplem a operacionalização de outras competências cognitivo-linguísticas como, por exemplo, *Resumir* ou contemplem a abordagem articulada desta competência cognitivo-linguística com a mobilização de competências cognitivo-linguísticas *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar* é uma proposta possível de futura investigação. Estas estratégias deverão incorporar tarefas de monitorização do desempenho pelos próprios alunos, permitindo-lhes identificar dificuldades sentidas e definir estratégias para as ultrapassar, de modo a que possam desenvolver as suas aprendizagens. O contributo educativo destas tarefas poderá também ser objeto de análise.

A identificação das representações de professores, não só das disciplinas de Biologia, Geologia, Física e Química, mas também de outras áreas disciplinares, e/ou de alunos, de vários anos de escolaridade, acerca da relevância educativa e da abordagem disciplinar/interdisciplinar das competências cognitivo-linguísticas é uma outra sugestão possível de futura investigação.

A análise do valor atribuído pelos manuais escolares às competências cognitivo-linguísticas na aprendizagem das Ciências (Biologia, Geologia, Física e Química) é uma outra proposta de investigação.

### 6.4. Do Eu pessoal ao Eu profissional

Ser professora sempre foi o jogo predileto enquanto criança e ensinar sempre foi um sonho. Mas, nas minhas brincadeiras de criança, a professora era o reflexo das minhas professoras e os alunos eram peluches ou amigos que contracenavam uma cena de sala de aula. A transmissão de ideias soltas e a exigência de alunos disciplinados e atentos reinavam. Contudo, o desejo de ensinar que realmente estava subjacente compreendia mudar o mundo, criar cidadãos e cidadãs cientes do seu lugar na sociedade e no ambiente. No entanto, os exemplos que detinha não eram suficientes para concretizar este sonho, baseavam-se na transmissão de conhecimento e na consecução de atividades laboratoriais que agora identifico como sendo de cariz demonstrativo.

A (re)construção do conhecimento dos alunos e a motivação e interesse pelo trabalho científico são objetivos gerais que qualquer professor da área das Ciências deverá assumir, sendo necessário criar, no contexto educativo, uma diversidade de estratégias pedagógicas. O estágio

profissional permitiu-me contactar com estratégias de ensino e de aprendizagem que mudou toda a encenação criada até então. Neste momento, emergiram vários conceitos que captaram o meu interesse e despoletaram a reflexão:



Estes conceitos foram inicialmente assustadores pela importância que carregam e por a sua aplicação exigir algum conhecimento na sala de aula. Reconheço que constituem conceitos fundamentais para promover uma aprendizagem de qualidade e para potenciar a relação professor-aluno e aluno-aluno, uma vez que centralizam o aluno no processo de ensino e de aprendizagem.

No leque de conceitos acima mencionados, o Supervisor de estágio desafiava-me para algo específico e sobre o qual aceitei correr o risco mudando completamente o meu Eu profissional – a abordagem pedagógica das competências cognitivo-linguísticas: *Definir*, *Descrerever*, *Explicar* e *Argumentar* – na exploração da Biologia ou Geologia.

Enquanto estudante, os conceitos como *definir* e *descrerever* eram constantes apenas nos materiais de avaliação sumativa. O termo *argumentação* foi muito utilizado em disciplinas como Formação Cívica e Área de Projeto, principalmente em momentos de debate acerca de temas sociais, éticos, políticos e culturais. Estes baseavam-se na enumeração de um conjunto de dados e argumentos de cariz diverso que permitiam aceitar ou rejeitar o assunto em debate. Contudo, a

estrutura argumentativa não era explorada. Na disciplina de Filosofia, o conceito de argumentação surge como conteúdo e o argumento compreendia um facto/ideia para chegar à conclusão. Na licenciatura em Biologia e Geologia os conceitos de *definir*, *descrever*, *explicar* e *argumentar* surgem como pré-adquiridos nos níveis de ensino anteriores. A partir do Estágio Profissional, os conceitos e as palavras passaram a ter uma importância, um significado e uma ação precisa. A pesquisa passou a ser uma constante na ânsia de compreender melhor as competências cognitivo-linguísticas. A exploração das competências cognitivo-linguísticas surge, então, como fundamental nas diversas disciplinas curriculares e nos vários ciclos de ensino. Estas competências possibilitam a compreensão do conhecimento, uma melhor articulação das ideias na construção de uma resposta e, conseqüentemente, uma melhor aprendizagem que conduz à formação de um(a) cidadão(ã) interventivo(a) na sociedade. Deste modo, compreende-se o papel da argumentação no desenvolvimento do pensamento crítico e do raciocínio lógico. Ensinar a escrever e a falar Ciências é, também, ensinar Ciências. Neste sentido, é crucial que a comunicação científica não seja separada do ensino e da aprendizagem do conhecimento científico. Cada vez mais, pretende-se um aluno que consiga expor com clareza as suas ideias, dúvidas e dificuldades. A exploração das competências cognitivo-linguísticas permite formar alunos capazes de construir textos e discursos científicos coerentes e estruturados corretamente.

Durante o Estágio Profissional muitas aprendizagens, concepções e cenários educativos tornaram-se fulcrais para a criação do Eu profissional. Os registos de observação e de reflexão da intervenção pedagógica constituíram um importante material para melhorar as práticas de ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos. Reconheço que o professor deve assumir um papel de cariz reflexivo, que observe as suas intervenções, modifique possíveis incorreções e explore as suas estratégias e a sua prática de modo a promover a aprendizagem dos seus alunos. A construção e escrita do relatório de estágio tornou-se um material fundamental para a perceção do valor da exploração das competências cognitivo-linguísticas, bem como na compreensão da necessidade de refletir nas práticas educativas. A avaliação da perceção dos alunos acerca da intervenção pedagógica constituiu um grande desafio e a análise dos dados mediante um processo de análise de conteúdo, envolvendo a definição de categorias, foi uma aprendizagem constante. A escrita foi, talvez, o mais difícil de concretizar uma vez que a linguagem deveria obedecer ao rigor dos estudos em Educação e incorporar conceitos que conferem identidade a este campo do saber. A construção do relatório de estágio permitiu ganhar alguns valores como a responsabilidade, a organização, a capacidade de pesquisa, a capacidade de análise e tratamento da informação, o

companheirismo, a insistência e a perseverança. A relação com o Supervisor de estágio e com a orientadora foi crucial para a motivação na consecução do relatório.

Face ao exposto, termino esta minha reflexão com uma citação de Valter Hugo Mãe que tem muito significado para mim e que, tão sabiamente transmite o papel do diálogo e a força das palavras:

"Sobre a beleza o meu pai também explicava: só existe a beleza que se diz. Só existe a beleza se existir interlocutor. A beleza da lagoa é sempre alguém. Porque a beleza da lagoa só acontece porque a posso partilhar. Se não houver ninguém, nem a necessidade de encontrar a beleza existe nem a lagoa é bela. A beleza é sempre alguém, no sentido em que ela se concretiza apenas pela expectativa da reunião com o outro. (...) Sem um diálogo não há beleza e não há lagoa." (Valter Hugo Mãe, 2013: 41-42)



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. B. (Coord.) (2001). *Programa de Filosofia, 10º e 11º anos do curso Científico-Humanísticos e Cursos Tecnológicos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Alonso, L., Roldão, M. C. & Vieira, F. (2006). Construir a competência de aprender a aprender: percurso de um projecto CCAA. In A. Moreira, J. A. Pacheco, S. Cardoso & A. Silva (Orgs.), *Actas do VII Colóquio sobre Questões Curriculares (III Colóquio Luso-Brasileiro) Globalização e (des)igualdades: os desafios curriculares* (pp. 3105-3118). Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Amador, F. (Coord.) (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10º ou 11º anos do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Archila, P. (2013). La argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), 406-423.
- Bardin, L. (2004). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Breen, M. & Littlejohn, A. (2000). The significance of negotiation. In M. P. Breen & A. Littlejohn (Eds.), *Classroom decision-making: negotiation and process syllabuses in practice* (pp. 1-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Campaner, G. & Longhi, A. L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 442-456.
- Chion, A. R. (2010). Hablar y Escribir Ciencias. In E. Meinardi et al. (Eds.), *Educar en Ciencias* (pp. 163-190). Buenos Aires: Paidós.
- Coelho, M. C. (Coord.) (2001). *Programa de Português, 10º, 11º e 12º anos Cursos Científico-Humanísticos e cursos Tecnológicos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7 (1), 85-94.
- Costa, A. (2008). Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 1-8. Consultado em Outubro 15, 2012, em [www.rieoi.org/2233.htm](http://www.rieoi.org/2233.htm).

- Costa, J., Coelho da Silva, J. L. & Poças, M. E. (2012). Avaliação Colaborativa em Biologia. Um Tempo de Aula Transformado em Tempo de Aprendizagem. In ENCIGA (Ed.), *Atas do XXV Congresso ENCIGA*. Santiago de Compostela: ENCIGA, Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia, CD-ROM.
- Coutinho, C. P. (2013). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática*. Coimbra: Almedina.
- Custodio, E. & Sanmartí, N. P. (2005). Mejorar el aprendizaje en la clase de ciências aprendendo a escribir justificaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso.
- DECRETO-LEI nº 132/2012 de 5 de julho. Diário da República, 1ª série, nº 129 de 5 de julho de 2012. ([http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Legislacao/dl\\_139\\_2012.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Legislacao/dl_139_2012.pdf), accedido em 23 de outubro de 2012).
- Dolz, J. (1995). Escribir textos argumentativos para mejorar su comprensión. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 65-77.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.
- Duran, D. (2012). Utilizando el trabajo en equipo. Estructurar la interacción a través de métodos y técnicas. In Torrego Seijo, J. L., Negro Moncayo, A. (Coord.). *Aprendizaje cooperativo en las aulas: Fundamento y recursos para su implantación* (pp. 139-164). Madrid: Alianza Editorial.
- Eder, M. L. & Adúriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciências naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4 (2), 101-133.
- Espinoza, A. (2006). La especificidade de las situaciones de lectura en “naturales”. *Lectura y vida*, 6-17.
- Espinoza, A. M., Pitton, E., Casamajor, A. & Aziz, C. (2012). Escribir para aprender ciências naturales, cuando los alumnos le dictan al docente. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* (pp. 253-265). La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidade Nacional de La Plata.
- Galopim de Carvalho, A. M. (2002). *Introdução ao estudo do magmatismo e das rochas magmáticas*. Lisboa: Ancora.

- Glen, N. J. & Dotger, S. (2013). Writing Like a Scientist: Exploring Elementary Teachers' Understandings and Practices of Writing in Science. *Journal of Science Teacher Education*, 24 (6), 957-976.
- Gómez, Á. P. (2012). Competências ou pensamento prático? A construção dos significados de representação e de acção. In J. G. Sacristán, Á. Gómez, J. B. Rodríguez, J. Santomé, F. Rasco, & J. M. Méndez (Eds.), *Educar por competências: O que há de novo?* (pp. 64-114). Porto Alegre: Artmed.
- Gómez-Moliné, M. & Sanmartí, N. P. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciência y el aprendizaje. *Educación Química*, 11 (2), 266-273.
- Gonçalves, A. J. (2012). *Mudança Conceptual e Aprender a Aprender: Uma abordagem integrada na temática Morfologia do Sistema Circulatório*. Relatório de Mestrado, Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Henoa, B. L. & Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciências y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 47-62.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4 (3), 275-288.
- Izquierdo, M. & Sanmartí, N. P. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. In J. Jorba, I. Gómez & À. Prat (Eds.), *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 73-112). Madrid: Editorial Síntesis.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. In P. Cañal (Coord), *Didáctica de la Biología e la Geología* (pp. 129-175). Barcelona: Editorial Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciências. In M. P. Jiménez Aleixandre, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci & A. Pro (Eds.), *Enseñar Ciencias* (pp. 55-72). Barcelona: Editorial Graó.

- Jiménez Aleixandre, M. P. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodologías. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 359-370.
- Jiménez Aleixandre, M. P., Otero, J., Santamaría, F. & Mauriz, B. (2009). *Actividades para trabajar o uso de probas e a argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú.
- Jiménez Raya, M., Lamb, T. & Vieira, F. (2007). *Pedagogia Para a Autonomia na Educação em Línguas na Europa: Para um Quadro de Referência do Desenvolvimento do Aluno e do Professor*. Dublin: Authentik.
- Jorba, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas. In J. Jorba, I. Gómez & À. Prat (Eds), *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 29-50). Madrid: Editorial Síntesis.
- Jorba, J., Gómez, I. & Prat, À. (Eds) (2000). *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Kincheloe, J. (2006). *Cosntrutivismo Crítico*. Ramada: Edições Pedagogo.
- Lima, T. F. (2008). *Argumentação e a Educação em Ciências para a Cidadania: Qualidade de argumentos produzidos por alunos do 9º ano sobre o Efeito Estufa*. Dissertação de Mestrado em Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Lopes, J., Miguéis, G., Dias, J. L., Russo, A., Barata, A. F., Lopes, T. & Damião, F. (2006). *Desenvolvimento de competências linguísticas em jardim-de-infância*. Porto: Asa Editores, S.A.
- Lopes, J. & Silva, H. S. (2012). *50 Técnicas de Avaliação Formativa*. Lisboa: Lidel.
- Lopes, J. & Silva, H. S. (2009). *A Aprendizagem Cooperativa na sala de aula. Um Guia prático para o professor*. Lisboa: Lidel.
- Mãe, Valter Hugo (2013). *A Desumanização*. Porto: Porto Editora.
- Márquez, C. B. & Prat, À. (2005). Leer en Clase de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), 431-440.
- Martín Ortega, E. & Moreno, A. (2009). *Competência para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- Martin Ortega, E. (2008). Aprender a aprender: clave para el aprendizaje a lo largo de la vida. *Revista del Consejo Escolar del Escolar del Estado: Participación Educativa*, 9, 72-78.

- Martínez González, R. A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Martins, I. P. & Caldeira, H. (Coord.) (2001). *Programa de Física e Química A, 10º ou 11º anos Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Mendes, A. & Amador, F. (Coord.) (2003). *Programa de Biologia e Geologia dos 11º ou 12º anos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Molina, M. E. (2012). Argumentar en clases de Ciencias Naturales: Una Revisión Bibliográfica. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* (pp. 553-564). La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata.
- Murdoch, K. & Wilson, J. (2008). *Helping your pupils to work cooperatively*. United Kingdom: Routledge.
- Negro Moncayo, A., Torrejo Seijo, J. L. & Zariquiey, F. (2012). Fundamentación del aprendizaje cooperativo. Resultados de las investigaciones sobre su impacto. In Torrejo Seijo, J. L., Negro Moncayo, A. (Coord.). *Aprendizaje cooperativo en las aulas: Fundamento y recursos para su implantación* (pp. 139-164). Madrid: Alianza Editorial.
- Nigro, R. G. (2010). Una evaluación preliminar de la lectura de textos de ciencias de diferentes géneros. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 376-395.
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Pacheco, J. A. (2011). *Discursos e lugares das competências em contextos de educação e formação*. Porto: Porto Editora.
- Pardal, L. & Lopes, E. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores.
- Pereira, E. D. (2008). A pesquisa dos educadores como estratégia para construção de modelos críticos de formação docente. In E. D. Pereira & K. M. Zeichener (Eds.), *A pesquisa na formação e no trabalho docente* (pp. 11-42). Belo Horizonte: Autêntica.
- Pujol, R. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Síntesis Educación.
- Pujòlas Maset, P. M. (2004). *Aprender juntos alumnos diferentes. Los equipos de aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona & Vic (Espanha): Ediciones OCTAEDRO & EUMO Editorial.
- Pujòlas Maset, P. M. (2011). *9 ideias chave: El aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Editorial GRAÓ.

- Quintanilla Gatica, M. R. (2012). Investigar y evaluar competências de pensamiento científico (CPC) en el aula de secundaria. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 66-74.
- Quintanilla Gatica, M. R. (2006). La ciência en la escuela: un saber fascinante para aprender a 'Leer el Mundo'. *Revista Pensamiento Educativo*, 39 (2), 177-204.
- Ricardo Reis. (1946) *Odes de Ricardo Reis*. Lisboa: Ática (imp.1994).
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Educação da Ciência Agora: Uma Pedagogia Renovada para o Futuro da Europa*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Sacristán, J. G. (2011). Dez teses sobre a aparente utilidade das competências em educação. In J. G. Sacristán, À. Gómez, J. B. Rodríguez, J. Santomé, F. Rasco & J. M. Méndez (Eds.), *Educar por competências: O que há de novo?* (pp. 13-63). Porto Alegre: Artmed.
- Sanmartí, N. P. (2011). Leer para aprender ciências. *Leer.es: Investigar*.
- Sanmartí, N. P., Izquierdo, M. & García, P. (1999). Hablar y escribir: Una condición necessária para aprender ciências. *Cuadernos de Pedagogia*, 281, 54-58.
- Santos, E. M. (2005a). *Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* (Tomo I). Lisboa: Santos-Edu.
- Santos, E. M. (2005b). *Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* (Tomo II). Lisboa: Santos-Edu.
- Santos, E. M. (2014). *Que escola? Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* Alcochete: Alfarroba
- Sardà Jorge, A. , Márquez, C. B. & Sanmartí Puig, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 290-303.
- Sardà Jorge, A. & Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-522.
- Serra, P. & Galvão, C. (n.d.). *A avaliação formativa e a construção de explicações científicas*. Consultado em Março 7, 2014, em <http://www.ie.ul.pt/pls/portal/docs/1/435591.PDF>.
- Silva, J. C. (Coord.) (2001). *Matemática, 10ºano Cursos Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias e de Ciências Socioeconómicas*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

- Simon, S. (2011). Argumentation. In R. Toplis (Ed), *How Science Works. Exploring effective pedagogy and practice* (pp. 71-84). New York: Routledge.
- Targino, M. G. (2000). Comunicação Científica: uma revisão de seus elementos básicos. *Informação & Sociedade: Estudos*, 10 (2), 37-85.
- Toulmin, S. (2001). *Os usos do Argumento*. São Paulo: Martins Fontes. (Edição original: 1958).
- Vieira, F., Gomes, Á., Gomes, C., Silva, J. L., Moreira, M. A., Melo, M. C. & Albuquerque, P. B. (2002). *Concepções de pedagogia universitária. Um estudo na Universidade do Minho*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.
- Williams, J. D. (2011). *How Science Work. Teaching and Learning in the Science Classroom*. London: Continuum International Publishing Group.
- Yore, L. D., Bisanz, G. L. & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 689-725.
- Zabala, A. & Arnau, L. (2007). *11 ideas clave: Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Editorial GRAÓ.



## ANEXOS



## Anexo 1

### Questionário inicial



Escola Secundária/3 de \_\_\_\_\_

Biologia e Geologia, 11º ano de escolaridade

Questionário Inicial

**Perceção dos alunos sobre a exploração de Competências Cognitivo-Linguísticas**

Caros(as) Alunos(as)

As competências cognitivo-linguísticas são importantes no momento de produzir ou compreender um texto, e estão relacionadas com as capacidades cognitivas de analisar, comparar, classificar, identificar, interpretar, deduzir, etc. As principais competências cognitivo-linguísticas usadas na comunicação científica, oral e escrita, são descrever, explicar, argumentar e definir.

Com o presente questionário pretende-se conhecer as tuas perceções sobre a exploração destas competências nas disciplinas e anos de escolaridades que já frequentaste e estás a frequentar, atualmente.

Este questionário insere-se no âmbito do estágio do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo e no Ensino Secundário da Universidade do Minho. Constitui um contributo relevante para a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem da Biologia e Geologia e, conseqüentemente, para a construção do respetivo relatório final. Neste sentido, é importante contar com a tua colaboração, agradecendo-se que respondas a todas as questões e com a maior precisão possível. O questionário não tem nenhum carácter avaliativo e é anónimo.

Obrigada,

*Sofia Miranda*  
Dezembro de 2012

1. Indica, com uma cruz (x), se nas práticas educativas realizadas em contexto de sala de aula das seguintes disciplinas foi alguma vez explorado explicitamente o significado das competências cognitivo-linguísticas.

Disciplinas	P	LE	CN/BG	M	CFQ/FQ	F	H/G
Competências							
Descrever							
Explicar							
Argumentar							
Definir							

**Legenda** – **P**: Português; **LE**: Línguas Estrangeiras (Inglês, Francês, Espanhol, etc.); **CN/BG**: Ciências Naturais/Biologia e Geologia; **M**: Matemática; **CFQ/FQ**: Ciências Físico-Químicas/Física e Química; **F**: Filosofia; **H/G**: História/Geografia

2. Dá um exemplo de temática/conteúdo em que tenhas explorado cada uma das competências que assinalaste no quadro anterior.

---



---



---



---



---



---

O questionário termina aqui.  
Obrigada!

## Anexo 2

### Atividade de Aprendizagem

*Identificação das competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em textos científicos:*

*Diversidade e contextos de formação de magmas*



Atividade de Aprendizagem

***Identificação das Competências Definir, Descrever, Explicar e Argumentar em Textos Científicos: Diversidade e Contextos de Formação de Magmas***

**APRENDIZAGENS A DESENVOLVER**

- Desenvolver a compreensão acerca do significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*;
- Compreender os processos de formação de magmas;
- Relacionar a diversidade de magmas com os processos de formação.

**INTRODUÇÃO**

A presente atividade de aprendizagem pretende que apliques os conhecimentos adquiridos na atividade anterior, ou seja que através dos exemplos dados consigas identificar as competências cognitivo-linguísticas presentes. Os exemplos expostos irão permitir o contacto com os seguintes conteúdos: classificação de magmas; contextualização com a tectónica de placas; e condições ambientais para a formação dos diversos magmas. A atividade de aprendizagem está dividida em duas secções. A primeira secção será realizada em pequeno grupo e deverás identificar os exemplos da coluna A com as competências cognitivo-linguísticas. Após a discussão em grupo de turma deverão justificar as estruturas que comprovem os exemplos argumentativos. A última secção constituirá uma reflexão individual, onde deverás referir o que ficou por perceber.

**SECÇÃO I: IDENTIFICAR AS COMPETÊNCIAS COGNITIVO-LINGUÍSTICAS**

1. Indiquem, na coluna B, as competências cognitivo-linguísticas (definir, descrever, explicar e argumentar) que estão expressas nos segmentos de texto registados na coluna A.

**Quadro I - Exemplos de Competências Cognitivo-Linguísticas. Coluna A - Segmentos de texto. Coluna B - Competências cognitivo-linguísticas**

Coluna A	Coluna B
<p>1. Do ponto de vista composicional, o magma é “como um fundido de substâncias químicas, na grande maioria silicatos, existente em zonas mais ou menos profundas do planeta que, em virtude da temperatura e da pressão a que está sujeito, se mantém, pelo menos em parte, no estado líquido.” GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas. Lisboa: Âncora Editora, 435 p</p>	
<p>2. “A comparação frequente do magma com a lava incandescente ou ígnea saída dos vulcões, embora sugestiva, não é correta. Deve acentuar-se que a lava já não é exactamente, um magma, dado que, ao descomprimir-se na saída para o exterior, perde parte dos seus componentes gasosos (vapor de água, dióxido de carbono, entre outros) e, ao arrefecer, permite a cristalização (solidificação) prematura de alguns materiais, cujos constituintes, por ação gravítica, saíram também desse fundido, empobrecendo-o.” GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas. Lisboa: Âncora Editora, 435 p</p>	
<p>3. “Os vulcões que libertam lavas andesíticas localizam-se junto das fossas oceânicas, região onde mergulham e se verifica a destruição das placas litosféricas, pelo que se pensa que a formação deste tipo de magma está relacionada com este fenómeno. Quando uma placa litosférica se afunda na astenosfera, transporta consigo porções húmidas da crosta continental. A crosta oceânica é de natureza basáltica e gabróide. A fusão parcial do basalto inicia-se a cerca de 80 quilómetros de profundidade e é provocada pela subida da temperatura. A presença de água retida nos sedimentos transportados pela placa também facilita a fusão dos constituintes. Desta fusão resulta um material magmático com a composição média dos andesitos.” CASTRO, Adalmiro (2001). Dicionário de ciências: Biologia e Geologia. Porto: Porto Editora, 336 p.</p>	
<p>4. “Grandes estruturas geradoras de relevo ocorrem em duas situações diferentes: ou na sequência de uma colisão de continentes (...) ou do mergulho de litosfera oceânica sob a margem de um continente. (...) Nos orógenos de colisão (...) há subducção parcial com espessamento da crosta, metamorfismo, plutonismo granítico por fusão secundária de rochas (metassedimento) envolvidos no orógeno e algum vulcanismo. Há reciclagem da parte da crosta jovem ou antiga, sendo comuns os carreamentos. (...) nos orógenos de acreção, (...) em termos de magmatismo há vulcanismo efusivo com derrame calco-alcálico (andesitos, dacitos) e explosivo, em relação em magmas mais ácidos (cinzas). Os aparelhos são do tipo estratovulcão. Em profundidade pode ocorrer plutonismo, com produção de magmas félsicos. GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas. Lisboa: Âncora Editora, 435</p>	
<p>5. A rocha plutónica é uma “rocha intrusiva ocorrente em grandes massas no interior da crosta. O termo, proposto em 1794, por R. Kirwan, evoca Plutão, deus dos Infernos. O mesmo que plutonito.” GALOPIM DE CARVALHO, A.M. (2011). <i>Dicionário de geologia</i>. Lisboa: Âncora Editora, 486 p.</p>	
<p>6. A rocha vulcânica é uma rocha “resultante da consolidação do magma em superfície ou muito próximo da superfície litosférica (...) e têm geralmente textura microlítica ou vítrea, como são exemplo do riólito, o andesito, o basalto, a obsidiana (...).” CASTRO, Adalmiro (2001). <i>Dicionário de ciências: Biologia e Geologia</i>. Porto: Porto Editora, 336 p</p>	

**Quadro II (continuação)** - Exemplos de Competências Cognitivo-Linguísticas. **Coluna A** - Segmentos de texto. **Coluna B** - Competências cognitivo-linguísticas

Coluna A	Coluna B
<p>7. “Entendendo por magmatismo ou magmatogénese o processo natural através do qual um material fundido, a que se convencionou chamar de magma, conduz à formação das rochas, temos de concluir que o magmatismo é uma constante na história da Terra e do Sistema Solar e que está na origem de todos os tipos de petrogénese. Com efeito, não haveria rochas sedimentares sem as magmáticas preexistentes, nem metamórficas sem, pelo menos, uma destas duas. É, assim, lícito pensar que o mesmo acontece noutros sistemas planetários da nossa e de outras galáxias, como uma das fases da evolução da matéria no quadro universal, entre outras, como: 1) a nucleossíntese dos elementos químicos, em grande parte no interior das estrelas; 2) a quimiossíntese, por junção dos elementos químicos na formação de compostos, fase esta que inclui o magmatismo e os outros processos petrogenéticos; 3) a biogénese, ou bioquimiogénese, um caso particular da quimiossíntese que tem merecido um tratamento à parte. Tem interesse chamar a atenção do leitor para o facto de, através do magmatismo, a Terra em formação libertou uma atmosfera primitiva, rica (entre outros componentes) em vapor de água, a partir do qual se formou, por condensação, toda a hidrosfera. GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). <i>Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas</i>. Lisboa: Âncora Editora, 435 p</p>	
<p>8. Os sistemas de arcos estão “integrados nas grandes cinturas orogénicas e distribuem-se segundo alinhamentos arqueados associados a faixas de subducção. Neste conjunto consideram-se, em especial, os arcos de ilhas, criados pelo mergulho de uma placa oceânica sobre outra, de que são exemplos alguns rosários de ilhas do Pacífico Ocidental (...). De um modo geral predomina o vulcanismo subaéreo, com derrames andesíticos e erupções explosivas de materiais mais ácidos, como cinzas e outros piroclastos.” GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). <i>Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas</i>. Lisboa: Âncora Editora, 435 p</p>	
<p>9. “Dorsais oceânicas – Estas geoestruturas alongadas a todos os oceanos são faixas geradoras de basaltos, correntemente referidos na bibliografia pela sigla MORB (acrónimo da expressão inglesa Mid-Ocean Ridge Basalts). Sob elas, a profundidades compreendidas entre 50 a 90 quilómetros, verifica-se a fusão de 15 a 30% do material do manto superior, de que resulta um magma basáltico (toleítico) que ascende até câmaras pouco profundas, e daí até à superfície.” GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2002). <i>Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas</i>. Lisboa: Âncora Editora, 435 p</p>	
<p>10. O magma basáltico é um tipo de magma proveniente do manto superior. “As rochas principais formadas a partir da consolidação deste magma são os basaltos e gabros, principais constituintes da crosta oceânica. Admite-se, também, que o magma basáltico se forma a partir da fusão parcial de um peridotito rico em granada. Como a fusão parcial dos peridotitos ocorre a diferentes profundidades, originam-se magmas basálticos com diferentes composições. Os que provêm de menores profundidades, como, por exemplo, de riftes, são mais ricos em sílica. Os magmas basálticos de origem profunda são mais ricos em minerais alcalinos e pobres em sílica.” CASTRO, Adalmiro (2001). <i>Dicionário de ciências: Biologia e Geologia</i>. Porto: Porto Editora, 336 p.</p>	
<p>11. “As zonas terrestres onde se verificam condições de pressão, temperatura e humidade adequadas à formação de magmas riolíticos situam-se na crosta terrestre, em locais onde se verifica a convergência de placas e ocorre a formação de cadeias montanhosas. Nestas regiões a crosta terrestre deforma-se devido ao aumento de pressão e temperatura, provocando a fusão parcial das rochas da crosta e podendo originar magmas riolíticos. Estes, se consolidam em profundidade, originam granitos; se consolidam à superfície, formam rochas do tipo riolítico.” CASTRO, Adalmiro (2001). <i>Dicionário de ciências: Biologia e Geologia</i>. Porto: Porto Editora, 336 p.</p>	

1.1.1. Justifiquem a correspondência efetuada.

1.2. Discute no grupo de turma e regista as alterações, na coluna B do Quadro I



1.3. Os segmentos de texto que ilustram a argumentação são os seguintes: 3 e o 6. Identifiquem os argumentos de cada um. Justifiquem as vossas escolhas.

---

1.4. Elabora um resumo que descreva os processos de formação de magma.

---

1.5. Discute no grupo de turma as vossas respostas e registem as diferenças.

---

## **SECÇÃO II: REFLEXÃO INDIVIDUAL**

3.1. Agora, individualmente e considerando as diferenças encontradas, refere o que ainda não percebeste bem.

---

### **Nota:**

Com o intuito de evitar anexos demasiado longos, procedeu-se à redução na atividade de aprendizagem aqui apresentada do número de linhas originalmente atribuído para a resposta a cada uma das questões.

## Anexo 3

### Atividade de Aprendizagem

*Mobilização de Provas Científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática*



Atividade de Aprendizagem

***Mobilização de Provas Científicas na Construção de Justificações: Diferenciação Magmática***

**Problema:** *Como se formam as Rochas Magmáticas?*

**APRENDIZAGENS A DESENVOLVER**

- Desenvolver a capacidade de construção de justificações a partir de ideias e provas que as sustentam;
- Relacionar diferenciação magmática e cristalização fracionada com a diversidade de rochas magmáticas;
- Monitorizar a aprendizagem.

**INTRODUÇÃO**

A utilização de argumentos é muitas vezes usada para sustentar uma teoria ou até mesmo para a sua refutação. Para criar argumentos precisamos de conhecer as ideias que serão sujeitas a justificação e a aceitação.

A presente atividade de aprendizagem consiste na construção de provas e de justificações a partir das ideias expostas no Quadro I, apresentado na página seguinte, e de acordo com o exemplo nele incluído. Esta atividade será realizada em pequeno grupo e discutida em grupo turma. Assim, deverão seguir os seguintes passos:

1. Na coluna 1 do Quadro I, estão registadas cinco ideias sobre diferenciação magmática e cristalização fracionada. De acordo com o exemplo apresentado e a partir da interpretação de um texto fornecido, registam na coluna 2 as provas que sustentam cada uma das ideias listadas.
2. Após o preenchimento da coluna 2, efetuem o preenchimento da coluna 3 de modo a criar uma justificação assente nas provas selecionadas.
3. Após finalizarem o preenchimento do Quadro I, discutam as vossas respostas com a vossa professora e os vossos colegas e registem no Quadro II as respostas consensualizadas.
4. Por fim, reflète sobre esta atividade de aprendizagem e responde individualmente às questões da secção reflexão.

**Secção I: COMO SE FORMAM AS ROCHAS MAGMÁTICAS?: MOBILIZAÇÃO DE IDEIAS E PROVAS FORNECIDAS**

1.1. Provas e justificações sobre diferenciação magmática construídas no pequeno grupo a partir da interpretação de um texto (em anexo).

<b>Coluna 1: Ideias</b>	<b>Coluna 2: Provas</b>	<b>Coluna 3: Justificação</b>
A – Os diversos minerais envolvidos no processo de cristalização não se formam ao mesmo tempo.	Dados físicos: diferentes elementos possuem diferentes pontos de fusão e diferentes valores de densidade	Com a diminuição da temperatura elementos mais ricos em ferro, magnésio e cálcio (elementos mais densos) tendem a separar-se do banho magmático pela precipitação gravítica e depositar-se no banho no fundo da câmara magmática. O restante do fundido cristaliza a temperaturas mais baixas e menos densas (mais ricos em silício, sódio e/ou potássio)
B – A Piroxena magnesianas é formada a partir da reação de dissolução da olivina com sílica existente no magma residual.		
C – A série de reação de Bowen indica a ordem de cristalização dos minerais no magma.		
D – No interior de um reservatório magmático os bordos são mais básicos que o seu interior.		
E – Diversas rochas encaixantes, podem fundir parcialmente, contaminando o magma, contribuindo para a alteração da sua composição.		

1.2. Provas e justificações sobre diferenciação magmática consensualizadas no grupo turma a partir da análise do Quadro I.

<b>Coluna 1: Ideias</b>	<b>Coluna 2: Provas</b>	<b>Coluna 3: Justificação</b>
A – Os diversos minerais envolvidos no processo de cristalização não se formam ao mesmo tempo.	Dados físicos: diferentes elementos possuem diferentes pontos de fusão e diferentes valores de densidade	Com a diminuição da temperatura elementos mais ricos em ferro, magnésio e cálcio (elementos mais densos) tendem a separar-se do banho magmático pela precipitação gravítica e depositar-se no banho no fundo da câmara magmática. O restante do fundido cristaliza a temperaturas mais baixas e menos densas (mais ricos em silício, sódio e/ou potássio)
B – A Piroxena magnesianas é formada a partir da reação de dissolução da olivina com sílica existente no magma residual.		
C – A série de reação de Bowen indica a ordem de cristalização dos minerais no magma.		
D – No interior de um reservatório magmático os bordos são mais básicos que o seu interior.		
E – Diversas rochas encaixantes, podem fundir parcialmente, contaminando o magma, contribuindo para a alteração da sua composição.		

1.3. Respondam agora ao problema inicial: *Como se formam as Rochas Magmáticas?*

---

1.4. Discutam no grupo de turma e registam no quadro negro uma resposta consensualizada.

## SECÇÃO II: REFLEXÃO INDIVIDUAL

2.1. De que modo esta atividade de aprendizagem contribui para o desenvolvimento da tua compreensão do significado de argumentação?

---

---

2.2. Assinala com uma cruz (x) o que ainda não percebeste bem.

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Cristalização fracionada                         | <input type="checkbox"/> |
| 2. Séries Reacionais de Bowen                       | <input type="checkbox"/> |
| 3. Construir uma justificação                       | <input type="checkbox"/> |
| 4. Diferenciação gravítica                          | <input type="checkbox"/> |
| 5. Mistura de magmas                                | <input type="checkbox"/> |
| 6. Determinar provas                                | <input type="checkbox"/> |
| 7. Intrusão de rocha não compatível com a rocha mãe | <input type="checkbox"/> |
| 8. Outro: _____                                     | <input type="checkbox"/> |

### Nota:

Com o intuito de evitar anexos demasiado longos, procedeu-se à redução na atividade de aprendizagem aqui apresentada do número de linhas originalmente atribuído para a resposta a cada uma das questões.

### Texto Anexo:

A transformação do magma em rocha concretiza-se pela passagem ao estado sólido da maior parte dos constituintes químicos presentes nesse fundido, isto é, pela cristalização dos minerais (na grande maioria silicatos) possíveis de edificar a partir dele, à medida que se dá o arrefecimento. Esta fase designada de ortomagmática, envolve processos de diferenciação e de contaminação, tanto mais acentuados e visíveis quanto mais lento e imperturbado tenha sido o arrefecimento.

Os diversos minerais envolvidos neste processo não se formam ao mesmo tempo. Primeiro cristalizam os mais refratários, ou seja, os pontos de fusão mais elevados, que são aqui também os mais densos, seguindo-se-lhes, numa sequência conhecida, os sucessivamente menos refratários e, ao mesmo tempo, menos densos. Esta transformação tem lugar num intervalo de temperaturas (variável com a pressão que é, já de si, função da profundidade a que se dá o arrefecimento) compreendido entre, aproximadamente, 1550°C e 500°C. Relativamente aos silicatos mais comuns e mais característicos, surgem em primeiro lugar os mais ricos em ferro, magnésio e cálcio, isto é olivinas, piroxenas e plagióclases cálcicas. Se estes minerais uma vez formados forem separados do banho magmático o que pode acontecer por precipitação gravítica (eles são mais densos) no fundo da câmara magmática o que resta do fundido inicial fica mais pobre em elementos dos minerais cristalizados a temperaturas mais elevadas e mais rico em silício, sódio e potássio, ou seja em elementos constituintes dos minerais que cristalizam a temperaturas sucessivamente mais baixas e também, os menos densos. Este processo sequencial conhecido por cristalização fracionada leva a que a partir do mesmo banho se possam formar produtos rochosos diferentes, isto é, possa ocorrer diferenciação por precipitação dos minerais no seio de um líquido menos denso. Por outras palavras e de um modo muito esquemático pode dizer-se que uma fração magmática que pela sua composição e em profundidade conduzirá à formação de um diorito (rocha sem quartzo, com feldspato calco-alcálico e anfíbola) e pode dar origem a um tipo petrográfico formado por cristais de olivina e piroxena acumulados no fundo da câmara.

Sobre o peridotito e através do mesmo processo formam-se sucessivamente gabros, diorito, sienito e, até, eventualmente, granito. O mesmo tipo de diferenciação poderá ser exemplificado pela sequência basalto, andesito, traquito, riólito, sequência, aliás conhecida nas lavas de uma série de vulcões, em Cascade Range, nas Montanhas Rochosas (EUA), nascidos de um mesmo magma parental.

A diferenciação gravítica conduz, assim, a que, na base do reservatório, se concentrem os materiais mais ricos em ferro, magnésio e cálcio, ao contrário do topo, essencialmente constituído pelos mais ricos em silício, alumínio, sódio e potássio e, ainda, em voláteis. Entre os dois extremos situam-se os materiais de composição

intermédia, numa sequência que depende muito das condições de arrefecimento. Uma variante da diferenciação gravítica por flutuação, igualmente dita per ascensum, é a levada a cabo pela subida de gases e vapores magmáticos. Com efeito, na sua subida no seio dos reservatórios magmáticos, sejam eles as câmaras magmáticas que alimentam o vulcanismo ou o interior dos orógenos na sequência da anatexia, os gases magmáticos, em particular o vapor de água, arrastam consigo silício, sódio e potássio, além de outros elementos como lítio, berílio, célio, tântalo, comuns numa fase seguinte, conhecida por pegmatítica-pneumatolítica.

Se os primeiros silicatos, gerados a uma temperatura relativamente alta, permanecerem em contacto com o banho, tornam-se instáveis e essa instabilidade aumenta com o arrefecimento.

Assim estes silicatos dissolvem-se no líquido residual a temperaturas mais baixas, reedificando outras estruturas, ou seja outros silicatos mais estáveis a essas temperaturas. Por exemplo uma olivina pode ser dissolvida e os seus componentes reagem com a sílica ainda no banho dando origem a uma piroxena magnésiana. O processo repete-se à medida que se processa o arrefecimento. A par desta sequência que se processa por saltos descontínuos tem lugar uma outra, em continuidade composicional, entre a anortite e a albite, os dois extremos (o cálcico e o sódico) de uma solução que constitui as plagioclases. Num magma excedentário em sílica forma-se, por fim, o quartzo. Estas sequências ou séries de reação dos silicatos no magma foram estabelecidas em 1928 por Bowen. Verifica-se (e há explicações químicas e estruturais para tal) que existe um certo paralelismo entre as séries de reação de Bowen, a ordem de cristalização dos minerais no magma, formulada meio século antes por H. Rosenbusch (1876), o grau de polimerização dos silicatos, expresso na sistemática de H. Strunz (1941), e a ordem de alterabilidade (face à meteorização) dos silicatos das rochas, evidenciada por S. Goldsch (1938).

Um tal comportamento permite explicar a razão pela qual as rochas ricas em olivina têm, frequentemente, também piroxenas e/ou plagioclases cálcicas e, no contrário, não possuem, via de regra, quartzo. É ainda o mesmo mecanismo que determina que as rochas com quartzo tenham normalmente plagioclases sódicas e/ou feldspatos potássicos. Deve acentuar-se que este modelo pode ser alterado se o arrefecimento não for suficientemente lento para permitir que os equilíbrios sejam estabelecidos. Uma lava pode assim dar origem a um basalto olivínico contendo algum quartzo, sempre subordinado.

Uma outra explicação para a diversidade de tipos petrográficos gerados por diferenciação do mesmo magma parental é conhecida por difusão térmica. A existência de gradientes térmicos no interior de um reservatório magmático expressa, por exemplo, pela diminuição gradual da temperatura, das zonas mais internas ou profundas para as mais externas, nos contactos com as rochas encaixantes, e/ou as mais elevadas na crosta, determina migrações de iões e escalas diferentes entre si, em função das respetivas natureza e tamanhos, de que resultam diferentes composições mineralógicas e, portanto, rochas diferentes. Os bordos mais básicos do maciço subvulcânico de Sintra podem ser interpretados por esta via.

No seu contacto com as rochas encaixantes o magma acaba sempre por ser mais ou menos intensamente contaminado por elas, ou melhor, pelos minerais que as formam. Neste processo o magma assimila ou digere quantidades maiores ou menores da rocha intruída, abrindo espaço à sua instalação (intrusão) ao mesmo tempo que vai modificando a sua composição. Nesta progressão desaparecem os minerais da rocha preexistente (o encaixante) e vão surgir novos minerais, diferentes dos que teriam nascido desse magma se não tivesse sido contaminado. Com mais importância e visibilidade no plutonismo, para o final da fase ortomagmática, distingue-se uma outra, a pneumatolítica. Parte do fluido residual penetra fissuras e cavidades no interior das rochas e, se dispuser de espaço, edifica grandes (às vezes enormes) cristais de ortoclase, de albite e de quartzo, bem desenvolvidos, com belas formas cristalinas.

Mais tardia, mas muitas vezes concomitante com a fase pneumatolítica, tem lugar a designada por fase hidrotermal, própria de uma temperatura mais baixa, que permite a condensação de vapor de água. Assim ganha relevo o papel da água no estado líquido, ainda quente, a escassas centenas de graus centígrados, o que lhe permite transportar em solução muitos dos componentes não integrados nas fases anteriores.

É através de processos como estes que, a partir de um magma inicial, se pode chegar a um sem número de fundidos que poderemos apelar de fracções magmáticas, tantas quantas as rochas que delas resultarem. Para cada fracção magmática e conseqüente expressão mineralógica há sempre vários tipos de rochas caracterizadas, sobretudo, pelas dimensões dos seus minerais ao solidificarem e pelo modo como se dispõem uns em relação a outros, isto é, o respetivo padrão textural." (Adaptado de Galopim de Carvalho, 2002)

## Anexo 4

Questionário de avaliação final global



Escola Secundária/3 de \_\_\_\_\_

Biologia e Geologia, 11º ano de escolaridade

**Questionário de avaliação final global**

Caros(as) Alunos(as)

Ao longo das últimas semanas, nas aulas lecionadas por mim - Sofia Miranda - foram realizadas atividades de aprendizagem com o objetivo de promover o desenvolvimento das competências cognitivo-linguísticas: *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*.

O presente questionário focaliza-se na tua perceção sobre a relevância destas atividades para a tua aprendizagem e sobre as dificuldades sentidas na sua consecução. A tua opinião é importante para refletir sobre os processos de ensino e aprendizagem de modo a que os consiga compreender melhor e no futuro os possa aperfeiçoar. Estarás, assim, a dar um contributo essencial na redação do meu relatório final de estágio. Face ao exposto, apelo à tua colaboração para responderes aprofundadamente às questões a seguir colocadas.

O questionário não possui nenhum carácter avaliativo e é anónimo.

Obrigada,

*Sofia Miranda*  
Março de 2013

1. Qual foi a atividade de aprendizagem em que sentiste mais dificuldades?

<input type="checkbox"/>	(Re)Construção do significado de <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i>
<input type="checkbox"/>	Identificação das competências <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i> em textos científicos: Diversidade e contextos de formação de magmas
<input type="checkbox"/>	Mobilização de provas científicas na seleção da melhor explicação: Consolidação de magmas
<input type="checkbox"/>	Mobilização de provas científicas na construção de justificações: Diferenciação magmática
<input type="checkbox"/>	Mobilização das competências <i>definir, descrever, explicar e argumentar</i> na construção de um texto científico: Diversidade de rochas magmáticas

1.1. Justifica a tua resposta.

---

---

---

---

---

2. De que forma as atividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento da tua capacidade de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*?

---

---

---

---

---

3. Qual é a importância que atribuis à aprendizagem das competências cognitivo-linguísticas? (Assinala com uma cruz (x) as **três principais vantagens**)

<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da compreensão das razões que permitem considerar uma teoria cientificamente aceite
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da compreensão de teorias, princípios, conceitos e factos científicos
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da capacidade de explicação de um fenómeno científico
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da capacidade de expressão oral
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da capacidade de expressão escrita
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da capacidade de assumir uma posição fundamentada acerca de problemáticas socio-científicas
<input type="checkbox"/>	Contribui para o desenvolvimento da capacidade de apoiar e/ou refutar posicionamentos diferentes do meu acerca de problemáticas socio-científicas
<input type="checkbox"/>	Outra: _____

4. Quais são as principais ideias que associas às atividades de aprendizagem que realizaste no âmbito das competências cognitivo-linguísticas? (Assinala com uma cruz (x) as **três principais opções** que consideras adequadas para responder à questão anterior)

<input type="checkbox"/>	Motivação	<input type="checkbox"/>	Competição
<input type="checkbox"/>	Responsabilidade	<input type="checkbox"/>	Constrangimento
<input type="checkbox"/>	Aborrecimento	<input type="checkbox"/>	Democracia
<input type="checkbox"/>	Desafio	<input type="checkbox"/>	Desconforto
<input type="checkbox"/>	Rotina	<input type="checkbox"/>	Receio
<input type="checkbox"/>	Colaboração	<input type="checkbox"/>	Autoritarismo
<input type="checkbox"/>	Obrigaçào	<input type="checkbox"/>	Outra: _____

4.1. Justifica as tuas escolhas.

---

---

---

---

---



## Anexo 5

Atividade de Aprendizagem

*(Re)Construção do significado de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*



Atividade de Aprendizagem  
**(Re)Construção do significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar***

**APRENDIZAGENS A DESENVOLVER**

- Tomar consciência do significado atribuído a *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*,
- (Re)construir o significado de *Definir, Descrever, Explicar e Argumentar*.

**ESTRUTURA E MODO DE EXECUÇÃO DA ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM**

A presente atividade de aprendizagem está estruturada em três secções, envolvendo a realização das tarefas que estão explicitadas no Quadro I e seguindo o modo de resolução indicado.

**Quadro III: Estrutura da atividade de aprendizagem**

Secção	Tarefa	Modo de resolução
I	Explicitação individual das concepções iniciais de <i>Definir, Descrever, Explicar e Argumentar</i> .	Individual
	Comparação das concepções anteriores e construção de uma definição consensualizada.	Pequeno grupo
	Confronto das concepções dos diversos grupos e registo das diferenças emergentes.	Grupo Turma
II	Comparação das concepções definidas no pequeno grupo com as definições apresentadas num dicionário de Língua Portuguesa.	Pequeno grupo Grupo Turma
	Comparação das concepções definidas no pequeno grupo com as definições fornecidas na literatura de Educação em Ciências.	Pequeno grupo Grupo Turma
III	Análise comparativa das definições construídas com as concepções iniciais.	Individual (Trabalho de Casa)

**SECÇÃO I - DEFINIR, DESCREVER, EXPLICAR E ARGUMENTAR: AS NOSSAS CONCEPÇÕES INICIAIS**

1.1. O que entendes por Definir, Descrever, Explicar e Argumentar?

- a) Regista na coluna da esquerda do Quadro II as tuas respostas individuais a esta questão.
- b) Discute as tuas respostas com os teus colegas de grupo e registem na coluna da direita uma nova resposta.

**Quadro IV: Registo das concepções iniciais de Definir, Descrever, Explicar e Argumentar**

Concepções Iniciais	
Individual	Pequeno grupo
Definir	
Descrever	
Explicar	
Argumentar	

1.1.1. Discutam as vossas respostas com os vossos colegas e a vossa professora e registem aquelas que são diferentes da vossa.

a) Definir

---

b) Descrever

---

c) Explicar

---

d) Argumentar

---

## SECÇÃO II - DAS NOSSAS CONCEÇÕES INDIVIDUAIS ÀS CONCEÇÕES CIENTÍFICAS

2.1. Comparem as definições atribuídas pelo vosso grupo, registadas na coluna da direita do Quadro II, com as apresentadas num dicionário de Língua Portuguesa, registando no Quadro III as semelhanças e as diferenças encontradas.

**Quadro III: Semelhanças e diferenças entre os significados formulados no pequeno grupo e os presentes no dicionário**

Competências Cognitivo-linguísticas	Semelhanças	Diferenças
Definir		
Descrever		
Explicar		
Argumentar		

2.1.1. Discutam as vossas respostas no grupo turma e registem as alterações necessárias.

---

2.2. Comparem as definições atribuídas pelo vosso grupo, registadas na coluna da direita do Quadro II, com as apresentadas na bibliografia do ensino das Ciências (em anexo). Registem no Quadro IV as semelhanças e diferenças encontradas.

---

**Quadro IV: Semelhanças e diferenças entre os significados formulados no pequeno grupo e os presentes na bibliografia do ensino das Ciências**

Competências Cognitivo-linguísticas	Semelhanças	Diferenças
Definir		
Descrever		
Explicar		
Argumentar		

2.2.1. Discutam as vossas respostas no grupo turma e registem as alterações necessárias.

---

2.3. Discutam no grupo turma e registem o contributo das definições apresentadas no dicionário e na bibliografia do ensino das Ciências para a compreensão do significado de cada uma das competências cognitivo-linguísticas.

---

### SECÇÃO III - REFLEXÃO SOBRE AS CONCEÇÕES INICIAIS (Trabalho para Casa)

3.1. Lê agora as tuas respostas à questão inicial (coluna da esquerda do Quadro II) e regista as alterações que introduzirias em cada uma.

a) Definir

---

b) Descrever

---

c) Explicar

---

d) Argumentar

---

#### Notas:

a) O anexo inclui a apresentação sumária das definições de *Definir*, *Descrever*, *Explicar* e *Argumentar* incluída no capítulo II do presente relatório.

b) Com o intuito de evitar anexos demasiado longos, procedeu-se à redução na atividade de aprendizagem aqui apresentada do número de linhas originalmente atribuído para a resposta a cada uma das questões.



## Anexo 6

Atividade de Aprendizagem

*Mobilização de Provas Científicas na Seleção da Melhor Explicação: Consolidação de Magmas*



## Atividade de Aprendizagem

***Mobilização de Provas Científicas na Seleção da Melhor Explicação: Consolidação de Magmas*****APRENDIZAGENS A DESENVOLVER**

- Desenvolver a capacidade de mobilização de provas e de dados experimentais na construção de explicações para um fenómeno científico;
- Compreender os processos de formação de magmas.

**INTRODUÇÃO**

Os processos envolvidos na formação dos minerais são complexos e de difícil observação. Hoje conhecem-se alguns desses processos, sendo possível simular em laboratório a formação de pequenos cristais. É este o enfoque da atividade laboratorial aqui proposta.

O enxofre é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e já é conhecido desde a antiguidade. As primeiras explorações datam do século III a.C. pelos chineses, que o extraíam da pirite. Outras referências destacam a exploração e a importância do enxofre. Por exemplo, os egípcios aplicavam o enxofre na cosmética; no livro do Génesis, na Bíblia, o enxofre é comparado com o fogo; em 1777, Lavoisier considerou o enxofre como um elemento e no século XIX foram encontrados os maiores depósitos de enxofre no Texas e em Louisiana. Atualmente, sabe-se que o enxofre puro pode ocorrer perto de fontes e de regiões vulcânicas, como acontece na costa do Pacífico. Os maiores depósitos em exploração estão na Indonésia, Chile e Japão (Hogan, 2011).

Nas regiões vulcânicas o enxofre aparece sobre a forma de óxido (SO<sub>2</sub>) ou associado ao hidrogénio (H<sub>2</sub>S). Estes dois gases podem reagir e dar origem a depósitos de enxofre puro, com cristais bem definidos, de acordo com a equação química (Calvert, 2003):  $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$

Além da formação de cristais de enxofre puro poderão criar minerais que contêm na sua composição enxofre, tais como os sulfuretos (pirite, galena) e os sulfatos. Os cristais de enxofre (puro) apresentam uma cor amarela, com aspeto brilhante, com ligeiro odor e são muito quebradiços, exigindo, por isso algum cuidado no seu manuseamento (Hershel Friedman, 2013)

A seguir, é descrito o procedimento para a realização da atividade laboratorial. Esta deverá ser realizada em pequeno grupo. Após a realização da atividade laboratorial serão apresentadas duas possíveis explicações que visam responder à seguinte questão central:

***De que modo as condições do meio intervêm na formação e no desenvolvimento dos minerais?***

Para justificar a vossa escolha deverão ter em conta as observações realizadas na atividade laboratorial. Por último, serão expostas duas informações complementares que deverão, também, ser fundamentadas por uma das explicações apresentadas.

## RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS LABORATORIAIS

Com o teu grupo, realiza a seguinte atividade laboratorial.

### MATERIAL

- Rolha de cortiça com uma cavidade
- Cadinho de porcelana
- Pinça de madeira
- Três caixas de petri
- Duas lamparinas
- Lupa
- Espátula
- Enxofre em pó

### PROCEDIMENTO

*Começa por efetuar os passos 1, 2 e 3*

1. Coloca o enxofre em pó no cadinho de porcelana.
2. Com a pinça de madeira, leva o cadinho à chama da lamparina e, agitando suavemente, vai aquecendo até o enxofre começar a fundir.
3. Deita o enxofre fundido na cavidade da rolha de cortiça e deixa-a em repouso. Efetua os passos 4, 5 e 6.

*Executa os passos 4, 5 e 6*

4. Repete os passos 1 e 2 e deita o enxofre na caixa de petri que está à temperatura ambiente e deixa-a em repouso.
5. Repete os passos 1 e 2 e deita o enxofre na caixa de petri que está a uma temperatura inferior à do ambiente (caixa de petri colocada previamente no frigorífico pelo teu professor) e deixa-a em repouso.
6. Repete os passos 1 e 2 e deita o enxofre na caixa de petri que se encontra a uma temperatura superior à do ambiente (previamente aquecida à chama) e deixa-a em repouso.

*Passa agora aos passos 7 e 8*

7. Após a solidificação do enxofre na rolha (*passo 3*), parte a rolha ao meio utilizando apenas as mãos.
8. Observa com a lupa e compara o aspeto do enxofre nas quatro situações: rolha e caixas de petri a diferentes temperaturas.

### INTERPRETAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE MINERAIS

*Quanto maior for o tempo de arrefecimento maior será o tamanho dos cristais.  
Como podes explicar esta ocorrência?*

Para ajudar a responder a esta questão e tendo em conta a questão central desta atividade de aprendizagem, poderemos, por exemplo, pensar nas seguintes explicações:

#### EXPLICAÇÃO A

As partículas que formam os cristais precisam de tempo e espaço para se organizarem ordenadamente nas diferentes direções do espaço e para que esta malha elementar se possa repetir numerosas vezes a fim de formar cristais bem desenvolvidos.

#### EXPLICAÇÃO B

Algumas propriedades dos minerais estão dependentes do tipo de ligação entre as partículas que constituem a estrutura cristalina.

I - Com base na análise da atividade laboratorial, refiram se efetuaram ou não as observações a seguir indicadas e, para cada uma delas, qual das explicações anteriores melhor as explica.

**Observação 1**

*Observei que a formação de cristais é praticamente inexistente quando o enxofre solidifica na placa de petri fria.*

Sim       Não

Esta observação é corretamente explicada por A?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

Esta observação é corretamente explicada por B?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

**Observação 2**

*Observei a formação de cristais de enxofre perfeitos quando o enxofre solidifica numa placa aquecida.*

Sim       Não

Esta observação é corretamente explicada por A?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

Esta observação é corretamente explicada por B?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

II - Na continuidade da análise das observações anteriores (1 e 2), são dadas duas informações complementares. Terão agora de se pronunciarem sobre a conformidade entre estas informações e as explicações A e B.

**Informação Complementar 1**

*Em determinadas condições, por exemplo nas cavidades miarolíticas, os minerais têm a oportunidade de adquirir formas mais definidas e atingir maiores dimensões.*

a: As cavidades miarolíticas são unidades pegmatíticas solidificadas em determinadas condições climáticas e dependem da disponibilidade de água e argila. (Dias Pereira & Leal Gomes, 2010)

A explicação A é compatível com esta informação complementar?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

A explicação B é compatível com esta informação complementar?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

## Informação Complementar 2

*O mineral ametista é um quartzo de coloração roxa. A sua cor deve-se à incorporação de impurezas como ferro e compostos de manganês na estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros de sílica.*

A explicação A é compatível com esta informação complementar?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

A explicação B é compatível com esta informação complementar?

Sim       Não

Indica as razões: \_\_\_\_\_

## IV – Avaliem agora no grupo turma as vossas respostas anteriores de acordo com as questões orientadoras a seguir apresentadas

a) Discutam com o grupo turma as vossas respostas e registem as alterações necessárias.

\_\_\_\_\_

b) Agora, elaborem uma resposta para a questão central desta atividade de aprendizagem.

\_\_\_\_\_

### FONTES BIBLIOGRÁFICAS MOBILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DA PRESENTE ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM

Calvert, J. (2003). *Sulphur Molecular chains, rubber and salt domes are prominent in the lore of sulphur.* <http://mysite.du.edu/~jcalvert/phys/sulphur.htm> (Acessível a 10 de janeiro de 2013).

Dias Pereira, C. & Leal Gomes, C. (2010). Localização de cavidades subsuperficiais em rególitos subjacentes de termiteiras da Zambézia – aplicação à propeção de cavidades miarolíticas em pegmatitos. *Revista Electrónica de Ciências da Terra, Geosciences On-line Journal*, 20 (7), 1-4.

Hershel Friedman (2013). *The Mineral Sulfer.* <http://www.minerals.net/mineral/sulfur.aspx> (Acessível a 9 de janeiro de-2013).

Hogan, C. (2011). *Sulfur.* <http://www.eoearth.org/view/article/156316/> (Acessível a 9 de janeiro de 2013).

Jiménez Aleixandre, M. P., Otero, J., Santamaría, F. & Mauriz, B. (2009). *Actividades para traballar o uso de probas e a argumentación en ciencias.* Santiago de Compostela: Danú.

### Nota:

Com o intuito de evitar anexos demasiado longos, procedeu-se à redução na atividade de aprendizagem aqui apresentada do número de linhas originalmente atribuído para a resposta a cada uma das questões.

## Anexo 7

Exemplo de um texto de cariz argumentativo



## Texto Apresentado

### Exemplo de um texto de cariz argumentativo

“a) El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses b) porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, c) ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. d) Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; e) pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. f) Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. g) En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y h) que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.” (Sardà Jorge & Sanmarti Puig, 2000:411)

**Legenda** – a) Ideias; b) Justificação; c) Fundamentação; d) Vantagem; e) Inconveniente; f) Comparação; g) Conclusão; h) Exemplificação.

**Nota:** Na apresentação do texto acima citado foi realizado uma tradução.