

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores
em contexto de ensino de Ciências Físicas
– O papel de ferramentas de ajuda –**

Tese de Doutoramento em Didática de Ciências e Tecnologia
Especialização em Didática de Ciências Físicas

Maria Júlia Madeira Pires Branco

Orientador: Professor Doutor Joaquim Bernardino de Oliveira Lopes

Coorientador: Professor Doutor José Paulo Cerdeira Cleto Cravino



Vila Real, 2018

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores
em contexto de ensino de Ciências Físicas
– O papel de ferramentas de ajuda –**

Tese de Doutoramento em Didática de Ciências e Tecnologia
Especialização em Didática de Ciências Físicas

Maria Júlia Madeira Pires Branco

Orientador: Professor Doutor Joaquim Bernardino de Oliveira Lopes
Coorientador: Professor Doutor José Paulo Cerdeira Cleto Cravino

Composição do Júri:
Doutor Manuel José Cabral dos Santos Reis
Doutor Joaquim Bernardino de Oliveira Lopes
Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista
Doutora Carla Susana Lopes Moraes
Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso

Vila Real, 2018

AGRADECIMENTOS

Concluir um projeto de doutoramento implica uma longa jornada, na maioria do tempo individual e solitária, mas difícil de levar a bom porto sem o apoio de um conjunto de pessoas e instituições a quem quero deixar aqui os meus sinceros agradecimentos:

À FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), pela bolsa de investigação com a referência SFRH/BD/36780/2007, financiada pelo POPH – QREN, comparticipada pelo Fundo Social Europeu e por fundos nacionais do MCTES;

Ao Professor Doutor Joaquim Bernardino Lopes, meu orientador, devo vários agradecimentos. Em primeiro lugar, por me ter dado a oportunidade de integrar o projeto “Princípios orientadores e ferramentas para desenvolver a mediação dos professores de Ciências Físicas em sala de aula”, que acabou por acolher esta tese de doutoramento e me permitiu usufruir de uma aprendizagem personalizada e prática dos requisitos da investigação em didática das Ciências Físicas. Em segundo lugar, pela sua orientação sempre sábia, generosa e paciente relativamente às dúvidas que me iam surgindo, mas também pela sua exigência desafiadora que enriqueceram este trabalho. Em terceiro lugar, pela amizade, paciência, motivação, partilha de conhecimento e ensinamentos e pelos desafios cada vez mais complexos e exigência crescente que me foi colocando e que me fizeram refletir e seguir em frente;

Ao Professor Doutor José Paulo Cravino, meu coorientador, que me ajudou a caminhar para a conclusão deste trabalho, com a sua boa disposição, estímulo, pertinência, clareza de ideias e assertividade das suas intervenções;

Aos colegas e amigos Ana Edite Cunha, Ana Ferreira e Rui Magalhães pelas suas imprescindíveis colaborações, disponibilidade e amizade;

A todos os colegas do projeto “Princípios orientadores e ferramentas para desenvolver a mediação dos professores de Ciências Físicas em sala de aula”, pela partilha de ideias que muito me ajudaram a percorrer este caminho. Em particular ao Professor Doutor António Alberto Silva, figura insubstituível pela riqueza das suas intervenções e pelo excelente clima de trabalho e camaradagem que sempre promoveu nas nossas longas, prazerosas e profícuas reuniões.

Também à Ana Edite Cunha, Adília Silva e Alexandre Pinto pela amizade e companheirismo manifestado durante este nosso longo percurso;

À minha muito querida e sempre presente amiga Filomena Tiago. As suas excelentes competências linguísticas e de tradução foram de crucial importância na fase de produção escrita em língua inglesa.

Ao meu marido que, mesmo nos períodos mais conturbados, sempre me acompanhou e apoiou, tendo sido sempre o meu porto seguro nesta minha grande aventura.

À minha filha, pela compreensão e paciência, pelo incentivo e coragem, pelas suas sábias palavras nos momentos de desânimo. Mas sobretudo, pela imensa alegria que me proporcionou ao saber que me vai tornar avó, o que me deu todo um novo ânimo nesta fase final de escrita.

Um agradecimento póstumo à minha querida mãe, por quem suspendi este trabalho, para a poder assistir nos seus últimos dias. Por ela, e em sua memória, a conclusão deste trabalho era obrigatória. Onde quer que esteja, fez e fará sempre parte da minha história.

Bem hajam

Ao meu marido e à minha filha

“Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.” - [Paulo Freire](#)

RESUMO

Este trabalho tem como foco o desenvolvimento profissional heterodirigido de professores, no que diz respeito ao melhoramento das suas práticas de ensino, com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos (PE), em contexto de aulas de Ciências Físicas. Usamos para este fim um instrumento inovador de recolha e organização de dados das práticas de ensino em sala de aula denominado narração multimodal (NM), bem como ferramentas de ajuda para a mediação do professor, com vista a dar resposta às seguintes questões de investigação: 1) Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos? 2) Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores? A que se devem estas alterações? 3) Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?

Participaram no estudo três professores e respetivos alunos, durante 3 anos letivos, em Escolas E.B.2,3, algumas também com ensino Secundário.

O trabalho, composto com três estudos de caso, decorreu em 3 fases distintas mas que se complementam: a 1ª e 3ª fase são consideradas de fases avaliativas; a 2ª fase é de intervenção direta com a participação do investigador no sentido de dirigir o desenvolvimento profissional dos professores envolvidos. As duas primeiras fases correspondem a um ciclo completo de investigação-ação.

Os três estudos de caso são sobre três professores de CFQ, e respetivos alunos, que lecionavam 3º Ciclo e Secundário (Professores A, B e C). As práticas de ensino do professor C serviram-nos de referência, por ser uma pessoa com experiência em investigação e membro de um projeto de investigação comum, o qual teria, à partida, práticas de ensino com características diferentes das dos professores A e B.

Os contributos deste estudo são:

1) Há traços da mediação que apresentam efeitos diferentes relativamente à promoção de práticas epistémicas nos alunos. Traços que inibem as PE: transformar o trabalho solicitado em sucessivos pedidos de exemplos não explorados pelo professor; não se centrar num número manejável de situações físicas e dispersar-se na abordagem de várias; encaminhar os alunos apenas para os aspetos mecânicos das tarefas, curto-circuitando a própria tarefa bem como o trabalho em curso dos alunos. Traços que promovem PE: modo como o professor encaminha o trabalho solicitado na sala de aula e o medeia concretizando-se em vários traços; um certo modo de usar os mediadores.

2) O desenvolvimento profissional dos professores ocorre pela mudança dos padrões das práticas de ensino. Em particular, a mudança de determinados traços da mediação permitiu que as práticas de ensino dos professores evoluíssem no sentido de promoverem mais e melhores PE. A mudança verificada nas práticas dos professores foi suportada num processo de reflexão assente nas Narrações Multimodais e ferramentas de ajuda, onde a interação com o investigador foi determinante.

3) O desenvolvimento profissional é consistente ao longo do tempo, ainda que se tenha verificado uma atenuação dos efeitos de uma intervenção externa para o desenvolvimento profissional quando ela cessa e quando há mudança de nível de ensino. O recurso às ferramentas de ajuda e o acesso às NM é determinante para a consistência da melhoria das práticas de ensino dos professores.

Além dos contributos mencionados, fornecemos um conjunto diversificado de NM sem observação direta para um acervo público de Narrações Multimodais, que constitui em si mesmo um enorme valor para os professores e a comunidade académica.

Este estudo permite sugerir que é possível fazer outros estudos semelhantes, relativos a outros aspetos do ensino e da aprendizagem de Ciências Físicas em sala de aula, ajudando os professores a refletirem nas suas práticas de ensino diárias e levando-os a sentirem necessidade de as melhorar no sentido de se enriquecerem profissionalmente. Seria pertinente que mais estudos semelhantes se desenvolvessem, envolvendo um maior número de professores e níveis de ensino, para dar continuação a este modelo de desenvolvimento profissional.

Palavras-chave: mediação de professores, práticas de ensino de professores, práticas epistémicas dos alunos, narração multimodal, ferramentas de ajuda, desenvolvimento profissional.

ABSTRACT

This work focuses on the hetero-directed professional development of teachers, regarding the improvement of their teaching practices, with a view to promoting their students' epistemic practices (Eps), in the context of Physics Science lessons. To this end, we have used an innovative tool for collecting and organizing data from classroom teaching practices called multimodal narration (MN), as well as aiding tools to help teacher mediation in order to answer the following research questions: 1) What characteristics of teachers' teaching practices are promoters of epistemic practices in students? 2) What changes occurred in these teachers' teaching practices? What are the reasons for these changes? 3) Under what conditions is the improvement of teachers' teaching practices consistent?

This work consisted of three case studies and was carried out by three teachers and their students for a period of three years corresponding to three distinct yet complementary phases. Phase 1 and phase 3 are considered evaluation phases. Phase 2 corresponds to a direct intervention with the researcher's participation. The researcher's participation had the intention to direct the professional development of the teachers involved. Phases 1 and phase 2 correspond to a complete action-research cycle.

The three case studies are about three teachers of physics science and their corresponding students. Teachers who taught in E.B. 2,3 schools some of them with secondary level classes (students from 7th to 11th grade). Teacher C's teaching practices served as a reference not only because he was a member of a common research project but also because he was the only teacher with research experience.

The contribution of this study are:

1) There are mediation traits that have different effect on the promotion of epistemic practices in students. Traits that inhibit EPs: to transform the required work into successive requested examples which are not explored by the teacher; not to focus on a manageable number of physics situations dispersing instead in the approach of several situations; to refer students only to the mechanical aspects of the tasks, to short circuiting the task itself as well as the students' ongoing work. Traits that promote EPs: the way how the teacher directs the requested work in the classroom and how he mediates this work materializing it in several other traits equally promoters of EPs; to use the mediators in a certain way.

2) The professional development of teachers occurs when we change the patterns of teaching practices. The change of certain features of mediation in particular, allowed the evolution of the teaching practices in order to promote more and better PE. The change observed in teachers' practices was supported by a process of reflection based on Multimodal Narrations and aiding tools, where the interaction with the researcher played a determinant role.

3) Professional development is consistent over time. Nevertheless when the external intervention ceases or when there is a different level of teaching this consistency weakens. The use of the aiding tools and the access to MN is determinant to the consistency of the improvement of the teachers' teaching practices.

In addition to the above mentioned contributions, we provide a diverse set of MN with no direct observation which are part of a collection of Multimodal Narrations which we made public. This is in itself of enormous value for teachers and the academic community.

This study suggests that it is possible to do other similar studies related to other aspects of teaching and learning physics science in the classroom. It helps teachers to reflect on their daily teaching practices and makes them feel the need for improvement. This need of constant improvement is what makes them professionally enriched. In order to continue this model of professional development it would be pertinent the development of more similar studies, involving a greater number of teachers and different levels of education.

Key-Words: teacher mediation, teachers' teaching practices, epistemic practices, multimodal narration, aiding tools, professional development.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GERAL	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS	xxi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 <i>Contextualização do trabalho</i>	1
1.1.1 Identificação do problema de investigação	3
1.1.2 Relevância do problema	4
1.2 <i>Apresentação do estudo</i>	6
1.2.1 Enfoque do trabalho	7
1.2.2 Questões de investigação.....	7
CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	11
2.1 <i>Introdução</i>	11
2.2 <i>Desenvolvimento profissional e seu impacto nas práticas de ensino e na aprendizagem dos alunos.....</i>	12
2.3 <i>Melhorar as práticas de ensino dos professores de Ciências Físicas</i>	21
2.3.1 O papel da reflexão	21
2.3.2 O papel do relato de práticas	27
2.3.3 O papel dos instrumentos de ajuda	32
2.4 <i>Mediação do professor e práticas epistêmicas dos alunos</i>	34
2.4.1 A mediação do professor em sala de aula	36
2.4.2 As práticas epistêmicas dos alunos	53
2.4.3 O papel das tarefas na mediação do professor na promoção de práticas epistêmicas nos alunos	61
CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO	71
3.1 <i>Problema e questões de investigação</i>	71
3.2 <i>Desenho do estudo</i>	75
3.2.1 Caracterização dos casos de estudo	79
3.2.1.1 Caracterização do caso de estudo A.....	82
3.2.1.2 Caracterização do caso de estudo B.....	85
3.2.1.3 Caracterização do caso de estudo C.....	89
3.3 <i>Recolha de dados</i>	91
3.4 <i>Organização dos dados</i>	95

3.4.1 A Narração Multimodal	96
3.4.1.1 Como se elaborou a Narração Multimodal sem observação direta.....	97
3.5 Análise dos dados	105
3.5.1 Práticas de ensino.....	105
3.5.2 Interações com os professores A e B	110
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	113
4.1 Introdução	113
4.2 Padrões de mediação	115
4.3 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na primeira fase do estudo.....	119
4.3.1. Identificação dos padrões de mediação da 1ª fase do estudo	120
4.3.2. Síntese dos resultados obtidos na 1ª fase do estudo.....	135
4.4 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na segunda fase do estudo	148
4.4.1 Identificação dos padrões de mediação da 2ª fase do estudo	150
4.4.2. Resultados obtidos nos questionários ministrados na 2ª fase do estudo	167
4.4.3. Síntese dos resultados obtidos na 2ª fase do estudo.....	171
4.5 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na terceira fase do estudo	180
4.5.1 Identificação dos padrões de mediação da 3ª fase do estudo	181
4.5.2. Resultados obtidos nos questionários ministrados na 3ª Fase do estudo	192
4.5.3. Síntese dos resultados obtidos na 3ª fase do estudo.....	198
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	209
5.1 Contexto e limitações do estudo.....	209
5.2 Discussão dos principais contributos.....	211
5.3 Conclusões e implicações.....	222
REFERÊNCIAS	227
ANEXOS	249

ANEXOS

<u>Anexo I – Narrações Multimodais e Gravações</u>
Prof A – 1ª Fase
Prof B – 1ª Fase
Prof C – 1ª Fase
Prof A – 2ª Fase
Prof B – 2ª Fase
Prof C – 2ª Fase
Prof A – 3ª Fase
Prof B – 3ª Fase
Prof C – 3ª Fase
<u>Anexo II – Ferramentas de ajuda e respetivas categorias</u>
Ferramentas de ajuda
- Apresentação das ferramentas
- Ferramenta nº 1 – Envolvimento Produtivo
- Ferramenta nº 2 – Avaliação e <i>Feedback</i>
- Ferramenta nº 3 – Contexto Científico e Tecnológico

- Ferramenta nº 4 – Trabalho Realmente Solicitado - Ferramenta nº 5 – Práticas Epistêmicas Dimensões – Emergência de categorias - Categorização da dimensão 1 – Envolvimento Produtivo - Categorização da dimensão 2 – Avaliação <i>Feedback</i> - Categorização da dimensão 3 – Contexto Científico e Tecnológico - Categorização da dimensão 4 – Trabalho Realmente Solicitado - Categorização da dimensão 5 – Práticas Epistêmicas
<u>Anexo III – Projeto N-Vivo</u>
<u>Anexo IV – Sequências (Diagramas de interação)</u> - Sequências – 1ª Fase – Prof A - Sequências – 1ª Fase – Prof B - Sequências – 1ª Fase – Prof C - Sequências – 2ª Fase – Prof A - Sequências – 2ª Fase – Prof B - Sequências – 2ª Fase – Prof C - Sequências – 3ª Fase – Prof A - Sequências – 3ª Fase – Prof B - Sequências – 3ª Fase – Prof C
<u>Anexo V – Padrões de mediação</u> - Definições – padrões de mediação por episódios - Padrões de mediação por episódio – auxiliar Excel - Padrões.xls
<u>Anexo VI – Questionários</u> - 1º Questionário – Prof A - 1º Questionário – Prof B - 2º Questionário – Prof A - 2º Questionário – Prof B
<u>Anexo VII – Unidades de análise (casos)</u> - 1ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas - 1ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) - 2ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas - 2ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) - 3ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas - 3ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) - Dendrogramas

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 3.1 – Características profissionais dos professores intervenientes na investigação (ano letivo 2007/2008)	81
Tabela 3.2 – Dimensões de análise e respetivas categorias (práticas de ensino do professor; práticas epistémicas dos alunos; tipo de trabalho solicitado aos alunos)	110
Tabela 4.1 – Aulas analisadas na 1ª fase do estudo	120
Tabela 4.2 – Padrões de mediação relativos à 1ª fase do estudo	121
Tabela 4.3 – Distribuição das variáveis existentes na 1ª fase do estudo, em percentagem	136
Tabela 4.4 – Práticas epistémicas ocorridas na 1ª fase do estudo	147
Tabela 4.5 – Aulas analisadas na 2ª fase do estudo	150
Tabela 4.6 – Padrões de mediação relativos à 2ª fase do estudo	151
Tabela 4. 7 – Respostas à 2ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	168
Tabela 4. 8 – Respostas à 3ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	168
Tabela 4.9 – Respostas à 4ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	168
Tabela 4.10 – Respostas à 5ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	168
Tabela 4.11 – Respostas à 6ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	169
Tabela 4.12 – Respostas à 7ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda	169
Tabela 4.13 – Distribuição das variáveis existentes na 1ª e 2ª fase do estudo, em percentagem	173
Tabela 4.14 – Aulas analisadas na 3ª fase do estudo	181
Tabela 4.15 – Padrões de mediação relativos à 3ª fase do estudo	182
Tabela 4. 16 – Respostas obtidas na 1ª questão do questionário final	193
Tabela 4. 17 – Respostas obtidas na 2ª questão do questionário final	193
Tabela 4. 18 – Respostas obtidas na 3ª questão do questionário final	193
Tabela 4. 19 – Respostas obtidas na 4ª questão do questionário final	194
Tabela 4. 20 – Respostas obtidas na 5ª questão do questionário final	194
Tabela 4. 21 – Respostas obtidas na 6ª questão do questionário final	195
Tabela 4. 22 – Respostas obtidas na 7ª questão do questionário final	195
Tabela 4. 23 – Respostas obtidas na 8ª questão do questionário final	195
Tabela 4. 24 – Respostas obtidas na 9ª questão do questionário final	196
Tabela 4. 25 – Respostas obtidas na 10ª questão do questionário final	196
Tabela 4. 26 – Distribuição das variáveis existentes nas 3 fases do estudo, em percentagem	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 2.1 – Quatro classes de abordagem comunicativa (in Mortimer & Scott, 2002)	43
Figura 3.1 – Diferentes fases do estudo	75
Figura 3.2 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	83
Figura 3.3 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	84
Figura 3.4 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 3ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	85
Figura 3.5 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	86
Figura 3.6 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	87
Figura 3.7 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 3ª fase do estudo	87
Figura 3.8 – Plantas das salas onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 3ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	88
Figura 3.9 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor C, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	89
Figura 3.10 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor C, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	90
Figura 3.11 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos	90
Figura 3.12 – Questionário sobre como os professores apropriaram as ferramentas de ajuda, distribuído no final da 2ª fase do estudo	93
Figura 3.13 – Questionário final distribuído aos professores no final da 3ª fase do estudo	95
Figura 3.14 – Dados necessários para a elaboração de uma Narração Multimodal (projeto PTDC/CED/66699/2006)	97
Figura 3.15 – 1ª parte da 1ª Narração Multimodal do professor B (1ª fase)	101
Figura 3.16 – Excertos das primeiras Narrações Multimodais dos professores A e B, respetivamente .	102
Figura 3.17 – Aulas das quais se elaboraram NM, nas 3 fases do estudo	104
Figura 4.1 – Dendrograma relativo aos padrões de mediação obtidos na 1ª fase de estudo	120
Figura 4.2 – Excerto do 6º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)	121
Figura 4.3 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	122
Figura 4.4 – Excerto do 7º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)	123
Figura 4.5 – Excerto do 6º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	123
Figura 4.6 – Excerto do 4º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)	124

Figura 4.7 – Excerto do 10º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)	125
Figura 4.8 – Excerto do 7º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	126
Figura 4.9 – Excerto do 3º episódio da 2ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	127
Figura 4.10 – Excerto do 4º episódio da 2ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	127
Figura 4.11 – Excerto do 8º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)	128
Figura 4.12 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	130
Figura 4.13 – Excerto do 5º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)	131
Figura 4.14 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (1ª fase do estudo)	133
Figura 4.15 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (1ª fase do estudo)	134
Figura 4.16 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 1ª fase do estudo, em percentagem	135
Figura 4.17 – Dendrograma relativo aos resultados obtidos na 2ª fase do estudo	151
Figura 4.18 – 1º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	152
Figura 4.19 – 2º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	153
Figura 4.20 – 3º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	153
Figura 4.21 – 4º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	154
Figura 4.22 – 1º excerto do 3º episódio da 4ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	154
Figura 4.23 – 2º excerto do 3º episódio da 4ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	155
Figura 4.24 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	155
Figura 4.25 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	156
Figura 4.26 – 1º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	156
Figura 4.27 – 2º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	157
Figura 4.28 – 3º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	157
Figura 4.29 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	159
Figura 4.30 – 2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	159
Figura 4.31 – 3º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	160
Figura 4.32 – 4º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	160
Figura 4.33 – 5º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	160
Figura 4.34 – 6º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	161
Figura 4.35 – 7º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	161
Figura 4.36 – 1º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	162
Figura 4.37 – 2º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	162
Figura 4.38 – 3º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	163
Figura 4.39 – 4º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	163
Figura 4.40 – 5º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	163
Figura 4.41 – 6º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	164
Figura 4.42 – 7º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)	164
Figura 4.43 – 1º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	165
Figura 4.44 – 2º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	165

Figura 4. 45 – 3º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	165
Figura 4. 46 – 4º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)	166
Figura 4. 47 – 1º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)	166
Figura 4. 48 – 2º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)	166
Figura 4. 49 – 3º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)	167
Figura 4.50 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 2ª fase do estudo, em porcentagem	172
Figura 4.51 – Dendrograma relativo aos resultados obtidos na 3ª fase do estudo	181
Figura 4. 52 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	182
Figura 4. 53 – 2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	183
Figura 4. 54 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	184
Figura 4. 55 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	184
Figura 4. 56 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	185
Figura 4. 57 – 2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	185
Figura 4. 58 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	186
Figura 4. 59 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	186
Figura 4. 60 – 1º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	187
Figura 4. 61 – 2º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	187
Figura 4. 62 – 3º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	187
Figura 4. 63 – 4º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	188
Figura 4. 64 – 1º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	188
Figura 4. 65 – 2º excerto da 2º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)	188
Figura 4. 66 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	189
Figura 4. 67 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor B (3ª fase do estudo)	190
Figura 4. 68 – 1º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)	190
Figura 4. 69 – 2º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)	191
Figura 4. 70 – 3º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)	191
Figura 4. 71 – Excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor C (3ª fase do estudo)	192
Figura 4. 72 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 3ª fase do estudo, em porcentagem	198
Figura 4. 73 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação nas 3 fases do estudo, em porcentagem	207

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

NM – Narração multimodal

Trabalho solicitado ao aluno (TS):

TS-AI – Analisar Informação

TS-ER – Elaborar Resposta

TS-O – Observar

TS-RQ – Responder a Questão

Situação física (T-SF):

T-SF-DD – SF do Dia-a-Dia.

T-SF-MIX – SF Didática

T-SF-MD – SF Modelizada Didaticamente

Modo de apresentação da SF (T-ASF):

T-ASF-D – Descrição

T-ASF-E – Evocação

T-ASF-O – Objetos

Práticas de ensino do professor (TE):

TE-CC – Curto-Circuita

TE-DA – Dispersa-se na Abordagem da Situação Física

TE-DE – Desvaloriza Epistemicamente

TE-E – Estende

TE-EE – Explicita Epistemicamente

TE-I – Ignora Epistemicamente

TE-IME – Introduz Mediador Epistémico

TE-IMS – Introduz Mediador Simbólico

TE-S – Sintetiza

TE-SAA – Solicita Aspectos Adicionais

TE-UME – Utiliza Mediador Epistémico

TE-UMS – Utiliza Mediador Simbólico

TE-VE – Valoriza Epistemicamente

Práticas epistémicas (PE) de Nível 1:

PE1-AIM – Apresenta Ideia Mobilizadora

PE1-ICE – Identifica Condições Empíricas

PE1-I – Interpreta

PE1-IME – Introduz Mediador Epistémico

PE1-IMS – Introduz Mediador Simbólico

PE1-UME – Utiliza Mediador Epistémico

PE1-UMS – Utiliza Mediador Simbólico

PE1-MEF - Manuseia Equipamento de modo Factual

PE1-O – Observa

PE1-OI – Organiza Informação

PE1-QF – Questiona Factualmente

Práticas epistémicas (PE) de Nível 2:

PE2-C – Conceptualiza

PE2-CNA – Comunica Não Autonomamente

PE2-ER – Estabelece Relações

PE2-IME – Introduz Mediador Epistémico

PE2-IMS – Introduz Mediador Simbólico

PE2-MEC – Manuseia Equipamento de modo Conceptual

PE2-MRF – Muda a Representação do Formato

PE2-UME – Utiliza Mediador Epistémico

PE2-UMS – Utiliza Mediador Simbólico

PE2-QC – Questiona Conceptualmente

Práticas epistémicas (PE) de Nível 3:

PE3-AC – Avalia Criticamente

PE3-CA – Comunica Autonomamente

PE3-FH – Formula Hipóteses

PE3-IME – Introduz Mediador Epistémico

PE3-IMS – Introduz Mediador Simbólico

PE3-UME – Utiliza Mediador Epistémico

PE3-UMS – Utiliza Mediador Simbólico

PE3-V – Valida

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do trabalho

O presente estudo teve como ponto de partida a necessidade de levar o professor a entender melhor as suas práticas de ensino, refletir eficazmente sobre elas e melhorá-las no sentido de promover práticas epistêmicas nos seus alunos.

Quando o professor compreende porque age de determinada maneira, em determinadas situações de sala de aula (Doyle, 1990), aumenta o seu conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK – Pedagogical Content Knowledge) e a necessidade de refletir sobre as suas práticas de ensino, promovendo-lhe um melhor conhecimento, não só do “assunto” a ensinar mas também das suas destrezas e atitudes (Sparks & Loucks-Horsle, 1990), consideradas cruciais para o seu desenvolvimento profissional.

Neste contexto, entendemos o desenvolvimento profissional do docente como uma atitude permanente de indagações, formulação de questões e procura de soluções, num modelo que visa a mudança dos processos de aplicação e de reflexão, tanto a nível pessoal e das práticas de ensino, como as suas consequências nas aprendizagens dos alunos (Clarke & Hollinsworth, 2002).

Quando os professores questionam as suas práticas podem enriquecer o seu ensino. Um ponto de partida para este questionamento pode passar pela transcrição das suas aulas para posterior análise e reflexões. Através do diálogo, serão discutidas no sentido de levar os professores a raciocinar, a argumentar e a refletirem em novas possibilidades de ensino (Postholm, 2008).

O recurso a narrações multimodais (NM) (Lopes et al., 2014) como instrumento de recolha e organização de dados para analisar as práticas dos professores é uma mais-valia para esta reflexão e posterior desenvolvimento profissional uma vez que as NM são consideradas instrumentos que, captando também a intencionalidade dos professores, preserva ainda a natureza complexa e holística do ensino e da aprendizagem, permitindo a obtenção de dados reais e úteis (Lopes et al., 2014). Logo, o recurso às NM constitui muito mais do que um relato das ações do professor. Permitem a tomada de consciência de aspetos relacionados com a própria prática, acerca dos quais nunca haviam refletido e que carecem de mudança e de evolução, tendo em vista a melhoria das aprendizagens dos alunos na sala de aula (Lopes et al., 2012), onde o professor será, acima de tudo, um bom mediador em todo o processo de ensino e aprendizagem.

O conceito de mediação, tendo as suas origens nos trabalhos de Vygotsky, tem vindo a sofrer sucessivos refinamentos. Lopes e colegas (2008), numa perspetiva mais alargada, definiram-na como *“as ações e as linguagens (naturais e outras) do professor construídas e postas em prática como resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos seus percursos para atingir os resultados de aprendizagem (capacidades, valores, atitudes, conhecimentos e competências) pretendidas para um determinado currículo”*.

Sendo a aprendizagem da Ciência uma aprendizagem epistémica (Kelly & Duschl, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Kelly, 2005; Sandoval, 2005), há que compreender a Ciência como uma prática social, onde os cientistas negoceiam valores para o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas sendo, tais práticas, inerentemente epistémicas. Estas práticas podem ser consideradas como uma das dimensões da apropriação da linguagem científica na construção do discurso científico (Jiménez-Aleixandre, 2006) que, segundo Kelly (2005), podem ser definidas como as formas específicas em que os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento numa determinada área disciplinar. Ou seja, práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento.

Tendo as práticas epistémicas (PE) a ver como os alunos se envolvem em métodos científicos para construírem o conhecimento científico (Lopes, Cravino e Silva, 2010a, 2010b), é de crucial importância focar a compreensão individual do aluno relativamente a fenómenos, através de pesquisa e desenvolvimento desses mesmos fenómenos, em contexto de sala de aula.

É também consensual na literatura, que o modo como o professor interage no ambiente de sala de aula (Hoadley & Linn, 2000), apresenta e conduz a tarefa proposta aos alunos (Bot et al., 2005), explica o que pretende dos seus alunos (Ramsden, 1991) e apresenta, usa e processa a informação na sala de aula (Tiberghien & Buty, 2007; Lemke, 1990) é determinante na promoção de aprendizagens nos alunos. Além do mais, a articulação entre a tarefa apresentada (trabalho pedido ao aluno, a realizar num determinado tempo, como resposta a uma questão ou a outro pedido) e a mediação do professor, pode ajudar os alunos a mobilizar e a apropriar conhecimento.

1.1.1 Identificação do problema de investigação

Está referido na literatura que o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) é crucial para o desenvolvimento profissional do docente (DP) já que este constitui uma área ampla que inclui qualquer atividade ou processo que tenta melhorar destrezas, atitudes, compreensões ou atuações em papéis atuais ou futuros (Fullan, 1990). É também reconhecida na literatura a importância de um acompanhamento adequado para que a mudança de práticas docentes se produza e que as experiências mais eficazes para tal mudança são as que se baseiam na escola e que se relacionam com as atividades diárias realizadas pelos professores (Villegas-Reimers, 2003).

Todavia, muitas vezes os professores desconhecem o conhecimento que possuem. Ao refletir nas suas práticas o professor toma consciência do seu “eu” profissional, descobre a sua “identidade” profissional, num processo evolutivo de interpretação e reinterpretação de experiências (Beijaard, Meijer & Verloop, 2004), traçando o caminho da sua autoformação, observando-se, refletindo, refazendo a sua prática e tentando aperfeiçoar-se (Lopes et al., 2012). A ideia da prática reflexiva, introduzida por John Dewey no início do séc. XX, continua a ser uma temática atual dada a sua pertinência na formação docente. Por exemplo, prática reflexiva no ensino e na formação de professores (Calderhead & Gates, 1993); análise crítica sobre a reflexão como conceito estruturante na formação docente (Westbury, Hopmann & Riquarts, 2000); ensino reflexivo na formação inicial de professores (Gore & Zeichner, 1991); desenvolvimento profissional dos professores experientes (Zeichner, 2003). Estes estudos (entre outros) realçam a importância da reflexão dos professores (que fica enriquecida pela partilha e reflexão em grupo) sobre as suas práticas e estratégias usadas e, também, sobre as aprendizagens realizadas pelos alunos assim como a sua importância para o seu desenvolvimento profissional (Freire, 2004).

Perante o exposto (e aqui enquanto docente) constato que, regra geral, os professores ou não estão sensibilizados para a importância da reflexão das suas práticas ou então apenas comentam alguns episódios mais críticos, de um modo fugaz, sobre a partilha de ideias, materiais e recursos, a troca de alguns conselhos, que ocorrem geralmente nos intervalos das aulas ou nos corredores da escola, como breves fragmentos de conversas.

Neste contexto surge-nos uma 1ª pergunta: *como poderemos ajudar os professores a sentirem necessidade de refletirem nas suas práticas de ensino?*

Implicando a aprendizagem da Ciência uma aprendizagem epistémica, cujas práticas de aprendizagem envolvam a produção, comunicação e avaliação do conhecimento (Sandoval, 2005; Sandoval & Morrison, 2003; Kelly, 2005; Jiménez-Aleixandre et al., 2008) e tendo estas práticas (epistémicas) a ver como os alunos se envolvem em métodos científicos para construírem o conhecimento científico (Lopes et al., 2010a, 2010b), a mediação do professor assume aqui um papel determinante. Neste sentido, coloca-se-nos uma nova pergunta: *“como podemos usar as reflexões dos professores sobre as suas práticas de ensino de modo a fazer-lhes sentir a necessidade de melhorarem essas mesmas práticas no sentido de promoverem práticas epistémicas nos seus alunos?”*

Neste contexto, transformamos estas preocupações no seguinte problema de investigação:

Como melhorar as práticas de mediação dos professores com impacto nas práticas epistémicas dos alunos, no contexto do desenvolvimento profissional, tomando como referência as práticas de um professor experiente?

1.1.2 Relevância do problema

Este problema não é restrito aos professores das nossas escolas. A mudança de práticas no sentido do desenvolvimento profissional docente (Guskey & Sparks, 2002) a partir da reflexão da sua experiência e da análise sistemática da sua própria prática (Villegas-Reimers, 2003; McNiff, 2013; Beijaard et al., 2004) assim como as suas consequências nas aprendizagens dos alunos (Clarke & Hollinsworth, 2002) faz parte da literatura internacional.

Vários autores consideram esta reflexão como catalisadora de melhores práticas (p.e: pensamento reflexivo (Dewey, 1933); descrição de vários tipos de reflexão (Schön, 1983); ensino reflexivo (Zeichner, 2003); aprendizagem reflexiva (Meng, 2014; Minott, 2010); praticantes reflexivos (Schön, 1987) e práticas reflexivas (Dewey, 1933).

Todavia, para que o professor mude as suas práticas de ensino deve, à partida, sentir a necessidade (querer) melhorar o seu desempenho profissional, assumindo os riscos inerentes às suas inovações educacionais (Harrison et al., 2008), enfrentar a insegurança das novas abordagens (Day, 1999) e refletir acerca da sua prática profissional em cada momento da sua prática de mediação (Schön, 1983). Para tal, o professor tem necessidade de ter conhecimento do que realmente se passou na sua sala de aula, ou seja das suas práticas de ensino diárias porque, de outro modo não consegue refletir eficazmente no que realmente fez na sala de aula nem porque o fez (Lewis, 2004).

É neste sentido que esta investigação assume uma relevância especial.

Um modo eficaz de refletir sobre as suas práticas de ensino é ter essas mesmas práticas documentadas (Lopes et al., 2014). Por isso recorreremos a um instrumento de recolha e organização de dados de sala de aula, denominado de narração multimodal (NM) (Lopes et al., 2014). Esta ferramenta é uma mais-valia nesta investigação pois, além de descrever o que acontece na totalidade da aula, inclui os aspetos que influenciam as decisões do professor, os esforços dos alunos e o trabalho realmente realizado em sala de aula. Difere das outras ferramentas de recolha de dados (subcapítulo 3.4.1) uma vez que preserva a natureza complexa e holística das práticas de ensino; permite verificar (por terceiros) a sua “validade”; permite a comparação entre NM feitas por diferentes pessoas. É assim um documento que permite, além da análise das práticas dos professores, promover-lhes a reflexão e ajudá-los a desenvolverem-se profissionalmente.

As práticas de ensino que promovem aprendizagens mais eficazes nos alunos são aquelas que os envolvem em práticas epistémicas, potenciadoras de aprendizagens mais eficazes (por exemplo: Kelly, Chen, & Crawford, 1998; Crawford, Kelly & Brown, 2000; Kelly & Duschl, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Kelly, 2005; Sandoval, 2005; Lopes et al., 2010a, 2010b; Lopes, Viegas & Cravino, 2010c). Cabe ao professor, através da linguagem utilizada, ajudar a organizar ideias, partilhar e explicitar os problemas, sustentar a discussão e soluções apresentadas pelos alunos e promover o envolvimento dos alunos em práticas desta natureza, que servem de base para a contínua aprendizagem. Consequentemente, a ocorrência dessas práticas está intimamente relacionada com as práticas de ensino potenciadas pelo professor (p.e.: Scott et al., 2006; Crawford et al., 2000; Lopes, Branco, & Jiménez-Aleixandre, 2011; Branco, 2005). Nesta perspetiva a mediação do professor é fundamental. Vários aspetos da mediação estão já estudados: o discurso em sala de aula (Leach & Scott, 2003; Scott et al., 2006); a interação e diálogo em sala de aula (Mazur, 1997; Scott et al., 2006; Shepardson & Britsch, 2006; Polman & Pea, 2001; Hoadley & Linn, 2000); a argumentação (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Simon, Erduran & Osborne, 2006), o ambiente de sala de aula (Valero, 2002; Engle & Conant, 2002; Meltzer & Manivannan, 2002; Jiménez-Aleixandre & Pereiro-Muñoz, 2002); a autonomia dada aos alunos (Pea, 2004; Reiser, 2004); o envolvimento produtivo na disciplina (Engle & Conant, 2002); a contextualização (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Duit, Mikelskis-Seifert & Wodzinski, 2007; Stinner, 1994; Lopes, 2004; Cravino, 2004); como estruturar e problematizar o trabalho dos alunos (Reiser, 2004); práticas epistémicas em aulas de Ciências Físicas (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Reveles,

Cordova & Kelly, 2004; Samarapungavan, Westby & Bodner, 2006); situações formativas (Lopes, 2004); práticas de ensino (Tiberghien & Buty, 2007), entre outros.

O nosso trabalho é, neste sentido, pertinente e relevante. A nossa ideia de investigação é a seguinte: através das NM dos professores envolvidos no estudo, pretendemos fazer um levantamento de práticas de ensino (padrões de mediação) promotoras (ou não) de PE nos seus alunos, tomando como referência as práticas de ensino de um professor mais experiente. Pretendemos ainda (recorrendo às suas NM e a ferramentas de ajuda sobre determinados aspetos da mediação) efetuar um ciclo de investigação-ação completo com outros dois professores para os levar a refletir eficazmente sobre as suas práticas e ajudá-los a desenvolverem-nas no sentido de promoverem mais e melhores PE. Finalmente, avaliamos as práticas de ensino dos professores que mantêm características promotoras de PE para além do tempo do ciclo de investigação-ação.

1.2 Apresentação do estudo

O estudo empírico deste trabalho foi desenvolvido em aulas de CFQ do ensino básico e secundário, em três professores. Por motivos de mudança de escola de dois dos professores envolvidos, o estudo foi efetuado em cinco escolas E.B,2,3/S do Norte do país.

O trabalho que aqui se apresenta enquadrou-se na bolsa de doutoramento, aprovada pela FCT com a referência SFRH/BD/36780/2007 (*“Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores em contexto de ensino de Ciências Físicas – o papel de ferramentas de ajuda”*). Teve a sua origem num Projeto de Investigação sobre a mediação do professor em aulas de Ciências Físicas (Projeto PTDC/CED/66699/2006, (*“Guiding principles and tools for fostering teacher mediation in Physical Sciences’ classes”*)), financiado e aprovado pela FCT, como excelente, supervisionado pelo Doutor Bernardino Lopes (UTAD) e do qual o investigador fez parte. Esta ligação assenta essencialmente na utilização das NM e ferramentas de ajuda produzidas no âmbito do projeto PTDC/CED/66699/2006, com especial relevância da ferramenta número 5 (como promover práticas epistémicas na sala de aula) (Lopes et al., 2012).

Neste trabalho o professor desempenhou unicamente o papel de investigador devido à ausência da componente letiva, concedida pelo estatuto de equiparação a bolseiro.

1.2.1 Enfoque do trabalho

Reconhecendo a pertinência da reflexão sobre as práticas de ensino dos docentes e da necessidade de adaptar as suas práticas letivas no sentido de se desenvolverem profissionalmente, promovendo nos seus alunos práticas epistémicas diversificadas e consistentes, a presente investigação desenvolveu-se em torno da:

- Identificação de padrões de mediação dos três professores envolvidos no estudo (Prof: A, B e C), e posterior análise em termos de promoção (ou não) de práticas epistémicas nos seus alunos tendo como base o que realmente se passa nas suas aulas, recorrendo para isso às suas NM;
- Intervenção junto dos professores A e B no sentido de os levar a refletir sobre as suas práticas de ensino usando as NM construídas pelo investigador. Nesta intervenção são apresentadas e explicadas as ferramentas de ajuda com vista a que, com base nelas, estes professores identifiquem aspetos das suas práticas de ensino que tenham necessidade de melhorar com intuito de promoverem nos seus alunos a ocorrência de práticas epistémicas, tendo como referência as práticas de ensino do professor C. Recorda-se que as práticas de ensino do professor C nos serviram de referência para se poder ajudar de modo mais efetivo os professores em desenvolvimento profissional. Esta intervenção por parte do investigador teve como objetivo o esclarecimento de dúvidas e ocorreu sempre que necessário, num ciclo completo de investigação-ação;
- Análise do papel de ferramentas de ajuda no que concerne à estruturação da sua mediação no sentido de sustentar essas PE ou promover outras, de modo continuado e consistente, assim como promover reflexões promotoras de melhorias das práticas de ensino dos professores promovendo-lhes um desenvolvimento profissional heterodirigido;
- Avaliação da sustentabilidade das práticas de ensino dos professores em desenvolvimento profissional depois do ciclo de investigação-ação.

1.2.2 Questões de investigação

Na tentativa de responder ao problema de investigação, apresentado na secção 1.1.1, este trabalho dividiu-se em três fases que se complementam, pois cada questão de investigação apresentada só é totalmente respondível se tivermos em conta os resultados obtidos nas três fases do estudo.

As questões de investigação formuladas foram as seguintes:

Q1 – *Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos?*

Para respondermos a esta questão recolhemos e organizamos todos os dados julgados pertinentes para a elaboração das NM, de modo a inferir acerca das características de mediação dos três professores intervenientes no que concerne à promoção (ou não) da ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos. Os resultados obtidos na 1ª fase serviram-nos de ponto de partida para as fases seguintes uma vez que, ao não haver qualquer interação pela parte do investigador no sentido de levar os professores a terem cuidado especial com as suas práticas de ensino, deram-nos a conhecer as características reais das suas mediações, em ambiente real das suas aulas (fase avaliativa). Como havia um professor experiente e em contacto com a investigação, era espectável que as suas práticas de ensino tivessem características que favorecessem as práticas epistémicas dos alunos e, por isso, pudessem servir de referência na fase seguinte de investigação-ação com os outros dois professores em desenvolvimento profissional.

Q2 – *Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores, durante o seu desenvolvimento profissional? A que se devem estas alterações?*

Para respondermos a esta questão usamos, como ponto de partida, os dados obtidos na 1ª fase do estudo relativamente aos 3 professores intervenientes (NM). Como já prevíamos, as práticas de ensino do professor C destacaram-se em qualidade das práticas dos professores A e B. Foram estas práticas que nos serviram de referência para suscitarmos nos professores A e B, a necessidade de refletirem sobre as suas próprias práticas de ensino no sentido de as melhorarem nomeadamente no que concerne à promoção de PE nos seus alunos. Apresentamos e explicamos ainda as ferramentas de ajuda a estes professores para que, recorrendo a elas, pudessem melhorar os aspetos das suas mediações considerados necessários para a melhoria das suas práticas de ensino, num ciclo de investigação-ação, tendo em vista o desenvolvimento profissional heterodirigido. Interagimos, sempre que solicitados, no sentido de esclarecer estas ferramentas sem, contudo, interferirmos nas práticas de ensino dos professores para assim podermos inferir de que modo eles as melhoravam para promover PE nos seus alunos. Continuamos a recolher todos os dados julgados pertinentes para esse fim, ou seja, para a elaboração das NM referentes a esta fase do estudo.

Q3 – *Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?*

Para respondermos a esta questão foi necessária uma 3ª fase do estudo com uma recolha de dados efetuada de modo semelhante ao descrito na 1ª fase do estudo, ou seja, sem qualquer interação do investigador nem quaisquer esclarecimentos adicionais (fase avaliativa). A opção de recorrer ao material disponibilizado na segunda fase do estudo ficou ao critério de cada professor. Apenas recolhemos e organizamos os dados julgados pertinentes para inferir acerca das características de mediação dos três professores intervenientes no que concerne à promoção (ou não) da ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos de modo a podermos responder à questão apresentada.

Para responder a esta questão usaram-se todos os dados obtidos nas três fases do estudo.

CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Introdução

Este estudo tem como foco essencial o desenvolvimento profissional do professor, no que diz respeito ao melhoramento das suas práticas de ensino com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos, em ambiente real de sala de aula.

Neste capítulo, dividido em três subcapítulos, apresentamos estudos relacionados com os temas que julgamos serem relevantes para a nossa investigação.

No subcapítulo 2.2 apresentamos estudos relacionados com o desenvolvimento profissional e o seu impacto nas práticas de ensino e na aprendizagem dos alunos uma vez que, tal como Clarke e Hollinsworth (2002), encaramos o desenvolvimento profissional do docente como um conjunto de indagações, formulação de questões e procura de soluções permanentes, num modelo que vise a melhoria de práticas de ensino através da mediação dos processos de aplicação e de reflexão tanto a nível pessoal e das práticas de ensino, como as suas consequências nas aprendizagens dos alunos.

No subcapítulo 2.3 focamos a nossa atenção na melhoria das práticas de ensino dos professores de Ciências Físicas realçando o papel da reflexão, o papel do relato de práticas e o papel dos instrumentos de ajuda. A reflexão porque, além de contribuir fortemente para o desenvolvimento profissional, promove nos professores capacidades criativas e reflexivas que lhes permite melhorar as suas práticas (Bredeson, 2002); o relato de práticas porque permite tomar consciência do que realmente se passou na sala de aula e refletir mais eficazmente no que realmente fez e porque o fez (Lewis, 2004); os instrumentos de ajuda porque nem sempre o professor consegue executar os dois passos anteriores de modo autónomo e isolado. Se estes instrumentos ajudarem os professores na fase de planeamento, execução e autoavaliação das suas práticas de ensino, contribuirão para a melhoria da sua mediação e da qualidade das aprendizagens dos alunos.

No subcapítulo 2.4 abordamos a mediação do professor e as práticas epistémicas dos alunos tendo em conta: a mediação do professor em sala de aula, ou seja, as ações e as linguagens do professor construídas e postas em prática como resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos seus percursos para atingir os resultados de aprendizagem pretendidos por um determinado currículo (Lopes et al, 2012); as práticas epistémicas dos alunos, como atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (Kelly, 2005); o papel das tarefas na mediação do professor na promoção de práticas epistémicas PE

nos alunos uma vez que, se a mediação do professor não for a adequada a todo o potencial educativo de uma tarefa pode ser reduzido ou anulado (Lopes et al., 2010a).

2.2 Desenvolvimento profissional e seu impacto nas práticas de ensino e na aprendizagem dos alunos

As constantes mudanças a nível social exigem aos professores a combinação das suas competências com as suas capacidades de inovação. Logo, durante o seu percurso profissional, os professores têm de passar por diferentes etapas no seu próprio processo de aprendizagem.

Para que os professores consigam dar resposta às novas e complexas situações com que se deparam, têm que estar preparados para fazer aprendizagens ao longo da vida, ou seja, têm de ser “peritos adaptativos”, com uma maior disponibilidade para transformar as suas competências, aprofundá-las e ampliá-las continuamente (Bransford et al., 2005).

Todavia, acontece que, muitas vezes, os professores desconhecem os conhecimentos que possuem. Se, por um lado, as crenças que possuem influenciam a forma como os professores aprendem e influenciam os processos de mudança que os professores possam encetar (Richardson, 1996)), por outro lado, essas crenças não mudam unicamente como consequência de participação em atividades de desenvolvimento profissional, mas sim, quando os professores comprovam, na prática, da utilidade e exequibilidade dessas novas práticas que querem desenvolver (Guskey & Sparks, 2002; Nettle, 1998). Bakkenes, Vermunt e Wubbels (2010), num estudo longitudinal implementado num programa nacional de inovação no ensino secundário, durante um ano, onde 94 professores relataram 6 experiências de aprendizagem usando registos digitais, confirmam a dificuldade destas mudanças. Apesar dos resultados de aprendizagem relatados referirem algumas mudanças no conhecimento, crenças, emoções, práticas e intenções para a prática, a mudança nas práticas de ensino foram relatadas mais raramente.

Parece estar patente que a mudança das práticas do professor só ocorre se ele estiver disposto a mudar e a correr os riscos inerentes às inovações e às inseguranças das novas abordagens (Thompson, 1992; Hargreaves, 1998). Todavia, o desenvolvimento profissional envolve sempre aprendizagem e ocorre quando o professor adquire a capacidade de ver, ouvir e fazer coisas que não fazia antes (Christiansen & Walther, 1986). O próprio termo “desenvolvimento” conota evolução e continuidade. O conhecimento profissional e as práticas de ensino são, pois, fundamentais para o desenvolvimento profissional (Winch, Oancea, & Orchard, 2015).

O desenvolvimento profissional procura assim promover mudanças junto dos professores, para que estes possam crescer tanto profissional como pessoalmente. Ou seja, é o crescimento profissional que o professor adquire como resultado da sua experiência e da análise sistemática da sua própria prática (Villegas-Reimers, 2003), tendo em conta que a melhoria da qualidade das práticas de ensino ao longo da carreira de um professor resulta do aprimoramento da aprendizagem dos seus alunos (Soebari & Aldridge, 2015).

Quando falamos de desenvolvimento profissional dos professores não pretendemos comparar ou justapor a formação inicial dos professores com a formação contínua. Pretendemos relacioná-la com a conceção do professor enquanto profissional do ensino. Tal como Rudduck (1991) referiu, tem a ver com a capacidade do professor em manter a curiosidade dos alunos; em identificar interesses significativos nos processos de ensino e de aprendizagem; em valorizar e procurar o diálogo com colegas mais experientes na análise de situações. Ou seja, vemos o desenvolvimento profissional do docente como uma atitude permanente de indagações, formulações de questões e procura de soluções, num modelo que vise a melhoria de práticas de ensino através da mediação dos processos de aplicação e de reflexão tanto ao nível pessoal e das práticas de ensino como as suas consequências nas aprendizagens dos alunos (Clarke & Hollinsworth, 2002). Todavia, um elevado nível de conhecimento e destreza não se adquire de forma espontânea nem ocorre como consequência do decorrer dos anos. Requerem uma dedicação especial e constante (Bereiter & Scardamalia, 1986) e uma reflexão permanente pois, se o professor não refletir sobre a sua própria conduta, nunca atingirá um pensamento e uma ação próprios de um perito (Berliner, 1986).

Para Bereiter e Scardamalia (1986) os “peritos” possuem uma maior complexidade de competências, uma maior quantidade e uma profunda estrutura de conhecimentos, inter-relacionados e organizados em torno de ideias importantes das suas disciplinas, o que os ajuda a saber quando, porquê e como utilizar o vasto conhecimento que possuem numa situação concreta.

Claramente, todos os professores possuem um conhecimento pedagógico geral relacionado com o ensino (princípios gerais, aprendizagens, alunos, tempos académicos de aprendizagem, tempos de espera, gestão da turma, planificação do ensino e curricular, processos de avaliação...); conhecimento sobre as matérias que lecionam; conhecimento didático do conteúdo (combinação adequada entre o conhecimento da matéria a ensinar e o correspondente conhecimento pedagógico e didático necessário para o fazer) (Morine-Dersheimer & Kent (2003)).

No entanto, o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK – Pedagogical Content Knowledge) vai além do conhecimento do “assunto em si” pois dá uma dimensão do conhecimento do ensino (Shulman, 1986). É todo o processo que melhora o conhecimento, destrezas ou atitudes dos professores (Sparks & Loucks-Horsley, 1990), crucial para o seu desenvolvimento profissional já que este se constitui como uma área ampla que inclui qualquer atividade ou processo que tenta melhorar destrezas, atitudes, compreensões ou atuações em papéis atuais ou futuros (Fullan, 1990).

Não obstante, este processo decorre a longo prazo. Os professores aprendem ao longo do tempo. As experiências são mais eficazes se permitirem que os professores relacionem as novas experiências com os seus conhecimentos prévios. É necessário um seguimento adequado, indispensável para que a mudança se produza. As experiências mais eficazes são as que se baseiam na escola e que se relacionam com as atividades diárias realizadas pelos professores (Villegas-Reimers, 2003). Se, por um lado, o PCK dá conhecimento da representação das matérias, por outro lado, promove a compreensão das dificuldades de aprendizagem e das conceções específicas dos alunos (Shulman, 1986).

No entanto, articular as práticas letivas com os conhecimentos científicos não é uma tarefa linear, seja pelas exigências do tempo disponível, dos currículos ou do desempenho dos alunos. Geralmente, os professores estão muito preocupados em lecionar os conteúdos da maneira mais tranquila e organizada. Todavia, para uma melhor compreensão e valorização das Ciências, esta articulação é crucial. Neste aspeto, o PCK desempenha um papel determinante. Serve como uma estrutura de apoio para os professores menos experientes, no sentido de os ajudar a desenvolver um repertório de respostas, dotando-os de uma maior sensibilidade relativamente às suas práticas de ensino (Grimmet & MacKinnon, 1992).

Relativamente aos conhecimentos dos professores, já em 1999, Cochran-Smith e Lytle apresentaram diferenças entre 3 tipos de conhecimento, tendo em consideração a origem, o processo e o papel dos professores na produção desse mesmo conhecimento. A saber:

- Conhecimento *para* a prática, onde o conhecimento serve para organizar a prática, sendo este um conhecimento formal derivado da investigação universitária, onde a prática tem a ver com a aplicação do conhecimento formal às situações práticas de ensino;
- Conhecimento *na* prática, ou seja, a procura do conhecimento na ação pois pensa-se que o que os professores conhecem está implícito na prática e na indagação e narrativa dessa prática. Pressupõe que o conhecimento emerge da ação, das decisões e dos juízos que os professores

tomam, sendo este conhecimento adquirido através da experiência e deliberação quando os professores têm oportunidade de refletir sobre o que fazem;

- Conhecimento *da* prática, que coloca o professor como investigador e que pressupõe a construção do conhecimento de forma coletiva no interior de comunidades locais, formadas por professores que trabalham em projetos de desenvolvimento da escola, de formação ou de indagação colaborativa.

Logo, para o professor se desenvolver profissionalmente tem de prestar atenção a todos os aspetos da prática. Ou seja, o desenvolvimento profissional é um processo que engloba todas as experiências de aprendizagem que, direta ou indiretamente, contribuem para a qualidade do seu desempenho junto dos alunos, onde o professor revê, renova, desenvolve e amplia os seus compromissos quanto aos propósitos do ensino, ficando enriquecido quando se trabalha em equipa (Day, 1999).

No entanto, e no que concerne ao ensino das Ciências, existem conflitos entre os pontos de vista pessoais da Ciência e do seu ensino, bem como das próprias práticas de sala de aula (Brickhouse & Bodner, 1992) que passam pelas falsas expectativas de motivação dos alunos, pelas insuficientes instalações laboratoriais e pela fraca cooperação entre professores (Powell, 1994).

Para Shulman (1987) o PCK é a base do conhecimento para o ensino uma vez que inclui todas as categorias do conhecimento, desde categorias relacionadas com os conteúdos assim como relacionadas com pedagogias gerais, alunos e suas características, contextos educacionais e fins educativos.

Ainda que o PCK esteja intimamente ligado aos conhecimentos adquiridos pelos professores aquando da sua formação bem como às suas atividades escolares diárias (Beijaard & Verloop, 1996) e possa ser influenciado pelas suas crenças pessoais, bem como pelo contexto em que trabalham (Hoyle & Jonh, 1995), pode sustentar uma base de conhecimento (que embora diferente na sua natureza e conteúdo) e é vital para os conhecimentos já existentes (Verloop, 1992).

Ainda que a conceção do PCK de Shulman tenha vindo a ser ampliada (Marks, 1990; Cochran-Smith, DeRuiter & King, 1993; Fernández-Balboa & Stiehl, 1995), há dois elementos-chave que são unânimes: o conhecimento das representações dos assuntos e a compreensão das dificuldades e conceções específicas das suas aprendizagens, que podem diferir quando os temas lecionados mudam.

Consequentemente, quando se leciona um tema desconhecido há uma maior dificuldade na perceção das preconcepções dos alunos. Quando isto ocorre, o professor apresenta também uma maior dificuldade em seleccionar representações adequadas sobre o assunto e recorre a práticas mais expositivas, colocando principalmente questões de baixo nível cognitivo (Carlsen, 1993). Já os professores mais experientes apresentam uma maior facilidade em lidar com estes assuntos, adotando estratégias de ensino adequadas para esses conteúdos específicos, uma vez que possuem um vasto conhecimento de pedagogia, em geral (Sanders, Borko, & Lockard, 1993). Isto não significa que os professores menos experientes tenham menos conhecimento dos temas a ensinar, apenas têm mais dificuldade na escolha das estratégias mais adequadas para esse fim (Leinhardt & Smith, 1985). Um bom conhecimento dos assuntos a lecionar funciona como um pré-requisito ao desenvolvimento do PCK que se traduz nas formas de representar e formular os assuntos, tornando-os compreensíveis para os alunos (Schulman, 1986).

Deste modo, cremos que as práticas dos professores são determinadas, em grande parte, pelo seu PCK que, por sua vez, é desenvolvido pela sua experiência pedagógica.

Nesta perspetiva, além de se privilegiar uma sólida formação científica, não se devem descurar as dimensões psicológicas, pedagógicas, didáticas, políticas, sociais e morais do ensino (Freire, 2004). Todavia, a formação, só por si, também não é suficiente. Quando os professores são pessimistas em relação às aptidões dos alunos, não acreditam ser possível e, consequentemente, não conseguem suscitar a satisfação intelectual dos alunos. Não obstante, os alunos parecem reagir positivamente quando lhes é proporcionada a oportunidade de refletir mais profundamente acerca de situações do seu dia-a-dia. Além de desenvolverem as suas argumentações, ficam com uma ideia mais clara sobre a Ciência (Viennot, 2006).

Pressupõe-se também que as condições do local de trabalho e da autonomia da escola são factores que não se podem menosprezar quando se fala em desenvolvimento profissional. A escola deve criar condições favoráveis para o desenvolvimento profissional dos professores pois o ensino não pode melhorar se os professores não trabalharem em conjunto. Os incentivos, os desafios, a sustentação e o *feedback*, quando ocorrem em contexto de trabalho de professores, dão-lhes oportunidade de ganharem novas competências, condição essencial para o desenvolvimento profissional (Clement & Vandenberghe, 2000).

Consciente ou inconscientemente, os professores evitam estratégias dialógicas e interativas e optam por colocar questões de resposta direta, evitando as mais complexas (Kelly & Chen, 1999).

A pensar num ensino promotor de pensamento crítico e criativo, os currículos nacionais vêm sendo reformulados no sentido de uma maior adequação à sociedade em que vivemos (Freire, 2005). A reorganização curricular para o ensino básico tem como finalidade um processo de ensino e de aprendizagem coerente. Tende a promover uma abordagem construtivista através de uma aprendizagem contextualizada baseada na perspectiva CTSA, valorizando uma aprendizagem mais ativa do aluno, no sentido de desenvolvimento de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. Contudo, uma implementação de sucesso depende, essencialmente, do professor (Freire, 2005). Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2004), as orientações curriculares dão ênfase ao *quê* se deve ensinar quando a questão essencial passa por saber *para quê* e *como* se deve ensinar, o que torna todo este processo bem mais complexo. Pois, se por um lado há necessidade de ensinar Ciências a todos os alunos, por outro lado, criar novo conhecimento resulta de uma aprendizagem interativa e da troca de conhecimento crítico uma vez que o conhecimento de Ciência pretende ajudar a tomar decisões informadas sobre questões do dia-a-dia, a olhar inteligentemente para o que nos rodeia, a desenvolver pensamento crítico e a tomar decisões e resolver problemas (Freire, 2005). Os conteúdos e a didática não existem separados. No entanto, há diferenças entre o *como* os alunos apropriam a sua aprendizagem e os professores orientam o seu ensino. Ou seja, o *como* e o *quê* os professores ensinam influencia o modo *como* e o *quê* os alunos aprendem (Song, Hannafin & Hill, 2007). Logo, as novas exigências curriculares visam o desenvolvimento de competências consideradas gerais (tais como, saber estudar, resolver problemas, tomar decisões, argumentar, imaginar, cooperar, debater e comunicar), através de metas de aprendizagem onde o aluno deve saber aplicar, associar, caracterizar, classificar, relacionar, concluir, explicar, entre outras constantes nos programas e metas curriculares do Ministério da Educação.

A procura sistemática de novas práticas que visem melhores aprendizagens nos alunos reflete-se, pois, no desenvolvimento profissional do docente. O ensino não é um processo linear de transmissão de conhecimentos. As Orientações Curriculares enfatizam o envolvimento ativo dos alunos em sala de aula bem como a sua avaliação de desempenho. Destes pressupostos ressalta a importância da reflexão dos professores sobre as suas práticas e estratégias usadas e, ainda, sobre as aprendizagens realizadas pelos alunos e a sua importância para o seu desenvolvimento pessoal e social (Freire, 2004).

Os processos de ensino e de aprendizagem tornam-se assim cada vez mais exigentes. Para que o professor acompanhe essas exigências constantes necessita manter-se atualizado e

ter vontade de se desenvolver profissionalmente. Historicamente, o desenvolvimento profissional de professores tem ocorrido de forma isolada e tem sido dependente de “especialistas” (Burbank & Kauchak, 2003). Estes autores estudaram um modelo alternativo para o desenvolvimento profissional, numa pesquisa que envolveu ativamente professores na reflexão profissional, dando-lhes o estatuto de produtores de conhecimento, e reconheceu o seu papel no desenvolvimento profissional e tomada de decisão. Segundo estes autores, são necessárias estratégias para desenvolver capacidades de investigação em colaboração pois, muitas vezes, os produtos destas investigações permanecem nas salas de aula individuais. Os professores envolvidos neste estudo foram ensinados a usar a pesquisa-ação para examinar, analisar e refletir sobre o seu ensino. Os resultados indicam a aceitação geral por novos e experientes professores, com diferenças de desenvolvimento que influenciam o processo. Esta linha de investigação é também apresentada por Lopes (2017). Este autor apresenta uma perspetiva sobre como melhorar as práticas de ensino de Ciências para melhorar a aprendizagem dos alunos, assente num programa de pesquisa que decorreu nos últimos 20 anos, centrado num ambiente de ensino formal. Uma das conclusões desta extensa pesquisa realça a importância dos processos colaborativos entre colegas e investigadores para a melhoria das práticas de ensino em Ciências, com vista ao desenvolvimento profissional docente.

Todavia, para assegurar a viabilidade a longo prazo da pesquisa-ação colaborativa nas escolas, é necessário criar mecanismos para institucionalizar o processo e dar oportunidades estruturadas dentro das escolas e das comunidades escolares para oferecerem o apoio necessário de forma sistemática e sustentada (Burbank & Kauchak, 2003).

O desenvolvimento profissional dos docentes é uma tarefa complexa. Esta complexidade do desenvolvimento profissional está bem patente no artigo de revisão de Avalos (2011). Neste artigo fez-se uma revisão de artigos publicados entre 2000 e 2010, com sínteses de publicações relativas à aprendizagem, facilitação e colaboração, fatores que influenciam o desenvolvimento profissional, bem como questões acerca destes temas. Avalos (2011) apresentou diferentes formas de abordar o desenvolvimento profissional, em torno de diferentes áreas: a aprendizagem de práticas de professores (como aprendem, os esforços que fazem para aprender e como esses esforços se refletem nas mudanças das suas cognições, crenças e práticas); a natureza da aprendizagem do professor e o desenvolvimento profissional (ambiente de escola e sua cultura, modo como os sistemas e políticas educacionais afetam o seu trabalho); o papel da mediação na qualidade da sua aprendizagem (p.e. a facilidade externa oferecida pela colaboração de escolas ou investigadores de universidades ou por outros professores ou

colaboradores nos processos de aprendizagem, redes formais ou informais de ajuda, uso de ferramentas de ensino específicas com fonte para autoanálise e mudança).

Não obstante, independentemente da fase da carreira em que se encontram, os professores sentem necessidade de se desenvolverem profissionalmente. As atitudes e vontades dos professores se envolverem em experiências de desenvolvimento profissional, em diferentes fases da carreira, foi recentemente estudado por Masuda, Ebersole e Barret (2013). Independentemente da fase da sua carreira, os professores consideraram que tudo o que aprenderam deveria ter aplicabilidade na prática docente assim como os conteúdos teriam de ser relevantes para seus próprios contextos de ensino e nível dos seus alunos. O saber como aplicar o que aprenderam e a gestão do tempo para esse fim foi uma das preocupações dos professores com menos tempo de serviço. O tempo foi também referido pelos professores com algum tempo de serviço mas, nestes casos, pela necessidade de partilha entre colegas. Já os professores em fim de carreira valorizaram os recursos digitais que os ajudaram a ligarem-se a outros colegas e trocar ideias com outros professores.

Deste estudo conclui-se também que o desenvolvimento profissional não tem apenas utilidade para os professores com menos experiência, ainda que os professores em início de carreira apresentem mais dificuldades nas suas tomadas de decisões (Cochran-Smith et al., 2012). O desenvolvimento profissional é fundamental durante toda a carreira docente (Richter et al., 2014) pois há diferentes padrões na aprendizagem dos professores, ao longo da sua carreira profissional, nomeadamente no contexto da inovação educacional (Vermunt & Endedijk, 2011). Vermunt e Endedijk (2011) conceberam o padrão de aprendizagem como um conjunto coerente de atividades que os formandos normalmente empregam, suas crenças sobre a própria aprendizagem e sua motivação para a aprendizagem da aprendizagem e concluíram que os professores diferem nos padrões de aprendizagem que adotaram, nomeadamente no que diz respeito à qualidade da aprendizagem dos professores e desenvolvimento profissional no contexto da adaptação à mudança educacional e inovações. Pode supor-se que os padrões de aprendizagem de um professor em início de carreira podem diferir dos de um professor mais experiente mas nem sempre isso acontece.

Alguns estudos recentes também identificaram diferentes padrões de aprendizagem entre professores experientes (Bakkenes et al, 2010; Vermunt & Endedijk, 2011). Por exemplo, Bakkenes et al. 2010) constataram que a maioria dos professores quer usar essas aprendizagens o mas rapidamente possível nas suas aulas. Outro grupo de professores quer saber por que razão as coisas funcionam, dedicando mais tempo aos temas. Um terceiro grupo lutou com a inovação

educacional, muitas vezes por não saberem como ensinar de outra maneira, nem saberem como poderiam aprender sobre o ensino de outro modo (Vermunt, Bakkenes, Brekelmans, et al., 2008).

Saber o que funciona no desenvolvimento profissional foi abordado, por exemplo, por Zepeda (2013), que considerando os modelos de aprendizagem profissional ferramentas para serem usadas, considera que a real aprendizagem ocorre em ciclos de conversação, ações, avaliações e novas ações suportadas através de lideranças intencionais que suavizem pressões e alimentem os professores, e nunca imposto externamente. A aprendizagem é um resultado de interações pessoais. Funciona melhor quando os professores aprendem fora das restrições de grandes grupos, uma vez que pequenos grupos facilitam a comunicação e a aprendizagem; quando são motivados a participar em comunidade, onde o conhecimento criado é compartilhado entre todos os membros; quando existe respeito mútuo entre todos os participantes (Zepeda, 2013).

Independentemente dos modelos adotados, o novo paradigma do desenvolvimento profissional visa o melhoramento do desempenho dos alunos (Kuijpers, Houtveen, & Wubbels, 2010), ou seja, é centrado nas aprendizagens dos alunos, enfatizando um ensino ativo, a avaliação, a observação e a reflexão, ao invés de discussões abstratas (Darling-Hammond, & Richardson, 2009). A eficácia do modelo pode ainda ser avaliada usando as percepções dos alunos em ambiente de sala de aula (Soebari & Aldridge, 2015).

Além disso, existem fortes apelos para que o desenvolvimento profissional seja autodirigido, uma vez que envolvem as melhores práticas, baseadas em evidências (Jagger & Yore, 2012), com foco no domínio da construção do conhecimento e tendo em atenção os aspetos emocionais da aprendizagem (Bolhuis, 2003). O desenvolvimento profissional autodirigido promove um empenho mais efetivo pela parte do professor, levando-o a refletir nas suas práticas e nas aprendizagens que proporciona aos seus alunos, numa aprendizagem reflexiva e numa metodologia de investigação-ação (Meng, 2014; Minott, 2010).

A reflexão das práticas promove ainda a mudança das crenças dos professores relativas ao ensino, principalmente quando essa reflexão ocorre após a prática (Tillema, 2000). Todavia, fica enriquecida quando é compartilhada em experiências de coensino, com planificações e reflexões colaborativas (na ação e sobre a ação), contadas em formato de narrativa e subsequente compromisso com mudanças nas suas práticas e desenvolvimento profissional (Luke & Rogers, 2015).

Também em Portugal, o papel fundamental de refletir sobre as práticas de sala de aula foi estudado por Alarcão (1996) e Serrazina (1998). Tal como é referido por Freire (2004), uma mudança de ênfase no ensino e na aprendizagem, requer que se invista mais na formação de professores no sentido de os levar a refletir em ação e sobre a ação de modo a adequar o ensino aos alunos (tornando-os mais ativos e conscientes do seu papel no processo de aprendizagem) e a criarem a necessidade de aderir a práticas que promovam o seu desenvolvimento profissional.

Com esta investigação pretendemos identificar práticas de ensino de professores e seu impacto nas aprendizagens dos alunos. Pretendemos ainda levá-los a refletir sobre essas mesmas práticas no sentido de lhes promover o desejo de se desenvolverem profissionalmente de modo a envolverem os seus alunos em práticas epistémicas. O desenvolvimento profissional que se pretende que ocorra não será unicamente autodirigido. A intervenção do investigador, a troca de ideias, a partilha de reflexões e as ferramentas de ajuda cedidas proporcionarão também aos professores envolvidos um desenvolvimento profissional heterodirigido como, nas subseções seguintes, se explicará.

2.3 Melhorar as práticas de ensino dos professores de Ciências Físicas

Na secção anterior apresentaram-se estudos onde a reflexão é tida como um factor importante para o crescimento profissional e melhoramento do ensino pois, regra geral, os professores entram na sala de aula com um conjunto de questões para colocar aos seus alunos, no intuito de os preparar para as avaliações finais, fazendo passar os conteúdos constantes nos programas. No entanto, raramente os professores refletem sobre a pertinência dessas mesmas questões e se as mesmas promovem nos alunos aprendizagens significativas. Acontece também que, muitas vezes, os professores desconhecem o conhecimento que possuem. Por vezes, uma pequena ajuda poderá ser determinante na promoção destas reflexões e, consequentemente, na melhoria das suas práticas de ensino. Nesta seção abordaremos o papel da reflexão dos professores, o papel do relato de práticas e o papel de instrumentos de ajuda com vista à melhoria das práticas de ensino dos professores.

2.3.1 O papel da reflexão

A reflexão contribui fortemente para o desenvolvimento profissional gerando oportunidades de trabalho que promovem nos professores capacidades criativas e reflexivas,

que lhes permitem melhorar as suas práticas (Bredeson, 2002). O professor é visto como um prático reflexivo. Alguém que é detentor de conhecimento prévio quando acede à profissão e que vai adquirindo mais conhecimento a partir de uma reflexão acerca da sua experiência. O desenvolvimento profissional é concebido como um processo colaborativo ainda que possa existir espaço para o trabalho isolado e para a reflexão (Villegas-Reimers, 2003). Também as crenças, conhecimentos, expectativas e previsões vão sendo alteradas pela reflexão (Christiansen & Walther, 1986) uma vez que o professor acaba por legitimar teorias quando verifica que ela funciona na prática (Kelchtermans, 1995), ou seja, quando reflete sobre a prática de sala de aula. Nesse sentido há necessidade de refletir previamente sobre práticas anteriores, identificar aspetos que se pretendem melhorar, estruturar o modo como se pretendem alterar esses aspetos, refletir sobre essas ações (individual ou em grupo), modificá-las quando necessário e avaliar as ações modificadas (McNiff, 2013).

Ao refletir nas suas práticas, o professor cria consciência do seu “eu” profissional. Descobre a sua identidade profissional num processo evolutivo de interpretação e reinterpretação de experiências, o que contribui para a perceção da autoeficácia, motivação, compromisso e satisfação no trabalho (Beijaard et al., 2004).

Ao refletir sobre as suas ações de sala de aula, cada professor pode traçar o caminho da sua autoformação, observando-se, refletindo, refazendo a sua prática e procurando aperfeiçoar-se (Lopes et al, 2012). Quando toma consciência, em termos epistémicos, relativamente ao percurso de aprendizagem dos alunos tendo em conta os resultados de aprendizagem pretendidos, pode tomar decisões em tempo real sobre como ajudar os alunos e estruturar o seu trabalho de modo a levá-los a confirmar ou infirmar as suas ideias, procedimentos ou práticas (Lopes et al., 2012).

Nas últimas duas décadas do século passado a reflexão das práticas foi frequentemente associada a investigações sobre as práticas de ensino dos professores, uma vez que vários autores a consideraram como catalisadora de melhores práticas (p.e.: pensamento reflexivo (Dewey, 1933); descrição de vários tipos de reflexão (Schön, 1983); ensino reflexivo (Zeichner & Liston, 2013); aprendizagem reflexiva (Meng, 2014; Minott, 2010); praticantes reflexivos (Schön, 1987) e práticas reflexivas (Dewey, 1933).

Já em 1983, Schön reconhecia que, embora reflitamos sobre várias coisas porque pensamos sobre elas, só há lugar ao pensamento analítico quando há um problema real para resolver. As ideias de Donald Schön foram impulsionadoras da emancipação do professor e do desenvolvimento do seu conhecimento profissional. O professor é alguém que decide, que tem

gosto na aprendizagem e na investigação dos processos de ensino e de aprendizagem. Este autor distingue a reflexão na ação (que ocorre durante a prática), a reflexão sobre a ação (que ocorre depois da prática) e a reflexão sobre a reflexão na ação (que ocorre *à posteriori*). A reflexão sobre a ação promove a consciencialização do conhecimento tácito, a procura de crenças erradas e a reformulação do pensamento. Ou seja, quando se faz uma retrospectiva da ação, se tenta analisá-la e se reconstrói o pensamento (Alarcão, 1996). Já a reflexão sobre a reflexão na ação ajuda na progressão do conhecimento profissional. Nesta fase, o professor olha retrospectivamente para a ação, atribui-lhe significados e permite ainda inferir novos significados para ações futuras (Schön, 1992) o que, em muitos casos, promove a necessidade de melhoramento das suas práticas (Day, 1999).

Para Schön (1983, 1987), a reflexão potencia a compreensão tácita ou a compreensão do comportamento numa situação concreta, o que promove o desenvolvimento de um novo sentido para as situações problemáticas e incertezas, tanto mais variado quanto mais vasto e profundo for o conhecimento que o profissional traz consigo para essa prática.

Também Mezirov (1991) defende ser através da reflexão (no decurso da ação ou após a ação) que, ao interpretamos a experiência do dia-a-dia, refletimos tanto sobre o conteúdo ou descrição de um problema como nas estratégias e procedimentos usados na sua resolução. Shulman (1992) defende que, se não fizermos exames organizados e devidamente disciplinados da nossa experiência, o ensino torna-se meramente uma rotina, com oportunidades mínimas para a aprendizagem e para o crescimento. A reflexão é assim um processo pelo qual os professores estruturam e reestruturam o seu conhecimento prático e pessoal.

Quando as reflexões são colaborativas enriquecem a reflexão individual, contribuindo para a tomada de decisões, compreensão, troca de conhecimento e de experiências das quais podem resultar novas compreensões da situação (Schön, 1987).

A ideia da prática reflexiva já existe, pois, há muito tempo e influenciou grandemente a educação nos EUA, no início do século XX, devido em parte ao livro “*Como pensamos*” de John Dewey. A sua importância na formação docente foi novamente propulsãoada em 1983, quando Donald Schön publicou o livro “*O profissional reflexivo*”. A partir daí multiplicaram-se as investigações sobre esta temática. Por exemplo, prática reflexiva no ensino e na formação de professores (Calderhead & Gates, 2003); análise crítica sobre a reflexão como conceito estruturante na formação docente (Westbury, Hopmann & Riquarts, 2000); o ensino reflexivo na formação inicial de professores (Gore & Zeichner, 1991); no desenvolvimento profissional de professores experientes (Zeichner, 2003).

O ensino reflexivo implica uma constante autoanálise. Envolver professores em práticas reflexivas implica *abertura de espírito*, pois só assim admite a existência de erros e tenta entender novas alternativas; *responsabilidade*, para ponderar cuidadosamente sobre as consequências das suas ações; *empenho*, para conseguir mobilizar os critérios anteriores (Dewey, 1933). Este autor considera a aprendizagem através da reflexão promotora do pensamento crítico e do desenvolvimento profissional dos professores.

Ao refletir sobre as práticas os professores desenvolvem novas maneiras de pensar, de compreender, de agir e de equacionar os problemas da prática, adquirindo uma maior consciencialização quer pessoal quer profissional sobre o que é ser professor (Serrazina, 1998). A abordagem reflexiva, onde a prática é o elemento de análise e de reflexão do professor, valoriza a construção do conhecimento e legitima o valor epistemológico da prática profissional (Vieira, 1995).

O ato de refletir sobre a prática profissional dos professores é considerado um poderoso instrumento de aprendizagem, catalisador do desenvolvimento, já defendido por vários autores (Schön, 1983; Alarcão, 1996; Butler et al., 2004; Gillentine, 2006).

Além disso, a necessidade de os professores refletirem em aspetos mais problemáticos do seu ensino (por exemplo, através das suas histórias de sala de aula) parece ser fundamental para o seu desenvolvimento profissional. A reflexão permite fazer ligações entre a maneira como foi ensinado e as maneiras como se deseja ensinar, permitindo reconstruir e reescrever as nossas compreensões sobre o papel do professor. O autoconhecimento crescente do professor permite compreender melhor os seus esforços e ajuda-o a incentivar os alunos a promover o pensamento crítico (Beattie, 2000).

Outro aspeto que parece promover a reflexão no que diz respeito às suas práticas de ensino é a partilha de experiências e a interação com colegas pois a aprendizagem e o desenvolvimento profissional tornam-se mais efetivos se o professor tiver a oportunidade de refletir em conjunto com os seus pares (Brookfield, 1995; Mitchel, Reilly & Logue, 2009). A ocorrência de momentos de reflexão partilhada com “*amigos críticos*” (Yeigh, 2008) dará ao professor a possibilidade de, em conjunto com eles, encontrar novos caminhos para a sua prática profissional e aumentar o seu conhecimento no âmbito das aprendizagens dos alunos de Ciências Físicas (Lopes et al, 2012).

A relação de amizade estabelecida entre os professores desempenha aqui um papel fundamental pois promove o diálogo genuíno e a empatia e desenvolve a confiança recíproca entre professores (Beattie, 2000), fazendo com que se sintam mais seguros para elaborar críticas

reflexivas das suas experiências e procurar novas práticas (McCotter, 2001). A partilha de experiências com outros colegas requer assim qualidades como empatia, compreensão, tolerância, flexibilidade e outras.

A necessidade de promover processos reflexivos na ação e sobre a ação dos professores, de modo a questionar as conceções sobre o ensino e a aprendizagem que cada um foi construindo durante o seu percurso profissional, é também referido por Freire (2004). Esta autora considera crucial envolver os professores na adoção de estratégias diversificadas de ensino que permitam o desenvolvimento de competências essenciais e promovam a reflexão acerca das estratégias de ensino que melhor se adaptem ao contexto da escola. Este tipo de reflexão pode ser promovido, por exemplo, em oficinas de formação, onde os intervenientes possam refletir e partilhar as suas reflexões em grupo, com professores mais experientes. Primeiro, identificando casos concretos das suas práticas; segundo, trabalhando conjuntamente para identificar os seus ideais pedagógicos; terceiro, estudando maneiras de os por em prática.

Pensar ativamente sobre o ensino na tentativa de reformular práticas implica ajustar novos modos de pensar. Todavia, não nos parece possível impor um estilo de ensino. Apenas se pode tentar que funcione bem e que seja efetivo para os alunos. Também os alunos se tornam aprendizes ativos quando refletem nas suas aprendizagens e se envolvem na coconstrução de estratégias com os professores para terminarem os seus trabalhos académicos. O aluno aumenta a sua autoconfiança, torna-se mais ativo e reflexivo, envolve-se na tarefa e resolve problemas mais eficazmente. Ao refletirem ativamente, os professores autorregulam a sua aprendizagem e constroem novo conhecimento sobre o ensino. Todavia, persistem as dificuldades em promoverem a reflexão nos alunos sem se sentirem pressionados a isso (Butler et al., 2004).

Labrie, Brdarevic e Russel (2000) consideram que muito do conhecimento e das habilidades para ser um bom professor não é efetivamente transmitido em abstrato, ocorre em sala de aula. Ou seja, a reflexão e discussão das práticas são componentes cruciais para articular a experiência com o que deve ser aprendido, contribuindo para identificar e questionar práticas comuns, experimentar e desenvolver novas técnicas que levem a melhores aprendizagens. Quando estes professores se envolveram em processos de reflexão, que partilhavam por *e-mail*, começaram a entender o que faziam bem e onde poderiam melhorar. Consideraram ainda que a reflexão que envolve mais que dois indivíduos é mais profícua. Se, por um lado, permite a obtenção de mais que uma resposta para a mesma dúvida, por outro, a partilha de experiências entre professores de níveis diferentes permite estabelecer diferentes formas de explorar o ensino e a aprendizagem. Entre outros aspetos, estas reflexões ensinou-os a ver onde poderiam ser

mais flexíveis. Concluíram ainda que as observações escritas que elaboravam sobre cada aluno permitiram-lhes adaptar estilos individuais e promover um maior *feedback* tanto com os alunos como com os pais.

Outro modo de promover a reflexão, a partilha de experiências e, consequentemente, o desenvolvimento profissional é através da participação em projetos colaborativos. Um projeto que envolva, pelo menos, um investigador e uma equipa de professores incentiva a reflexão sobre processos de ensino (Postholm, 2008). Isto implica incluir considerações sobre o ambiente de ensino e de aprendizagem, estabelecer relações interpessoais com os participantes e promover abordagens pedagógicas que potenciem e assegurem a criação e partilha de experiências (Moran, 2007). Em comunidade, cria-se a oportunidade de praticar, refletir e usar linguagens e outras ferramentas que guiem e mediem atividades cognitivas (Moran, 2007). Ao compartilhar, a competição é substituída pela colaboração (Beattie, 2000). As relações de amizade e de confiança estabelecidas entre os membros do projeto contribuem para que os professores menos experientes assumam práticas de ensino antes impensáveis. Ao trabalharem em equipa os professores desenvolvem novas ideias, consultam colegas e membros de outras equipas, partilham a análise de documentos, criam novas estratégias de ensino, responsabilizam-se pela partilha, articulam opiniões diferentes, testam as suas ideias e relacionam a teoria com a prática. Moran (2007) constatou que ao se envolverem em reflexões coletivas, questionando, negociando, analisando e documentando-se, participando em ciclos de ensino e de aprendizagem, os professores menos experientes desenvolvem os seus processos de investigação e ficam mais autónomos na tomada de decisões. Acabam por aprender mais sobre o desenvolvimento dos próprios alunos e contribuem ainda para a diversidade de dados que servem para enformar a reflexão, colaboração e participação. Este processo enriquece ainda a qualidade das tarefas (que ficam mais explícitas e ligadas a contextos) e a condução de atividades em sala de aula. Os professores menos experientes adaptam e mudam práticas e planificações. Moran (2007) constatou que ao participarem em projetos colaborativos, os professores começaram a preparar as atividades dos alunos tendo como base as suas experiências prévias. Estas atividades iam aumentando de complexidade de modo a levar os alunos a aprender através de investigações. Todavia, para que o professor mude as suas práticas de ensino deve, à partida, sentir a necessidade (querer) melhorar o seu desempenho profissional, assumindo os riscos inerentes às suas inovações educacionais (Harrison et al., 2008), enfrentar a insegurança das novas abordagens (Day, 1999) e refletir acerca da sua prática profissional em cada momento da sua prática de mediação (Schön, 1983). Apesar de a reflexão das práticas

poder ser um processo individual, e ocorrer informalmente, é enriquecido pela documentação dessa reflexão. Este tema é desenvolvido na subseção que se segue.

2.3.2 O papel do relato de práticas

Ajudar os alunos a colmatar todas as dificuldades sentidas no processo de aprendizagem é o objetivo de qualquer professor. Muitos sentem necessidade em mudar práticas de sala de aula para conseguir atingir esse objetivo. No entanto, isso não acontece de um momento para o outro nem porque há indicações nesse sentido! Atualmente, os professores estão sujeitos a muitas pressões. Mas, as mudanças de práticas requerem um trabalho continuado, com permanentes balanços, reflexões e reajustes que só podem ser realizados momento-a-momento. Contudo, tal como as concepções prévias dos alunos são renitentes à mudança, também as concepções dos professores sobre o ensino são difíceis de mudar. Estas concepções estão fortemente ligadas ao que já se conhece (Freire, 2004). Além do mais parece não haver nenhum tipo de ensino considerado “*ideal*” para resolver todos estes problemas. Qualquer tipo de ensino a adotar pelos professores poderá ser adaptado às características dos alunos e aos seus objetivos de aprendizagem. Isto leva-nos, mais uma vez, a pensar acerca da complexidade do ato de ensinar. Não haverá uma “receita” ideal para ensinar os professores a serem bons professores? Esta mesma questão foi colocada por Lewis (2004) que, na tentativa de compreender as suas práticas, recorreu às suas “histórias de sala de aula”, no sentido de refletir sobre elas e proceder às mudanças consideradas pertinentes para as melhorar. Este autor considera que as nossas histórias apesar de não serem entendidas como um exemplo sistemático de análise de determinadas práticas, nem serem uma revisão de métodos de ensino são uma revisão interpretativa de experiências vividas em momentos de ensino. Ou seja, permitem-nos entender os variados modos de como o ensino pode ser entendido e ter um melhor conhecimento das atividades propostas na aula. Permitem-nos ainda pensar acerca do que realmente se passou (pois dizem respeito às nossas práticas diárias), ajudam-nos a ver de outro modo e promovem mudanças nas nossas práticas de ensino pois, geralmente, no nosso dia-a-dia não conseguimos refletir eficazmente no que realmente fizemos na sala de aula nem porque o fizemos (Lewis, 2004). As nossas histórias não nos dizem apenas quem somos, ou o que fizemos, dizem-nos o que somos capazes de fazer, dão-nos a conhecer as nossas vulnerabilidades e promovem um caminho para explorarmos a lógica das nossas práticas.

Vários autores já estudaram este tema no sentido de aumentar o conhecimento sobre as suas práticas (e.g. Craig, 1997; Rust, 1999; Tillema & Orland-Barak, 2006). Estes autores

verificaram que o “contar histórias” pode ajudar os professores a melhorarem as suas práticas já que facilitam a criação de um determinado tipo de espaço de aprendizagem. Ajudam os professores a verem-se de maneira diferente, a darem sentido às experiências diárias, a estabelecerem ligações entre as suas práticas e as práticas dos colegas e a desenvolverem normas compartilhadas de boas práticas de ensino. Permitem aos professores verem para além do domínio da sua experiência pessoal e desenvolverem a compreensão compartilhada do ensino. Ajuda-os a compreenderem que não estão sozinhos na tentativa de promover aprendizagens eficazes nos alunos e a conseguirem atingir níveis mais altos de realização (Shank, 2006).

Quando os professores questionam as suas próprias práticas podem enriquecer o seu ensino. O ponto de partida para este questionamento pode ser, segundo Postholm (2008) as transcrições das suas aulas e posteriores reflexões que, através do diálogo, serão discutidas no sentido de levar os professores a raciocinar, a argumentar e a refletirem em novas possibilidades de ensino. Ou seja, promover nos professores a necessidade de refletirem antes da ação, nas suas experiências prévias, durante a ação e depois da ação. Ligando a teoria e a prática os professores podem refletir na ação e em ação. Isto indica que devemos refletir durante e depois das ações para as podermos melhorar. Ao não refletirmos nas nossas práticas podemos fazer com que as mesmas se transformem em hábitos e rotinas levando a um ensino mecanicista (Postholm, 2008).

Como já foi referido, as reflexões suportadas em transcrições levam os professores a raciocinar, argumentar e a refletirem em novas possibilidades de ensino (Postholm, 2008). Vários outros estudos focam a mudança de práticas tendo como base a reflexão suportada no ato de narrar. Estas reflexões, para suportarem as mudanças que se pretendem, requerem tempo, disponibilidade e espaços físicos. Mas, os professores têm, regra geral, tempo e espaços físicos insuficientes para colaborarem uns com os outros no sentido de partilharem as suas práticas de ensino. As interações mais comuns, como a partilha de ideias, materiais e recursos, o contar histórias sobre as suas aulas, o trocar conselhos, ocorrem geralmente nos intervalos das aulas ou nos corredores da escola, como breves fragmentos de conversas. Apesar destes constrangimentos, Shank (2006), considera que o ato de narrar pode ajudar os professores a criarem um espaço que promova a aprendizagem colaboradora. Segundo esta autora, um espaço destes fornece aos professores “espelhos” para pensarem sobre as suas práticas e “janelas” para verem novas possibilidades pedagógicas facilitando uma compreensão compartilhada, o que constitui uma boa pedagogia.

Narrar pode ser considerado o primeiro passo para ajudar os professores a refletirem. A narrativa pode ser um método para analisar como os professores constroem as suas experiências e compreendem as mudanças básicas da sua prática profissional (Clemente & Ramírez, 2008). Podem ser consideradas essenciais para compreender e documentar o desenvolvimento profissional dos professores já que, além de espelharem as práticas dos professores, podem servir de base para o ajudar a reconfigurar o seu trabalho (Johnson, 2007).

O uso de narrativas para averiguar como os professores se desenvolvem profissionalmente também foi estudado por Beattie (2000). Este estudo evidencia como os professores examinam os seus conhecimentos prévios e constroem novo conhecimento através de processos de reflexão, de diálogo e de investigação. Através da exploração e partilha de práticas de ensino, da análise de incidentes críticos das suas aulas, dos seus relatos escritos, promoveram nos professores oportunidades para partilhar e para ouvir diferentes pontos de vista e diferentes perspetivas. Quando isso acontece, os professores falam sobre as suas frustrações, dilemas, falhas e dificuldades, assim como das alegrias e sucessos. Assim sendo, consideram-se particularmente úteis em início de carreira e em professores mais inexperientes, assumindo uma maior importância desde o início da carreira do docente, ou seja, durante o estágio pedagógico pois poderão ajudar os professores em início de carreira a gerir melhor as suas inseguranças, ansiedades, depressões e desânimos.

Estudo semelhante foi elaborado por Labrie e colegas (2000). Estes autores analisaram como as reflexões realizadas entre professores mais experientes e outros em início de carreira, durante o ensino e aprendizagem de Física, contribui para o desenvolvimento profissional e exploram o conhecimento tácito (Goodfellow, 2000). A análise autocrítica de histórias de sala de aula, para os professores examinarem como transformaram as suas práticas foi também estudado por Capobianco (2007). Esta autora verificou que com essa autocrítica os professores intervenientes (três professores do ensino superior) sentiram necessidade de promover um ensino mais dinâmico através da promoção de discursos colaborativos entre alunos (onde podiam partilhar as suas questões, ideias e reflexões) e da implementação de mais atividades experimentais ligadas ao mundo real. Já em 1993, Roth tinha sentido essa necessidade. Através de um processo que denominou reflexão em ação refletiu sobre determinados aspetos (incidentes) das suas aulas. Com essa análise mudou o seu conhecimento tácito que lhe serviu para pensar e atuar oportunamente.

Beattie (2000) considera também que as narrativas de histórias são como um primeiro caminho para o pensamento, conhecimento e representação do que se sabe. Promovem a

reflexão através da experiência, a partilha e a reconstrução de novas introspeções, experiências e compreensões. Permitem ainda a construção de significados.

Partilhar incidentes críticos e outras narrativas das nossas histórias (de experiências pessoais) envolve-nos no nosso auto estudo. Interagindo entre pares, planeando ações, refletindo em experiências, tornando o implícito em explícito, comunicando, promove-se, não só uma estrutura para pensar, mas também o conhecimento tácito, a estimulação intelectual e o desenvolvimento profissional (Jellink & Kinnucan-Welsch, 2001).

As narrativas podem ainda ser utilizadas como ferramenta de recolha de dados. Alguns autores utilizaram as narrativas para: compreender o conhecimento prático dos professores (Connely, Clandinin & He, 1997); ajudar a refletir e a mudar atitudes e crenças relacionadas com o processo de ensino, partilhar as próprias experiências no sentido de ajudar outros professores a refletirem e a mudar as suas práticas, explorando novos modos de pensar e de trabalhar (Dallmer, 2004); mostrar como os professores interiorizam o conhecimento contando as “suas histórias” sobre o que acreditam ser um “bom ensino” (Freidus, 1997); como uma ferramenta analítica que influencia as práticas e as interações entre professores e alunos (Milner, 2008). No entanto, Johnson (2001) argumenta que as narrativas fazem parte de um processo construtivo em que os seres humanos interpretam e reinterpretem as suas experiências. Esta posição reconhece que as narrativas, pela sua própria natureza, não são significativas para descrever fenómenos de um modo objetivo, mas sim como compreensões do fenómeno da pessoa que os narra e os interpreta. Assim sendo, as narrativas representam um ponto de vista social mediadas pela experiência humana. Este autor questiona o *status* da veracidade das narrativas do professor através de leituras críticas. Todavia, considera-as úteis na promoção de reflexões profissionais sobre as suas experiências pessoais sendo consideradas o método mais autêntico para compreender o ensino do ponto de vista do professor. Considera mesmo que as narrativas têm poder transformativo. Ou seja, através delas o professor reconcilia o que sabe com o que está escondido, interpreta esses eventos e procura novos significados através das experiências. São assim tidas como um mecanismo para a mudança sistemática no pensamento do professor e da prática da sala de aula, onde sob a guisa do ensino reflexivo, as narrativas transformam os professores nos autores da sua própria aprendizagem e tornam-se essenciais para a formação de professores já que promovem o desenvolvimento profissional.

A veracidade das narrativas é também questionada por McEwan (1997). Este autor que considera a narrativa como uma forma de promover a reflexão crítica de sequências de eventos e sua interpretação, salienta a importância de estarmos sensíveis a aspetos “escondidos” nas

histórias que narramos. Para ele, as narrativas são as “histórias da prática” e representam as “vozes” dos professores. Logo, há que ter consciência de não aceitarmos imediatamente o que aparece numa primeira leitura. Todavia, muitos são os autores que recorreram a instrumentos baseados em narrativas para colecionar dados sobre as práticas de ensino em sala de aula (p.e., Cohen et al., 2013), orientados para a investigação, centrados ou orientados para fenómenos específicos. Por exemplo: vídeos ou gravações de áudio (Kung, Lung & Linder, 2005), diários (Hundhausen, 2002; Stein, Isaacs & Andrews, 2004), *noticing* (Mason, 2002; Tan e Towndrow, 2009) e outros tipos de *account* (Alsop, Bencze & Pedretti, 2005) e narrativas (Clemente e Ramírez, 2008; Craig, 2011; Georgakopoulou, 2006; Kramp, 2004; Labov, 2006; Melville, 2008), ou diários estruturados para registar informações sobre eventos de sala de aula ou interações (Rowan, Camburn & Correnti, 2004).

No entanto, o discurso da Ciência é multimodal (Lemke, 1990). A linguagem verbal oral, linguagem verbal escrita, simbolismo químico, simbolismo matemático, diagrama, gráfico, entre outros, são tipos de sistemas semióticos que Duval (1995) denominou de “registos semióticos” e que, geralmente, ocorrem simultaneamente. Estes registos permitem transformar uma representação em outra e essa conversão permite expressar novos significados do que está sendo representado. Neste sentido, os instrumentos de recolha de dados referidos não captam completamente as características fundamentais do que acontece na sala de aula, como por exemplo, as descrições e as decisões do professor e as suas intenções e contexto, as descrições e os esforços dos alunos e do trabalho efetivo. Também não apresentam um determinado foco e estrutura que permita a comparabilidade mais rigorosa e precisa entre diferentes situações e casos.

Perante estas limitações a equipa de investigação supervisionada pelo Doutor Bernardino Lopes (UTAD), no âmbito do projeto financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), “Princípios orientadores e ferramentas para desenvolver a mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula – *Guiding principles and tools for fostering teacher mediation in Physical Sciences’ classes*” PTDC/CED/66699/2006), sentiu necessidade de elaborar um instrumento para a recolha e organização de dados que denominou de narração multimodal (Lopes et al., 2014).

A elaboração das narrações multimodais (NM) nasceu da necessidade em incluir determinados aspetos que influenciam as decisões do professor, os esforços dos alunos e o trabalho realmente realizado em sala de aula no sentido de permitir a recolha de dados de sala de aula, genuínos e úteis. Ou seja, a narração multimodal é um instrumento que capta a

intencionalidade dos professores, preservando a natureza complexa e holística do ensino e da aprendizagem, permitindo a obtenção de dados reais e úteis, uma vez que reflete a intencionalidade do professor. A mais-valia deste instrumento de recolha e organização de dados que permite analisar práticas de professores, promover-lhes a reflexão e ajudá-los a desenvolver profissionalmente é que reúne 3 critérios que não se encontram simultaneamente nos outros já referidos: (a) preserva a natureza complexa e holística das práticas de ensino; (b) é descritivo do que acontece em termos de ações e conversação sendo verificável, por terceiros, o seu acordo com os diferentes dados primários, (c) permite a comparação entre narrações multimodais feitas por diferentes pessoas, uma vez que tem um protocolo estrito para a sua elaboração (Lopes et al., 2014). Este instrumento, quando devidamente elaborado e validado, é considerado uma ferramenta poderosíssima para a base da reflexão de práticas docentes e posterior desenvolvimento profissional (Lopes et al., 2014).

A investigação sobre a mediação dos professores com recurso às narrações multimodais (Lopes et al, 2010a, 2010b, 2010c), que constituem muito mais do que um relato das ações do professor, permite a tomada de consciência de aspetos relacionados com a própria prática, acerca das quais nunca havia refletido e que carecem de mudança e evolução, tendo em vista a melhoria das aprendizagens dos alunos na sala de aula (Lopes et al, 2014). Todavia, nem sempre o professor, por si só, consegue fazer esta mudança e evolução. Na subseção seguinte apresentar-se-ão algumas ferramentas de ajuda para suavizar esta mudança e ajudar os professores no seu desenvolvimento profissional.

2.3.3 O papel dos instrumentos de ajuda

Recorrendo à NM há a possibilidade de identificar pontos fortes e pontos fracos das práticas de ensino e sua repercussão nas aprendizagens dos alunos. Ou seja, o estudo das práticas de ensino a partir das NM permite identificar características das práticas de ensino relativas às dimensões de mediação pretendidas (Lopes et al., 2010a, 2010b), podendo desempenhar o papel de instrumento de ajuda à mediação do professor (Lopes et al., 2014). Permitem a identificação de padrões de mediação, pela análise do seu conteúdo (Kelly, McDonald & Wickman, 2012) através de codificação e categorização das variáveis em estudo através do *software* NVivo8® e posterior análise de *clusters* (Kaufman & Rousseeuw, 2009), com recurso ao *software* STATISTICA (Statsoft®).

Quando o professor tem conhecimento do que realmente se passou na sua sala de aula, consegue refletir de modo mais eficaz no que realmente fez e porque o fez (Lewis, 2004). Já foi referida a pertinência da reflexão na mudança de práticas dos professores, na subseção anterior. Todavia, para que o professor mude as suas práticas de ensino deve, à partida, sentir necessidade de querer melhorar o seu desempenho profissional, assumindo os riscos inerentes às suas inovações educacionais (Harrison et al., 2008), enfrentar a insegurança das novas abordagens (Day, 1999) e refletir acerca da sua prática profissional em cada momento da sua mediação (Schön, 1983). Contudo, nem sempre o consegue fazer de modo autónomo e isolado. Lopes e colegas (2012) elaboraram um conjunto de ferramentas com a finalidade de ajudar o professor nas fases de planeamento, execução e autoavaliação, contribuindo para melhorar a sua mediação e a qualidade da aprendizagem dos alunos. Estas ferramentas, de fácil interpretação, são um conjunto de indicações que permitem identificar, reconhecer, alterar e melhorar aspetos essenciais de diversas dimensões da mediação, de acordo com a sensibilidade e necessidades dos professores. Todas apresentam estrutura semelhante: introdução; explicitação de cada dimensão da mediação e sua relevância; explicitação das competências que podem ser desenvolvidas; indicações para detetar como a dimensão da mediação considerada está a ocorrer de forma inadequada; sugestões sobre modos possíveis de aumentar a eficácia do ensino na dimensão considerada. Foram elaboradas cinco ferramentas: como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem; como potenciar a aprendizagem através do processo de avaliação e *feedback*; como melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas; como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno realize; como promover práticas epistémicas na sala de aula. Estas ferramentas podem ser usadas em ambientes colaborativos, podendo ser ainda serem usadas de maneiras diferentes e com diferentes funções (Cunha, 2015). Resultados obtidos por Lopes e Cunha (2017), mostram o impacto que estas ferramentas têm na qualidade das práticas de ensino quando se envolvem professores num desenvolvimento profissional autodirigido. Também Branco (2017), tendo como base esta investigação, publicou alguns resultados obtidos que permitem compreender como estas ferramentas de ajudam auxiliam os professores na sua mediação e, conseqüentemente, na qualidade das aprendizagens dos seus alunos traduzidas pela ocorrência de práticas epistémicas frequentes e diversificadas.

A mediação do professor apresenta várias dimensões mas o valor que o professor atribui a cada uma é da sua escolha. Ou seja, cada professor poderá encontrar a sua própria combinação

de dimensões a valorizar, não devendo, contudo, considerá-las isoladamente. Para cada dimensão o professor pode recorrer à ferramenta de ajuda que julgue pertinente para alcançar as aprendizagens preconizadas pelo currículo.

Em suma, a ação de aprender é um processo contínuo. Isto significa que os professores precisam de refletir para tentarem melhorar o seu ensino. A reflexão é como uma ferramenta que os professores usam para examinar a sua aprendizagem e para integrar conhecimento novo que lhes permita desenvolver uma ideia mais complexa do ensino. Serve ainda para identificarem as inconsistências, aprenderem a assumir responsabilidades de ações e de desempenho e “abrir a mente”. É como uma janela que serve para os professores verem as mudanças que ocorreram no seu ensino, lhes permita estarem abertos a outras mudanças e a desenvolverem-se como professores. É uma ferramenta útil na ajuda profissional para identificar incidentes críticos na sua aprendizagem e ajudar a reformular a sua filosofia individual do ensino antes de entrar na sala de aula. O desenvolvimento profissional deve incentivar, entre outras coisas, a colaboração, a reflexão, a partilha e discussões sobre o ensino e a aprendizagem. Mudar é uma parte essencial do desenvolvimento. Para a mudança ser sustentada, os professores devem estar ativamente envolvidos nos aspetos dessa mudança, criando ou aplicando estratégias novas nas suas práticas diárias (Gillentine, 2006).

Em todo este processo as práticas de ensino dos professores têm um papel determinante. A sua mediação é fundamental para o desenvolvimento de práticas potenciadoras de aprendizagens nos seus alunos. Na secção que se segue, esclareceremos este assunto.

2.4 Mediação do professor e práticas epistémicas dos alunos

Por vezes, os professores desconhecem como os alunos percebem o seu ensino (Song et al., 2007) e só sentem necessidade de mudarem as suas práticas se mudarem as suas perspetivas epistemológicas e as suas conceções das práticas que possuem em sala de aula (Franke et al., 1998). No entanto, se os alunos forem motivados para aprender, adaptam mais facilmente as suas conceções, aprendem novas estratégias e ganham novas compreensões concetuais (Song et al., 2007) pois a compreensão do aluno é potenciada pelo seu envolvimento ativo em algo de que gostem.

Além do mais, a aprendizagem de Ciências envolve a aprendizagem de teorias e conceitos, que os alunos não conseguem fazer sozinhos, investigando e experimentando. Há necessidade do professor intervir para promover estas ligações. Sem a introdução dos

professores aos conceitos e planificação de situações para usar os conceitos, há pouca probabilidade disso acontecer (Klassen, 2006). Ou seja, os esforços que o professor faz para ensinar induzem os esforços de aprendizagem dos alunos.

Não obstante, as concepções que os professores possuem do ensino condicionam o modo como implementam as suas práticas (Freire, 2004). Quando o professor tem uma concepção mais tradicionalista do ensino valoriza a transmissão de conhecimentos, assumindo o aluno um papel mais passivo durante o seu processo de aprendizagem que entendem como um aumento de conhecimentos e de reprodução de saberes; quando o professor possui uma concepção de ensino mais construtivista, valoriza a aprendizagem através da experimentação e da investigação (colocada em causa por não dar ênfase à problematização e ao questionamento de resultados), promovendo um ensino que visa o desenvolvimento de competências e de atitudes; quando o professor dá ênfase à dimensão social, valoriza a ligação entre a escola e a sociedade, o desenvolvimento pessoal e social dos alunos e a sua responsabilidade social e cívica, ou seja, valoriza a necessidade dos alunos compreenderem os fenómenos do dia-a-dia e conhecerem as aplicações da Ciência. Isto conduziu a um desenvolvimento na instrução do professor, em que a ênfase deixa de ser a transferência de conhecimento científico mas, essencialmente, a consciencialização do seu próprio conhecimento prático. O papel do professor transmissor de conhecimento começou a ser substituído pelo papel do professor-guia de alunos. No entanto, os nossos autoconceitos são extremamente resistentes à mudança. As mudanças estão relacionadas com as nossas qualidades pessoais, criatividade, confiança, coragem, sensibilidade, poder de decisão, flexibilidade, entre outros fatores.

Na tentativa de elucidar acerca das qualidades essenciais para se ser um bom professor bem como ajudar a ser bom professor, Korthagen (2004) apresentou um modelo que oferece uma estrutura para uma discussão séria destas temáticas. Rejeitou a ideia que as características de “um bom professor” pudessem ser dadas por uma lista de competências. Não só porque considera este método inviável, uma vez que fragmenta o papel do professor, mas também porque há características pessoais e ambientais que influenciam as características dos professores. Além do mais, considera que as qualidades vêm do interior e as competências podem ser adquiridas exteriormente. Por exemplo, uma turma difícil pode influenciar as reações do professor e quando um comportamento é frequentemente repetido tende a estender-se a outras situações. O processo inverso também ocorre. Ou seja, quando se elogia um aluno, esse elogio pode influenciar positivamente a atitude desse mesmo aluno. Além disso, há professores que desenvolveram o seu próprio modo de ensinar aquando do seu tempo de estudantes

independentemente dessas práticas de ensino não serem depois as que aprenderam durante a sua formação. Contudo, as experiências vivenciadas enquanto alunos podem promover a ideia de que o ensino é transmissão de conhecimentos.

Ruprecht (2008), focou a sua atenção nas condições que o professor deve possuir para ser um bom professor. Salientou cinco aspetos que, do seu ponto de vista, são fundamentais para garantir a qualidade na educação: as bases, os professores, o ambiente da escola, os alunos e os objetivos. Não descuidou também os aspetos que considera fundamentais para se ser um “bom professor” e refere como fundamental a disciplina e a autodisciplina, ou seja, o primeiro requisito para um bom professor é ser correto para consigo próprio e para com os alunos.

Então, como podemos nós ajudar a que os professores se tornem “bons professores?” Korthagen (2004) sugeriu que, para além da importância de um ambiente apropriado, exige quatro mudanças interdependentes nos alunos, onde o professor deve atuar: concepções, atitudes, comportamentos e confiança.

As ações e “linguagens” do professor usadas para promover, desenvolver, ampliar ou até inibir as práticas epistémicas dos alunos (Saraiva et al., 2012), constituem importantes “movimentos epistémicos” (Kelly et al., 2012) pois guiam o aluno e ajudam-no a compreender a natureza e a validade do conhecimento produzido (Reiser, 2004). Para que isto ocorra é necessário que o desenvolvimento profissional do docente passe por um refinamento da sua mediação em sala de aula, com vista à promoção de práticas epistémicas nos seus alunos e por uma especial atenção na escolha e implementação das tarefas propostas.

2.4.1 A mediação do professor em sala de aula

De um modo geral, e em vários países, os alunos relatam opiniões críticas relativamente a temas de Ciências em geral e da Física e Química em particular, mais concretamente relacionadas com pedagogias transmissivas e conteúdos que, ao não lhes suscitarem interesse, afasta-os na prossecução de estudos relacionados com Ciências (Lyons, 2006). Neste estudo, Lyons (2006) verifica que estes alunos criticam fortemente o modo transmissivo adotado pelos professores, assumindo mesmo desapontamento por permanecerem sentados a ouvir ou a copiar do quadro, sem terem oportunidade de participarem ativamente na sua aprendizagem. Verifica também que os professores reconhecem recorrer frequentemente ao modo transmissivo, o que justificam quer pela ausência de tempo para gastarem com atividades quer pela pressão sentida na preparação dos alunos para os exames finais. Deste modo, os alunos acabam por considerar que a Ciência é um corpo de conhecimento para ser memorizado, baseado em enciclopédias e

imutável. Todavia, reconhecem-lhe a importância para a sociedade. Apenas não gostam de estudar deste modo já que preferem pedagogias onde tenham a oportunidade de partilhar o conhecimento, usarem a imaginação e serem criativos (Lyons, 2006). Também os professores sentem, regra geral, desejo e necessidade em encontrar abordagens mais interessantes e motivadoras para os alunos, em sala de aula. Não só para tornarem as suas aulas mais apelativas para os seus alunos (Lyons, 2006) mas também porque isso vem manifestado nas sucessivas reorganizações curriculares.

Perceber como as salas de aula de Ciências se podem tornar em ambientes que favoreçam o envolvimento dos alunos nas atividades propostas, tomando a iniciativa e responsabilidade da sua própria aprendizagem e como atuam os professores nestes casos, foi estudado por vários autores (Polman & Pea, 2001; Chin & Chia, 2004; Driver, Newton & Osborne, 2000; Elmesky & Tobin, 2005).

Em 1999, Alonso-Tapia concluiu que quando o professor interage com os alunos dando-lhe autonomia e criando um clima favorável ao envolvimento em sala de aula, ouvindo-os com atenção, pedindo-lhes a explicação das suas respostas, valorizando-as, destacando os elementos positivos das suas respostas, elogiando a qualidade do seu desempenho e dando o tempo necessário para as esclarecer, induz uma intervenção espontânea dos alunos.

O interesse em ambientes de aprendizagem que favoreçam o envolvimento dos alunos potenciando as oportunidades de refletirem e de expressarem os seus pontos de vista durante as discussões foi estudado posteriormente por Engle e Conant (2002) que elaboraram o conceito de envolvimento disciplinar produtivo, ou seja, quando os alunos apresentam progresso intelectual. Através da análise do discurso de sala de aula evidenciam-se as formas de envolvimento que resultam em progresso intelectual, tais como, os modos de participação dos alunos nas diversas atividades propostas, em que proporções essas participações ocorrem, como as diferentes participações dos alunos são tidas em conta pelos restantes. Deste modo, estes autores enumeram seis características que permitem inferir um maior ou menor envolvimento: grande número de alunos fornecem aportes substantivos ao conteúdo discutido; existência de contribuições dos alunos em sintonia com as apresentadas anteriormente pelos colegas; forte e frequente envolvimento; reduzido número de alunos distraídos; alunos atentos uns aos outros; alunos envolvidos nos tópicos discutidos por períodos de tempo longos (Engle & Conant, 2002). Para que este envolvimento seja conseguido, Engle e Conant (2002) propõem quatro princípios orientadores: (a) encorajar os alunos a dar contribuições intelectuais; (b) conceder autoridade aos alunos no sentido de os tornar mais ativos nas suas aprendizagens; (c) conceder

aos alunos responsabilidade para com os outros e com as normas disciplinares; (d) disponibilizar aos alunos os recursos relevantes bem como o acesso a fontes de informação relevantes.

O envolvimento disciplinar produtivo permite seguir o desenvolvimento do aluno na sua aprendizagem, momento-a-momento, de ideias novas e da compreensão, através de ajustes reais, onde o aprender é um processo simultaneamente cognitivo e social (Lopes et al., 2010c) e pode ser favorecido pela forma como o professor articula os discursos, as diferentes aberturas para os pontos de vista dos alunos ao longo das atividades apresentadas nas aulas ou em sequências de aulas (Scott et al., 2006). Ou seja, é produtivo porque promove o progresso intelectual e depende da disciplina, da tarefa e dos tópicos abordados. Nesse sentido, os argumentos dos alunos tornam-se cada vez mais sofisticados. A discussão leva-os a colocar questões novas, reconhecer confusões, ligar ideias novas e projetar algo de novo com vista a um objetivo (Engle & Conant, 2002; Valero, 2002) e a envolverem-se em práticas de construção do conhecimento científico (Berland, Schwarz, Krist, Kenyon, & Reiser, 2016; Mortimer & Araújo, 2014).

Sendo as interações sociais ocorridas nas sucessivas atividades o veículo para a aprendizagem e desenvolvimento permite incluir a aprendizagem no construtivismo social de Vygotsky. Nesta perspetiva, sob a vigilância de um adulto mais experiente, os alunos conseguem resolver problemas de um nível superior ao que eles conseguiriam sozinhos pois há conhecimentos que os alunos conseguem adquirir por eles próprios mas há outros que só podem ocorrer na presença de um indivíduo com mais conhecimentos. Segundo Vygotsky, a aprendizagem situa-se na “zona de desenvolvimento próximo” que representa a diferença entre o que os alunos são capazes de resolver por si próprios e aquilo que eles só conseguem fazer quando orientados por outros mais capazes. Esta zona representa a região do desenvolvimento cognitivo. A construção do conhecimento pressupõe a construção do próprio saber (que tem por base as experiências vivenciadas), a construção de competências (que visa a mobilização destes conhecimentos) e a aquisição de saberes (que visa a apropriação). Nestes processos, as práticas e linguagem dos professores são de crucial importância.

Quando o professor recorre a um discurso científico com uma terminologia não familiar, complexa, abordando conceitos desconhecidos os alunos são levados a pensar na Ciência, em geral, como intelectual, elitista, proibitiva e obscura (Crawford et al., 2000). Os professores que conseguem guiar este discurso, que valorizam a sua exploração e ajudam os alunos a contornar as suas dificuldades e a explorar os conceitos de modo claro e paciente, são valorizados pelos

alunos (Lyons, 2006). Uma vez que a apropriação dos conceitos depende do conhecimento que os alunos possuem do seu meio, ela não ocorre de modo igual para todos os alunos já que os seus conhecimentos e experiências prévias servem de base para o questionamento do fenómeno e para procura de novo conhecimento (Whitelegg & Parry, 1999). Isto implica, necessariamente, uma prática pedagógica diversificada, que reconheça a especificidade de cada grupo de alunos e de cada aluno. Para o professor é importante considerar os conhecimentos como uma produção cultural e social para os mobilizar em situações concretas da prática social e da vida diária pois os conhecimentos só possuem significado coletivo ou individual quando estão em ação e o que os põe em ação é a sua mobilização pelas competências (Korthagen, 2004).

Logo, ao respeitarmos as suas ideias e ao promover-lhes estratégias que os ajudem a refletir potenciamos as suas aprendizagens (Butler et al., 2004), nomeadamente acerca das práticas da construção de conhecimento concetual e processual e do conhecimento que elas produzem (Berland et al., 2016).

Roth (1993), em consequência da reflexão das suas próprias práticas, optou por promover interações que consistiam em fornecer o suporte necessário aos alunos para coordenarem os itens isolados dos seus conhecimentos prévios no sentido de construírem um novo conhecimento mais integrado. Nesta interação, sugeria questões alternativas, explicava como podiam avaliar as suas ideias, encorajava à realização de novas experiências para encontrarem resultados e previsões e a focarem a atenção aos detalhes. Enfatizou ainda a ideia de que são os alunos que têm a responsabilidade de tomar decisões sobre o *focus* da questão e de planificarem as suas experiências disponibilizando os recursos, equipamentos e materiais necessários. Problematicizou e reformulou questões de modo a torná-las mais explícitas. Fez pausas para dar aos alunos a oportunidade de exporem as suas ideias. Com esta forma aberta de ensinar Ciência os alunos assumiram o controlo das suas experiências. O professor, andando de grupo em grupo, interagiu somente quando foi necessário.

Como os alunos não possuem todos os mesmos conhecimentos de base, e tendo em conta que os conhecimentos e as experiências prévias dos alunos servem de alicerce para a construção de novo conhecimento, o professor tem necessidade de adotar práticas de ensino diversificadas, de acordo com as necessidades dos seus alunos. É através da linguagem utilizada que o professor pode ajudar a organizar ideias, partilhar e explicitar problemas.

Quando o professor pede para os alunos discutirem abordagens alternativas para a resolução de problemas, observa que os alunos criam uma variedade de produções interessantes e

inesperadas. Para isso tem que sustentar a discussão e soluções apresentadas pelos alunos, ou seja, deve promover o envolvimento dos alunos em práticas que servem de base para a sua contínua aprendizagem pois o dar continuidade à prática não é suficiente. Dar continuidade à prática dos alunos pode até encorajar o professor a adotar novas técnicas ou atividades mas não leva os alunos a compreender porque é que a prática adotada é necessária e suficiente para o sucesso. Contudo, se o professor compreender porque é que os alunos têm sucesso, como resolvem os problemas, como desenvolvem o seu pensamento e a sua aprendizagem pode-os ajudar a construir novas conceções (Franke et al., 1998). Estes autores pretenderam ilustrar as mudanças efetuadas pelos professores quando começaram a interpretar os pensamentos dos alunos. Realçam o caso de um professor que, optando por não planificar a aula ia colocando problemas, sem qualquer estratégia para seguir. Este professor verificou que os alunos eram capazes de resolver o problema sem instrução explícita, recorrendo apenas a estratégias diversificadas. Durante a resolução dos problemas, este professor ia questionando os alunos acerca do que pensavam. Por vezes respondia a questões que os alunos colocavam, de modo a tornar o contexto mais explícito. Apresentava o problema à turma. Caminhava pela sala, ouvindo as interações entre os alunos que tentavam encontrar uma solução. Através destas interações, os alunos exploravam os seus pensamentos e o professor refletia e comparava os raciocínios. As práticas deste professor só começaram a mudar quando permitiu que os alunos explorassem as suas ideias.

Os processos de discurso de uma sala de aula são, em grande parte, determinados pelo professor. A forma como ele conduz esses processos de discurso relaciona-se com o seu estilo de ensinar.

Na década de 90, adquiriram relevo as teorias de Vygotsky e a Filosofia da Linguagem de Bakhtin, que consideram uma perspetiva sociocultural, voltada para os processos interativos e discursivos do ensino e aprendizagem, contrapondo-se à perceção da aprendizagem como um processo cognitivo autónomo, privilegiadas na década anterior e ancoradas essencialmente numa conceção piagetiana. À luz da Psicologia de Vygotsky e da Filosofia de Bakhtin, a sala de aula é percebida como um ambiente onde se desenvolve um processo essencialmente dialógico.

As interações em sala de aula foram examinadas por Mehan (1979) através de um padrão triádico que identificou como I-R-A (Iniciação do professor – Resposta do aluno – Avaliação do professor) tendo sido o terceiro turno da tríade referida como “*Follow-up*” por Sinclair e Coulthard em 1975, no sentido de promover o prosseguimento da fala do aluno para que

complementasse as suas respostas. O padrão de interação refere-se a modos de alternância de turnos de fala entre alunos e professor, ou mesmo entre alunos em sala de aula.

Em 2006, Scott e colegas ponderam que o terceiro turno da sequência pode servir diferentes funções além da função avaliativa, tais como instigar o aluno a estender a sua resposta, a expor as suas ideias ou mesmo a fazer conexões com ideias de outros alunos. Ao invés dos termos “questões e respostas”, Mehan (1979) considerou mais adequado os termos “iniciação ou licitação e resposta” pois ao professor cabe o papel de iniciar a discussão e avaliar as respostas dos alunos com diferentes propósitos na sequência de ensino (Macedo, 2005). Apesar deste padrão de interação (I-R-A) ter sido percebido como o padrão predominante nas salas de aula, outras variações surgiram posteriormente. Mortimer e Scott (2002) diferenciaram o I-R-P-R-P... e o I-R-F-R-F..., podendo existir tanto em cadeias fechadas (quando finalizada por avaliação final do professor) como em cadeias abertas (quando o professor não faz a avaliação final). Assim, no 1º padrão proposto por estes autores, há uma interação do professor (P) com o aluno, sustentando a sua resposta (R), por meio de intervenções curtas ou repetições, ou seja, o professor assume uma ação discursiva que permite que o aluno dê prosseguimento à sua resposta. No 2º padrão o professor apresenta uma ação de *feedback* (F) no sentido de levar o aluno a perceber se deve ou não reelaborar a sua resposta. Estes padrões são ainda complementados posteriormente (ex: Mortimer et al., 2007); Silva & Mortimer (2007)) por uma síntese final, geralmente após a avaliação (A), na qual são retomadas as ideias-chave discutidas ao longo da cadeia que tanto podem ser fechadas como abertas não vindo, neste caso, a síntese final precedida de uma avaliação. No entanto, quando o professor pretende explorar as ideias dos alunos as cadeias de interação podem ser abertas, com *feedbacks* não avaliativos; quando o professor pretende guiar os alunos no processo de internalizar ideias científicas, as cadeias observadas são cadeias estendidas finalizadas por uma avaliação; quando o professor pretende guiar os alunos na aplicação e expansão do uso da visão científica, além da existência do padrão triádico I-R-A, observam-se cadeias de interação abertas com contribuição de vários alunos (Scott et al., 2006).

Há ainda outros tipos de padrão que envolvem tanta complexidade, como por exemplo os que envolvem iniciação de sequências pelos próprios alunos e trocas verbais entre professor e alunos, que não podem ser reduzidos a padrões de iniciação e resposta. São os padrões denominados genericamente de “trocas verbais”.

O padrão I-R-A, como o tipo de género de discurso ou como o género dominante na sala de aula, é criticado por Elsie Rockwell (2000) que não o considera proveitoso na descrição de géneros culturalmente específicos usados em diferentes tradições de escolarização.

Aspetos não-verbais da comunicação foram também estudados. No livro “*The invisible culture*” de Susan Philips (1983), a autora interessa-se pelas funções não-verbais que acompanham as interações verbais e que regulam a estrutura dessas interações.

A noção do género de discurso, integrado nos movimentos discursivos e interativos que se desenvolve em sala de aula, expressa a necessidade de caracterizar o discurso de sala de aula, buscando entender as suas relações com a construção do conhecimento.

Para Bakhtin (1992), géneros de discurso são tipos relativamente estáveis de enunciados gerados nas diferentes esferas da atividade humana que refletem as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas, pelo seu conteúdo, estilo verbal e construção composicional. Ou seja, caracterizam-se essencialmente pela comunicação verbal e tipos de expressões inerentes mas também pelo significado das palavras sob determinadas circunstâncias. Para Bakhtin, os géneros de discurso são incorporados, na sala de aula, ao longo da conversação entre professor e alunos. Requerem a habilidade do professor para misturar diferentes formas de géneros para construir um ambiente discursivo que possibilite o seu trabalho na sala de aula. Baseando-se nas ideias de Bakhtin, Mortimer e Scott (2002) concluem que aprender Ciências envolve, além da aquisição da linguagem social da Ciência, com os seus termos específicos, o reconhecimento e o uso do género do discurso das aulas de Ciências, o que presume que os alunos percebam como se envolver nas diversas atividades desenvolvidas nas aulas, compreendam as solicitações do professor e dos colegas, entre outros. Ou seja, quando os alunos se apropriam do género de discurso das aulas de Ciências, compreendem e envolvem-se mais eficazmente nos processos interativos e discursivos da sala de aula articulados pelo professor.

Todavia, a definição do conceito “géneros de discurso” é problemática. Maingueneau (2004), aponta como uma dessas dificuldades o privilégio que alguns autores dão a algum tipo de dado ao invés de considerar a diversidade das produções verbais na sua totalidade.

Tendo como principal referência os trabalhos de Bakhtin, Mortimer (2003) propõe uma ferramenta analítica na tentativa de desenvolver uma linguagem para descrever os géneros de discurso nas salas de aula de Ciências e que permita caracterizar como os professores guiam as suas interações resultantes da construção de novos significados. Essa ferramenta é composta por cinco aspetos interrelacionais: intenções do professor, conteúdo do discurso, padrões de

interação, abordagem comunicativa e intervenção do professor. Sob este ponto de vista, os padrões de interação são entendidos pela sua relação com as diferentes intenções do professor em momentos distintos da sequência de ensino e relacionam-se com a abordagem comunicativa que caracteriza o discurso do professor (dialógico ou de autoridade) e com o grau de abertura desse discurso do ponto de vista dos alunos. Mortimer e Scott (2002) propõem quatro classes de abordagem comunicativa, definidas por meio da caracterização do discurso entre professor e alunos ou entre alunos, em termos de duas dimensões:

- Discurso “dialógico – de autoridade”: num extremo “dialógico”, o professor considera as concepções dos alunos e tem em conta os seus pontos de vista. A existência de mais que uma voz e partilha de ideias confere-lhe a natureza dialógica. No outro extremo “de autoridade”, o professor considera apenas o que o aluno diz do ponto de vista científico. Neste extremo apenas é ouvida uma voz, não havendo partilha de ideias.
- Discurso “interativo – não interativo”: nesta dimensão têm-se em conta as interações face-a-face em sala de aula. Sempre que há alternância dos turnos da fala considera-se um discurso interativo. Caso contrário é considerado discurso não interativo.

De acordo com Mortimer e Scott (2002), a combinação destas duas dimensões origina quatro classes de abordagens comunicativas (Fig. 2.1)

Discurso	Interativo	Não interativo
Dialógico	Interativo / Dialógico	Não interativo / Dialógico
De autoridade	Interativo / De autoridade	Não interativo / De autoridade

Figura 2.1 – Quatro classes de abordagem comunicativa (in Mortimer & Scott, 2002)

Todas estas classes estão relacionadas com o papel do professor na condução do seu discurso em sala de aula. Todavia, também são aplicáveis em interações ocorridas entre alunos, como a seguir se exemplifica:

Interativo / Dialógico: professor e alunos consideram e trabalham diferentes pontos de vista. Por ex: exploram ideias, questionam...

Não Interativo / Dialógico: sem interação com os alunos, o professor reconsidera vários pontos de vista, destacando semelhanças e diferenças.

Interativo / De autoridade: com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, o professor conduz os alunos através de sequências de perguntas e respostas.

Não interativo / De autoridade: o professor apresenta ponto de vista específico, sem qualquer interação com os alunos.

Para Mortimer e Scott (2002), o discurso científico assume um carácter de autoridade, que o professor assume quando pretende fazer convergir as ideias dos alunos para as concepções

científicas, tentando assim estabelecer significados inequívocos, que serão incorporados pelos alunos num movimento dialógico, a diferentes vozes. Além do mais, um ensino onde as atividades dos alunos são demasiadamente controladas pelo professor, não dá aos alunos a oportunidade de estes desenvolverem competências já que as experiências de aprendizagem se tornam incompletas ou pouco ricas (Pedrosa de Jesus, Teixeira-Dias & Watts, 2003).

Relativamente às intenções do professor já foi dito que determinam, até certo ponto, as suas *performances* em sala de aula. Estas intenções nem sempre ocorrem como o professor previamente previu. Para Mortimer e Scott (2002), qualquer aula de Ciências envolve três partes fundamentais:

1ª – O professor deve tornar as ideias científicas disponíveis no plano social da sala de aula. Para tal deve envolver os alunos na estória científica, tomar consciência das conceções prévias dos alunos, fazer com que os alunos tomem também esta consciência para depois as confrontarem com as conceções científicas;

2ª – O professor precisa acompanhar os alunos no processo de dar sentido e interiorizar essas ideias, dando-lhes o suporte adequado para que eles desenvolvam significados para os novos conceitos científicos;

3ª – O professor deve dar apoio (suporte) aos alunos na aplicação das ideias científicas e, gradualmente, ir deixando essa responsabilidade aos alunos. Ou seja, nesta fase o professor proporciona oportunidades aos alunos para que eles utilizem as ideias científicas por eles mesmos.

Apesar das diferentes abordagens na caracterização de géneros de discurso há, segundo Charaudeau e Maingueneau (2014) duas orientações principais que, apesar de diferentes estão interligadas: uma mais voltada para os textos (géneros de texto), outra voltada para as condições de produção do discurso (género de discurso).

Mortimer e colegas (2007), referem que a configuração dos géneros de discurso das salas de aula de Ciências leva em conta tanto as interações verbais quanto a forma como o conhecimento é trabalhado ao longo dessas interações dando-se, este último aspeto, por meio de conjuntos de categorias denominadas de categorias epistémicas. Estas categorias representam aspetos característicos dos enunciados produzidos pelo professor com ou sem interação com os alunos, desde os momentos iniciais de sua articulação até os finais em que adquirem uma forma acabada.

Processos de discurso que se traduzem em oportunidades de aprendizagem dos alunos foram estudados por Kelly e colegas (2000). Estes autores, usaram o discurso para examinar

como os professores e os alunos se envolvem em investigações, numa turma da terceira série (*Third grade*). Analisaram, por exemplo, de que modos as estratégias de ensino utilizadas forneciam oportunidades para envolver os alunos em práticas científicas. A atividade consistia na resposta a questões sobre o comportamento de animais do mar, pela observação de um tanque marinho, no sentido de promover a fala dos alunos acerca de resultados anómalos obtidos numa aula experimental de Biologia. Neste contexto, o termo investigação é entendido como atividades de resolução de problemas (“fazer” Ciência) que exigem que seja o aluno a tomar a iniciativa e encontrar uma forma de resolver o problema que lhe foi colocado ou que ele próprio criou. Destacaram quatro estratégias discursivas que obtiveram êxito: fornecer uma lógica / racionalidade para as ações; relembrar experiências prévias; relembrar descrições prévias; identificar a audiência como autêntica. Esta professora, durante as suas aulas, usou estratégias específicas de questionamento para envolver os alunos em diálogos sobre a experiência, conhecimento científico e resultados anómalos. Para tal, solicitava através de questões diretas ou através de votação de diferentes opiniões, informações específicas, ideias dos alunos, descrição de eventos, esclarecimento das falas dos alunos, confirmação e previsões dos alunos. Quando aos alunos era solicitado a descrição de eventos constatou que eles assumiam o papel de “conferencistas”, ou seja, tal como Lemke (1990) havia referido, os alunos “falavam Ciência”.

No seguimento desta pesquisa, Crawford e colegas (2000) focalizam as suas atenções nas ações da professora para promover espaços de discussão e nas investigações iniciadas pelos alunos (de quarta e quinta séries) em condições de incerteza de fenómenos. Neste caso concreto, a atividade consistia na observação da interação entre um caracol e uma anémone, dentro de um aquário. Ao longo desse estudo, os alunos consultaram uma cientista marinha (que ao invés de dar respostas definitivas auxiliava os alunos na elaboração das respostas para que eles próprios tomassem a decisão de intervirem ou não) e organizaram as suas questões baseando-se nas informações que recolhiam. Este tipo de interação criou oportunidade aos alunos para aprenderem sobre Ciências e sobre o trabalho dos cientistas uma vez que, além de elaborarem questões sobre o fenómeno, elaboraram ideias, pesquisaram informação, analisaram fatos e tomaram decisões. Ou seja, promoveu-se uma construção discursiva rica, onde a professora proporcionou um ambiente onde os alunos exploraram a situação apresentada inicialmente e promoveu um maior envolvimento nas atividades propostas. Posteriormente, Crawford (2005) fez uma análise comparativa entre o discurso oral e escrito de um aluno e constatou que, com a exposição oral, o aluno mostrou o conhecimento funcional necessário para explicar o fenómeno

(funcionamento de roldanas) a uma audiência composta pela professora, colegas e cientistas visitantes, recorrendo a diversas estratégias discursivas no sentido de legitimar o seu trabalho perante a audiência. Através do discurso escrito o aluno não conseguiu exprimir toda a riqueza de detalhes que apresentou no discurso oral o que levou a concluir que a possibilidade de utilizar diferentes tipos de discurso possibilita aos alunos demonstrarem os seus conhecimentos de formas alternativas.

Os aspetos não-verbais da interação são estudados por vários autores. Roth e Lawless (2002), por exemplo, defendem que a aprendizagem das Ciências implica fases distintas que envolvem diferentes abordagens do fenómeno, onde as formas mais abstratas de comunicação, tais como a escrita e os símbolos, apenas são usados posteriormente. Neste percurso, cabe ao professor acompanhar os alunos na evolução destes discursos, onde os gestos são considerados uma componente crucial para a transição efetuada.

Os discursos de sala de aula fornecem-nos algumas evidências em como o conhecimento e as práticas de sala de aula são potenciadas através da conversa e das ações diárias dos professores e dos alunos. Quando o professor promove processos de discurso de forma aberta e criativa, cria um ambiente que conduz à exploração dos recursos da Ciência e promove oportunidades para os alunos explorarem a instrução formal da Ciência e a partilharem com os outros colegas, ao seu ritmo (Crawford et al., 2000). Estudos sobre interação da sala de aula mostram como o discurso é fundamental para a aprendizagem dos alunos (Cazden, 1988; Hicks, 1995; Mehan, 1979, citados em Kelly & Chen, 1999) e como o modo de ensinar está relacionado com a forma de aprender (Green & Dixon, 1993; Tuyay, Jennings, & Dixon, 1995, citados em Kelly & Chen, 1999). Os processos de discurso são realizados através das interações entre alunos, professores, textos e outros recursos materiais na tentativa de resolver um problema.

As discussões que englobam a totalidade da turma são consideradas uma ferramenta pedagógica valiosa que são enriquecidas quando os alunos trabalham em pequenos grupos. Usando este formato, os professores oferecem a todos os alunos, mesmo os que não participam na discussão, oportunidades de ouvir as discussões e de aprenderem a falar e a escutar como membros de uma comunidade científica, ou seja, permitindo que a Ciência seja ensinada de uma maneira mais aberta. Usando estratégias particulares para mediar estes discursos, o professor incentiva a participação dos alunos no envolvimento de modos específicos de “falar Ciência”, tais como realizar observações, interpretar, articular diferentes pontos de vista, dar sugestões, fazer escolhas sobre procedimentos, considerar as ideias de outros e alcançar o

consenso, assumindo consequências das suas decisões mesmo perante a incerteza de resultados. Estes procedimentos influenciam a qualidade das discussões construídas pelos alunos enquanto realizam trabalho em grupo. Com este processo, os alunos são incentivados a articular as suas ideias, explicar seu raciocínio, e respeitar as ideias de seus pares (Crawford et al., 2000).

São estas interações discursivas em sala de aula que suportam a aprendizagem do conhecimento científico (Scott et al., 2006) e permitem que a aprendizagem dos conceitos não ocorra de forma isolada nem separada da aprendizagem de práticas usadas na produção desse conhecimento (Duschl & Grandy, 2013).

Estes processos de discurso e os modos como são usados por alunos, professores e cientistas, para além de proporcionarem oportunidades aos alunos para aprenderem conceitos de Ciências explorando resultados anómalos em experiências reais, contribuem também para a construção de normas na sala de aula (Crawford al., 2000). No entanto, apesar de o trabalho experimental oferecer oportunidades para a aprendizagem de fenómenos científicos (ainda que o modo como se conduzem as experiências confinem os conceitos utilizados) constata-se que os alunos mais novos apresentam grande probabilidade em abandonar a experiência quando os resultados não são os esperados. Sendo a aprendizagem sustentada em pesquisa sobre fenómenos do mundo real importante para o desenvolvimento epistémico dos alunos, constata-se ainda uma tendência por parte do professor ao encaminhamento para a “resposta correta” de modo a simplificarem os trabalhos que solicitam. A escassez de experiências que conduzam a pesquisas faz com que os alunos sejam deixados frequentemente sem recursos culturais (como por exemplo compreender os papéis do erro e da incerteza na experimentação) necessários à tomada de decisões científicas e à aprendizagem, o que os leva à apresentação de resultados fraudulentos (Crawford et al., 2000). Todavia, estes “incidentes críticos” poderão ser utilizados pelo professor para elucidar acerca da natureza da Ciência, mostrando que as teorias científicas podem ser mantidas ou negadas através de resultados experimentais (Crawford et al., 2000). Apesar destes constrangimentos, a experimentação assume um papel central na construção do conhecimento científico. Também aqui o discurso de sala de aula assume um papel determinante no envolvimento dos alunos.

Segundo Lyons (2006), quando os conteúdos são usados em contextos do dia-a-dia, preferencialmente ligados a tecnologias, passam a ser alvo de um maior interesse por parte dos alunos que, ao acharem-nos relevantes, motivadores e associados a aspetos das suas vidas diárias, contribuem para entenderem o *porquê* das suas aprendizagens e até para um aumento de alunos que escolhem cursos relacionados com a Física.

Contudo, o sucesso de uma aprendizagem baseada em contextos, apesar de ser apreciada pelos alunos, já que torna a Física mais interessante e compreensível (Whitelegg & Parry, 1999), depende não só do entusiasmo do professor mas também (e essencialmente) do meio social e cultural onde o aluno, o professor e a escola se inserem. Os alunos necessitam dos recursos adequados para interpretar os fenómenos do mundo real e para que a discussão, em sala de aula, ocorra.

Quando se pretende ensinar determinado tópico, numa determinada área, a mediação do professor pode abranger sequências de ensino e de aprendizagem. Vários autores referem o potencial das sequências de ensino e de aprendizagem no ensino e na aprendizagem das Ciências. São, geralmente, tópicos de currículos orientados e implementados durante algumas semanas. As atividades propostas aos alunos desenvolvem ligações em três diferentes categorias: ideias (conceitos, teorias, modelos, crenças, etc.), materiais e evidências.

Para elaborar as sequências há que ter em conta os conceitos que o tema pretende desenvolver e ter em atenção o ponto de partida dos alunos, dos professores, as orientações do currículo e as teorias subjacentes. Buty, Tiberghien e Le Maréchal (2004) realçam a importância: do conteúdo a ser ensinado; da organização dos tempos letivos necessários para o seu ensino coerente, num processo contínuo de aulas ou atividades experimentais; a apresentação, instruções e recursos dados aos alunos; o tipo de intervenção do professor e avaliação. Para Buty e colegas (2004) o professor deve tentar criar condições para intervir o menos possível, o que implica uma intervenção muito bem planeada. Mas, o que acontece na realidade é que o professor tem que intervir mais frequentemente do que deseja para fazer a ponte entre o que os alunos sabem e o que precisam aprofundar. Para este autor, as sequências estão baseadas no sócio construtivismo epistemológico das Ciências. Cada sequência pode ser iniciada com uma tarefa que requeira a previsão de eventos e de argumentação. As previsões dos alunos podem, obviamente, não serem as corretas mas são pertinentes para o processo de ensino e aprendizagem já que podem promover o debate de ideias e sua confrontação. Perante as dificuldades em relacionar as atividades dos alunos durante os processos de ensino e de aprendizagem, com as situações criadas em sala de aula, o processo de ensinar por sequências é uma atividade de pesquisa não somente ligado ao conhecimento novo mas também aos produtos propostos por alunos e professores (Buty et al., 2004).

Com as sequências de ensino promove-se a aprendizagem de conceitos e de procedimentos (Psillos, Tselfes & Kariotoglou, 2004). Quando resultam de compreensões reais, os alunos usam-nas mais eficazmente para explicitar o seu conhecimento, através das interações

sociais com o seu professor ou pares. Simultaneamente, guiam o processo de construção com vista aos resultados pretendidos (Linjse & Klassen, 2004). Proporcionam ainda um modo diferente de guiar os alunos no seu processo de ensino e de aprendizagem, onde todos têm o mesmo ponto de partida e podem partilhar diferentes modos de pensar sobre o mundo. Através de sequências de atividades, iniciadas com a colocação de um problema, os alunos vão gradualmente aumentando o seu conhecimento concetual, uma vez que ao tentarem resolvê-lo vão elaborando e apropriando novo conhecimento. Esta aprendizagem aborda o processo de ensino como um processo com alunos, desenhado com base nos seus recursos concetuais, nas suas experiências e nas suas crenças (Linjse & Klassen, 2004). Ao resolver os problemas das diferentes sequências de aprendizagem promove-se, no aluno, a relação entre diferentes conceitos (Méheut & Psillos, 2004) e desenvolve-se a argumentação e a tomada de decisão, o questionamento e a ocorrência de práticas epistémicas, criando um ambiente que promove a participação dos alunos na construção do seu conhecimento (Jiménez-Aleixandre, Reigosa-Castro & Gallástegui-Otero, 2000).

A eficácia destas sequências, em termos de evolução de conhecimentos, métodos e atitudes, pode ser determinada através de pré e pós testes, mais ou menos estruturados, com grupo de controlo ou não. As sequências permitem também realizar uma análise epistemológica do conhecimento científico dos alunos bem como uma análise psicocognitiva acerca das dificuldades de aprendizagem (Méheut, 2000). Todavia, conceber modelos de ensino que colmatem as dificuldades de aprendizagem não é assim tão linear. Urge pesquisar o que realmente funciona (ou não) e o que pode ser melhorado (Abril & Nardi, 2015; Jiménez-Aleixandre & Brocos, 2015; Morge & Buty, 2014; Sasseron & Duschl, 2016) pois a compreensão científica envolve a compreensão de representações acerca do mundo material em termos de conceitos e modelos.

As sequências de aprendizagem, podem usar outro tipo de problemas mais teóricos, tais como estabelecer relações entre quantidades físicas ou como representar fenómenos diferentes em uma maneira unificada. O objetivo não será a verificação ou refutação de uma teoria mas também a elaboração de modelos instrumentais mais poderosos. Do ponto de vista da modelação, os problemas são úteis para resolver não somente contradições, mas também para desenvolver modelos tão simples e poderosos quanto possível, a fim de explicar fenómenos convenientemente diferentes de um modo unificado que suporte a ação e a previsão. (Méheut & Psillos, 2004). A elaboração de sequências que envolvem os alunos em atividades epistémicas, com a ajuda verdadeiramente necessária do professor, promove a construção dos

seus conhecimentos (Tiberghien, Buty & Le Maréchal, 2005) que será facilitada se os conteúdos forem do interesse do aluno (Duit, 2000).

Em Portugal, a necessidade de alterar o ensino das Ciências também é sentida tanto pelos professores como pelos alunos. Segundo Cachapuz e colegas (2004) há ainda demasiados alunos que não se conseguem entusiasmar pelo estudo das Ciências uma vez que, a não ser pelo objetivo de se saírem bem nos exames, não percebem o porquê de terem de estudar determinados temas. Os problemas sentidos na generalidade, tais como o insucesso e o abandono escolar, colocam novos desafios aos professores. Um destes desafios é tornar o ambiente das suas aulas, que são praticamente preenchidas pela exposição do professor na sua totalidade, num ambiente onde ocorra a observação, a experimentação, a previsão, a dúvida, o erro. Ou seja, que o ensino a pensar nos conteúdos se transforme num ensino que estimule o pensamento crítico e criativo (Galvão, 2001,2002).

O ensinar e o aprender são, pois, dois componentes do ensino e aprendizagem que ocorrem em tempos diferentes (Lopes et al., 2010a). O ato de ensinar passa pela ação do professor. É ele que decide “*como*” quer ensinar. O ato de aprender é um processo social, fomentado pela relação de cooperação, afeto e estímulo existente entre professores e alunos.

Por conseguinte, a escola não pode continuar a desempenhar unicamente o papel de transmissora de informações. A escola atual, direcionada para o desenvolvimento de competências, exige que o professor trabalhe com situações novas e complexas, proponha problemas aos seus alunos não rotineiros e pertinentes e que seja, acima de tudo, um bom mediador.

O conceito de mediação tem as suas raízes no trabalho de Vygotsky que apontava três aspetos complementares referentes à mediação: as atividades que os alunos conseguem fazer individualmente, as interações que estabelecem com os outros e a linguagem utilizada.

A prática de ensino pode, pois, ser concebida como duas dinâmicas que se complementam e influenciam mutuamente: (a) dinâmica de interação com o outro (professor, alunos, pessoas dentro e fora da sala de aula); (b) dinâmica de interação com o objeto epistémico. Nestas dinâmicas tanto o aluno como o professor assumem papéis determinantes. O aluno, na medida em que é ele que aprende; o professor, na medida em que é ele que medeia as aprendizagens (Lopes et al, 2012).

Lopes e colegas (2010b, p. 7) referem que a aprendizagem baseada nas perspetivas socioculturais, sobre a dinâmica de interação com o “outro” através de mediadores (Danish & Enyedy, 2007; Reveles, Kelly & Durán, 2007) é uma aprendizagem mediada (Wertsch, 1991,

1998; Vygotsky, 2001; Reveles et al., 2007; Crossouard, 2009) que também incorpora, além da argumentação na construção do conhecimento científico (Toulmin, 2003), as perspectivas da teoria da atividade histórico-cultural (Engeström, 2001). Estes autores consideram que nesta dinâmica, e no pressuposto de uma construção social adequada aos alunos (Mercer, 2000; Vygotsky, 2001), o professor centra a sua mediação na interação discursiva com os alunos através dos mediadores simbólicos (Mariotti, 2000; Reveles et al., 2007), sendo a aprendizagem que tem lugar na dinâmica da interação com o objeto epistémico através de mediadores trabalháveis e com materialidade (mediadores epistémicos) (Knuuttila, 2005, Magnani, 2004a, 2004b; Nordmann, 2007) uma aprendizagem autorregulada (Anderson, 2006; Richter & Schmid, 2010).

Todavia, apesar de ter um papel determinante na eficácia das aprendizagens por parte dos alunos, a mediação na sala de aula é de natureza complexa.

Após uma revisão exaustiva sobre mediação Lopes e colegas (2010b, p. 4) consideraram que as investigações existentes nesta área são, em geral, de natureza parcelar e fragmentada, referindo algumas dimensões da mediação. No entanto, estes autores realçaram muitos mais estudos existentes nesta temática como, por exemplo, estudos sobre: formas de discurso em sala de aula (Leach & Scott, 2003; Scott et al., 2006); interação e diálogo em sala de aula (Mazur, 1997; Scott et al., 2006; Shepardson & Britsch, 2006; Polman & Pea, 2001; Hoadley & Linn, 2000); aprendizagem baseada em questões (Pedrosa et al., 2005); argumentação (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Simon et al., 2006); ambientes de sala de aula (Valero, 2002; Engle & Conant, 2002; Meltzer & Manivannan, 2002; Jiménez-Aleixandre & Pereiro-Muñoz, 2002); alunos trabalhando com autonomia (Pea, 2004; Reiser, 2004); envolvimento produtivo na disciplina (Engle & Conant, 2002); contextualização (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Duit et al., 2007; Stinner, 1994; Lopes, 2004; Cravino, 2004); competências de modelização (Lopes, 2004; Lopes & Costa, 2007), entre outros. Além destes, vários aspetos específicos sobre a intervenção em sala de aula continuam a alimentar várias linhas de investigação que se revelam bastante promissoras, tais como sobre a modificação de tarefas (Zangori, Forbes & Schwartz, 2015); ferramentas teóricas (Berland et al., 2016); uso de determinados recursos (Zacharia & De Jong, 2014). Lopes e colegas (2010b) consideraram ainda estudos sobre como estruturar e problematizar o trabalho dos alunos (Reiser, 2004); práticas epistémicas em aulas de Ciências Físicas (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Reveles et al., 2004; Samarapungavan et al., 2006); situações formativas (Lopes, 2004) e práticas de ensino (Tiberghien & Buty, 2007), que vieram enriquecer um quadro teórico que consideraram,

necessitar ser ainda mais abrangente e coerente. Para estes autores (Lopes et al., 2010b) a mediação do professor está inserida nas perspetivas socioculturais sobre a dinâmica de interação com o “outro” através de mediadores discursivos (e.g. Danish & Enyedy, 2007; Reveles et al., 2007), nas perspetivas epistémicas e metacognitivas (Richter & Schmid, 2010) e da interação com o objeto epistémico (Knuuttila, 2005; Nordmann, 2006) através de mediadores manipuláveis.

Nesta dinâmica, a mediação pode ser realizada pelo professor tornando presentes os objetos epistémicos, tarefas e sequências de tarefas, mediadores epistémicos e ambientes de aprendizagem de acordo com os desafios de aprendizagem dos alunos e os resultados de aprendizagem pretendidos (Lopes et al., 2012).

Lopes e colegas (2010b; 2012), no âmbito do projeto de investigação já referido, dividiram a mediação do professor em dez dimensões, estando cinco delas ligadas à dinâmica de interação com o objeto epistémico (trabalho realmente solicitado aos alunos; contextos científicos e tecnológicos; práticas epistémicas e/ou axiológicas; informações; consciência do professor e tomada de decisão em tempo real na sala de aula) e as outras cinco com a dinâmica de interação com o outro (conversação na aula; suporte e autoridade concedidos aos alunos; envolvimento produtivo na disciplina; avaliação e *feedback*; aprendizagem induzida).

Tendo em vista um refinamento sucessivo do conceito de mediação do professor, Lopes e colegas (2010,b), pp. 5) definiram-na do seguinte modo: “*As ações e as linguagens (naturais e outras) do professor construídas e postas em prática como resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos seus percursos para atingir os resultados de aprendizagem (capacidades, valores, atitudes, conhecimentos e competências) pretendidos por um determinado currículo*”. Ainda no âmbito do projeto referido (PTDC/CED/66699/2006), e tendo em conta os estudos já referidos sobre este assunto, Lopes e colegas (2008) definiram também o conceito de mediadores (artefactos e/ou símbolos, qualquer que seja o seu suporte ou grau de abstração, com os quais os alunos podem interagir, que permitem a concisão e a compreensão de acordo com o conhecimento prévio dos alunos); de mediadores simbólicos (instrumentos psicológicos da mediação do professor como símbolos ou mais genericamente o discurso que pode ser internalizado, por exemplo, conceitos, analogias e perguntas); e de mediadores epistémicos (artefactos com existência material, trabalháveis e manipuláveis, que permitem a aprendizagem autorregulada como, por exemplo, objetos, simulações e representações gráficas). Estes mesmos autores, constataram ainda que estudos sobre a mediação do professor em aulas de Ciências Físicas, no que diz respeito à promoção de práticas

epistémicas nos alunos (todo o trabalho que o aluno realiza em sala de aula e convenientemente guiado pelo professor, com vista à apropriação e/ou construção do conhecimento científico tendo como referência as práticas científicas), em ambiente real de sala de aula, são ainda escassos.

Após uma revisão exaustiva da literatura a equipa de investigação deste projeto, elaborou uma listagem de práticas de ensino dos professores, explicadas mais detalhadamente no capítulo 3: solicita aspetos adicionais; estende; sintetiza; introduz mediador epistémico; introduz mediador simbólico; usa mediador epistémico; usa mediador simbólico; explicita epistemicamente; valoriza epistemicamente; ignora epistemicamente; desvaloriza epistemicamente; curto-circuita; dispersa-se na abordagem de situações.

Como tal, este enfoque é um dos objetivos desta investigação pois consideramos que um modo eficaz para refinar a mediação do professor é através da reflexão das práticas que utiliza nas suas aulas tendo em conta uma participação mais ativa dos seus alunos nas suas aprendizagens, com a ocorrência de práticas epistémicas consistentes e diversificadas. Este tema é desenvolvido na subsecção que se segue.

Nesta investigação pretendemos verificar como as diferentes dinâmicas discursivas dos professores, as suas práticas de ensino, geram oportunidade de aprendizagens nos alunos em termos de ocorrência de práticas epistémicas.

2.4.2 As práticas epistémicas dos alunos

O termo epistemologia (ramo da Ciência que estuda o conhecimento) pode ser usado de modo diferente por psicólogos e por filósofos. A epistemologia refere-se ao estudo do conhecimento, incluindo questões respeitantes ao que se conhece e a como o corpo de conhecimentos pode ser sistematicamente organizado. Ocasionalmente pode ainda referir-se ao conhecimento e aos corpos de conhecimentos, propriamente ditos (Cook & Brown, 1999).

O interesse crescente de pesquisas em torno de aspetos epistémicos no ensino das Ciências está relacionado com a premissa de que o ensino não se deve restringir apenas à promoção da aquisição de conceitos, procedimentos experimentais e atitudes mas sim possibilitar uma compreensão acerca da natureza da Ciência. Vários estudos, ancorados na Filosofia da Ciência (ex: Brown, 1979; Longino, 1990) e na Sociologia da Ciência, apresentam a Ciência como prática que se sustenta em critérios estabelecidos discursivamente, os quais dão legitimidade aos modos de produção e natureza dos seus conhecimentos, de modo a que estes possam ser avaliados e aceites como tal pela comunidade científica. Vários autores (ex: Kelly

e Duschl, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Kelly, 2005; Sandoval, 2005) enfatizam a ideia de que o processo pelo qual os cientistas geram e validam conhecimentos emerge de compromissos epistemológicos para o que conta como conhecimento em um determinado grupo científico. Assim, a aprendizagem da Ciência implica uma aprendizagem epistémica.

Nesta perspetiva, surgem investigações que visam verificar como aspetos fundamentais do discurso científico são incorporados e expressos pelos alunos quando se envolvem em atividades investigativas em torno de problemas autênticos e da necessidade de envolver os alunos em atividades de sala de aula que lhes permitam aprender sobre Ciência e sobre as práticas científicas (Osborne, 2014).

Kelly e Duschl (2002) examinaram a construção do conhecimento *in situ*, de um ponto de vista empírico, focando-se na aquisição do conhecimento dos alunos. Estes autores definiram práticas epistémicas como “*formas específicas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam ao longo do processo de construção do conhecimento*” (Kelly & Duschl, 2002, p. 19).

Para eles há três instâncias particulares de práticas epistémicas: representar dados, persuadir os pares e observar de um ponto de vista particular. Esta definição foi posteriormente reformulada como “*atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico*” (Kelly, 2008; Kelly & Duschl, 2002; Kelly et al., 2012).

No geral, as práticas epistémicas são definidas como práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (Sandoval, 2005; Sandoval & Morrison, 2003; Kelly, 2005; Jiménez-Aleixandre et al., 2008) e dão ao aluno a oportunidade de desenvolver atitudes positivas sobre a Ciência e o modo como esta se constrói, além de lhes aumentar as suas competências na aplicação do conhecimento científico em contexto de ambiente real de sala de aula (Lopes et al., 2011). Ou seja, a aprendizagem das Ciências pelos alunos é uma atividade epistémica (Berland et al., 2016; Jiménez-Aleixandre & Brocos, 2015; Kelly, 2014).

Segundo Jiménez-Aleixandre (2006), podem ser consideradas uma das dimensões da apropriação da linguagem científica na construção do discurso científico e, segundo Kelly (2005), podem ser definidas como as formas específicas em que os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento num determinado marco disciplinar, ou seja, como “*atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento*” como referido acima. Nesse sentido, uma perceção adequada das práticas dos cientistas reflete-se nas investigações escolares, de modo a que os alunos incorporem aspetos fundamentais em que ancoram as investigações científicas reais, adquirindo

assim uma adequada percepção acerca da natureza da Ciência. Nesta perspetiva, o ensino da Ciência visa possibilitar uma compreensão sobre a Ciência e não apenas a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais, onde o aluno se envolva em práticas sociais e epistémicas, como por exemplo, representar um dado conceito ou fenómeno, construir argumentos, elaborar teorias e modelos, comunicar de diferentes formas (Duschl & Grandy, 2013).

Estes estudos tentam dar a entender como os alunos constroem e justificam os seus saberes, abordando a prática investigativa dos alunos e as suas concepções de Ciência. No sentido de estudar em que nível a *performance* dos alunos exprime as suas concepções de Ciência, Sandoval (2005) introduz os conceitos de “epistemologia prática” e “epistemologia formal”.

O conceito de “epistemologia prática” foi também estudado por Lidar, Lundqvist e Östman (2006) que introduzem ainda o conceito de “movimento epistemológico” para analisar como as atividades de ensino, conduzidas pelo professor, podem ser relacionadas com o “que” e “como” os alunos aprendem. Nessa perspetiva, a “epistemologia prática” corresponde à descrição do que os alunos, em sua prática, contam como conhecimento relevante e os meios relevantes para adquirir tal conhecimento. Os “*movimentos epistemológicos*” são entendidos como os modos pelos quais o professor dá as direções para os alunos sobre o que conta como conhecimento relevante, bem como as apropriadas formas de adquiri-lo. Ou seja, o foco das atenções recai também sobre o discurso do professor uma vez que considera que, em interação com os alunos, o professor apresenta várias ações práticas ou conversacionais que podem ser pensadas de acordo com as suas funções, como epistemológicas.

Para Sandoval (2005), quando os alunos desenvolvem as suas investigações são guiados pelas epistemologias práticas, ou seja, pelas ideias epistemológicas que os alunos aplicam para a sua própria construção do conhecimento científico ao longo das suas investigações. Diferem das “epistemologias formais” ou “científicas” uma vez que estas são definidas como as crenças dos alunos sobre a Ciência profissional ou formal. No entanto, é necessário estabelecer uma ponte entre as epistemologias práticas e formais para entender quais as ideias epistemológicas específicas, que os alunos utilizam para guiar a sua própria prática (Sandoval, 2005).

Todavia, as opiniões (ou crenças) epistémicas dos alunos e professores são difíceis de detetar mas influenciam o modo como os professores ensinam e o modo como os alunos aprendem. Existem diferenças nas crenças epistemológicas dos alunos e dos professores. Estas crenças variam de “ingénuas” a “sofisticadas”. As crenças “ingénuas” indicam que o conhecimento é percebido pela simples e direta reflexão da realidade e não necessita de

explicação. As “sofisticadas” indicam que o conhecimento precisa ser compreendido contextualmente. Para o aluno “ingênuo” o professor é um “*expert*” que explicita, organiza e converte o seu conhecimento com leituras guiadas. O professor, por seu lado, acredita que a sua influência facilita a mudança concetual. No entanto, quando acredita que o conhecimento é complexo e pode ser construído pelo aluno, promove oportunidades ao aluno para explorar e tornar-se num aprendiz orientado (Song et al., 2007).

As crenças dos alunos exigem um esforço suplementar ao professor na sua tarefa de promotor de conhecimento. O professor, para além de sentir necessidade de conhecer as crenças dos alunos (já que estas ideias influenciam o modo de aprender Ciência e limitam as condições para a aprendizagem concetual (Samarapungavan et al., 2006)), sente necessidade de escolher estratégias de ensino que facilitem a aprendizagem e que reconciliem as crenças existentes. Ou seja, é importante examinar como alunos adaptam e acomodam as estratégias de aprendizagem baseadas no conhecimento das suas crenças e nas práticas do professor (Song et al., 2007). Também a renitência à mudança, manifestada tanto por professores como por alunos, é influenciada por estas crenças. Quando o professor acredita que o conhecimento é negociável sente necessidade de mudar (ou adaptar) as suas práticas no sentido de promover nos alunos novas ideias e novas compreensões. Pelo contrário, quando o professor acredita na sua autoridade isso raramente se verifica (Song et al., 2007).

Contudo, apesar de os alunos que usam práticas de inquérito compartilharem muitos dos aspetos das práticas científicas, ainda continuam a mostrar crenças epistemológicas muito ingênuas. Para resolver este paradoxo, Sandoval (2005) sugere que se faça um estudo sobre as ideias (crenças) dos alunos, através de práticas de inquérito que expressem as suas opiniões, no sentido de entender como os alunos desenvolvem as suas crenças epistemológicas para níveis mais sofisticados.

O *status* epistémico dos argumentos dos alunos foram examinados por Kelly e Chen (1999), Kelly e Takao (2002), Takao e Kelly (2003) que focaram o seu interesse nos modos como os dados são coordenados com as considerações teóricas. Posteriormente, e tendo em comum o esquema de níveis epistémicos proposto por Kelly e Takao (2002), Sandoval e Millwood (2005) investigam sobre as estruturas dos argumentos dos alunos. Além do mais, vários autores (p.e. Kelly et al., 1998 Kelly & Duschl, 2002) consideram a prática o mais importante para aprender Ciência pois argumentam que a “Ciência é prática”. Estes autores, cujos estudos são fortemente influenciados pela perspetiva CTS, consideram também que as práticas epistémicas são centrais à produção, à comunicação, e à apropriação do conhecimento.

Todavia, muitos alunos ainda não se envolvem na Ciência como prática uma vez que são incapazes de tomar decisões e promoverem habilidades de reflexão (Sandoval, 2005). Tendo as práticas epistémicas a ver como os alunos se envolvem em métodos científicos para construírem o conhecimento científico (Lopes et al., 2010a, 2010b) é de crucial importância focar a compreensão individual do aluno relativamente a fenómenos, através de pesquisa e desenvolvimento do mesmo, em contexto de sala de aula. Isto requer que os alunos tenham a oportunidade de construir e avaliar argumentos, relatando ideias sobre os fenómenos em questão. Ainda que não se deva ignorar a natureza epistemológica do conhecimento profissional, a pesquisa deve ser amplamente utilizada nas práticas do ensino em Ciências (Bradforth et al., 2015) para melhorar as aprendizagens dos alunos.

As estratégias de ensino que enfatizam o questionar e o desenvolver argumentos científicos, mesmo quando os alunos trabalham em pequenos grupos, promovem oportunidades para a turma toda aprender sobre o discurso científico. Por um lado, porque desenvolve estratégias de argumentação e promove normas de sala aula. Por outro lado, porque proporciona ao professor desempenhar um papel importante na ajuda que presta aos alunos no sentido de desenvolverem habilidades e estratégias necessárias à aquisição deste tipo de discurso (Crawford et al., 2000).

Sandoval (2005) considera que o desenvolvimento de diversas formas de argumento, promovidas pelas práticas de inquérito, potencia a possibilidade de os alunos se envolverem em *práticas investigativas* e potencia a possibilidade de os alunos promoverem crenças epistemológicas mais sofisticadas. Neste processo há dois aspetos que podem ser explorados para descobrir as epistemologias práticas dos alunos: os *artefactos* que os alunos criam para os seus inquéritos e os *discursos* que devem ter para construir e avaliar esses artefactos (Sandoval, 2005).

Estudos de aulas de Ciências baseadas em atividades investigativas, onde os alunos trabalham colaborativamente e são encorajados a resolverem problemas foram também realizados por Scott e colegas (2006). A capacidade de alunos mais jovens questionarem, planearem, implementarem, concluírem e informarem resultados, fica mais enriquecida com a orientação do professor pois, quando os alunos têm uma experiência limitada em Ciências, requerem instruções mais explícitas e um maior suporte pela parte do professor para se envolverem no processo de construção de significados e, gradualmente, desenvolverem habilidades nos processos investigativos (Cuevas et al., 2005).

A construção do conhecimento científico é uma atividade epistémica na qual são relevantes os critérios acerca de que conhecimento é aceitável (Jiménez-Aleixandre, 2006). O conhecimento científico é diferente dos outros domínios porque, entre outros aspetos, os enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias não constituem meras opiniões mas sim são sustentadas com provas e/ou dados empíricos (Jiménez-Aleixandre, 2006). Assim, para se apropriar o conhecimento científico é necessário adquirir a capacidade de relacionar dados empíricos e enunciados teóricos e, a partir disso, obter conclusões.

A investigação (*inquiry*) é o processo de fazer Ciência, é o caminho para organizar uma atividade, possibilitando aos alunos formular e responder às questões. Para Sandoval há duas razões fundamentais para que se desenvolva a investigação na educação em Ciência: um entendimento da estrutura epistemológica da investigação ajuda os alunos a interpretar e fazer afirmativas provenientes de várias fontes (razão instrumental); o desenvolvimento de uma sofisticada epistemologia da Ciência permite a compreensão da natureza do conhecimento científico e a interpretação de significados de novas afirmações científicas (razão social). Para este autor, o desenvolvimento da epistemologia formal pode ser feito a partir da produção, comunicação e avaliação da Ciência, ou seja, de um conjunto de práticas epistémicas. Nesta perspetiva, a Ciência escolar é compreendida como uma prática social, onde os alunos constroem e negociam valores para elaborarem questões, métodos e respostas adequadas.

O processo de construção de significados foi também estudado por Jiménez-Aleixandre e Reigosa (2006). Estes autores usam o conceito de “práticas de contextualização” na análise da atuação de alunos ao longo de uma atividade investigativa realizada por 4 alunos do 10th grade, no decorrer da resolução de tarefas-problema numa aula de laboratório de Química. Neste estudo, os autores focalizam a sua atenção no modo como os conceitos são tomados pelos alunos enquanto conceitos teóricos e evoluem, ao longo da atividade, para decisões e ações práticas. Nesse sentido há uma análise combinada com um foco epistemológico através do qual são analisados os *status* epistémicos das práticas de contextualização observadas.

A contextualização destas práticas pode moldar a exploração da construção de significados de modo a mudar o ambiente da sala de aula. Um obstáculo epistemológico pode ser o grau de abertura da tarefa. Quando os alunos ligam os conceitos ao contexto estão a desenvolver práticas epistémicas pois isso envolve a coordenação de dados com a teoria, com as representações e transformações bem como reagir perante dados anómalos. A colocação de um problema ativa a mobilização dos conhecimentos já adquiridos, estimula a procura de novos conhecimentos e articula-os. Para isso, é indispensável contextualizar os conhecimentos, os

problemas e as atividades. O conhecimento não contextualizado não é significativo para o aluno e, portanto, não é passível de aprendizagem (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006).

As formas de discurso consideradas mais encorajadoras para os alunos formularem questões perspicazes sobre Ciências são: discussões guiadas pelos professores, discussões envolvidas em investigações iniciadas pelos alunos e discussões de alunos em pares (Van Zee et al., 2001). Relativamente às questões dos alunos, verifica-se que estes questionam quando são convidados a fazê-lo, quando o professor cria ambiente adequado para esse efeito, quando trabalham em pequenos grupos sem a presença do professor ou então quando a discussão envolve contextos familiares (Van Zee et al., 2001). No que concerne ao questionamento do professor, e quando este tem como objetivo promover o entendimento concetual, as questões colocadas pretendem fazer recordar conhecimentos anteriores que sirvam de base à construção dos conceitos pretendidos (Van Zee et al., 2001).

Estas práticas refletem a atividade na sala de aula e ajudam a inferir acerca do modo como os alunos interpretam os objetivos das atividades propostas. Englobam o processo de responder a questões, criar ou seguir estratégias, produzir dados, analisar e interpretar esses dados, concluir, comunicar conclusões e criar novas questões. De um modo mais geral, podem ser entendidas como qualquer atividade ou conjunto de atividades que os alunos executam para dar seguimento a uma investigação ou uma resposta a uma questão. Pode não se assumir que os alunos tenham que criar uma questão mas assume-se que têm grande responsabilidade na aquisição e interpretação dos dados para responderem à questão colocada (Sandoval, 2005). Do ponto de vista epistemológico, estas práticas são um modo de “fazer Ciência”, do ponto de vista institucional é o modo como se organiza a atividade de sala de aula (Sandoval, 2005).

Na nossa investigação pretendemos focar as práticas dos alunos, promovidas pela mediação do professor, que potenciem as suas aprendizagens e promovam a construção dos seus conhecimentos. Ou seja, as práticas epistémicas utilizadas pelos alunos na resolução de um problema ou tarefa para a qual necessitem mobilizar conhecimentos prévios e usar determinados procedimentos tais como a descrição, representação, previsão, entre outros (Lopes et al., 2011).

As práticas epistémicas estão relacionadas com o trabalho do aluno em determinado tipos de práticas para construir o conhecimento científico e tecnológico, tendo como referência as práticas científicas e tecnológicas no contexto da sua produção. Esta caracterização usa fundamentos epistemológicos que surgem a partir da análise, em contexto mais amplo, da

produção científica (Kelly et al., 2000; Kelly & Chen, 1999; Kelly & Crawford, 1997; Reveles et al., 2004).

Jiménez-Aleixandre e colegas (2008) apresentam uma ferramenta analítica que tenta descrever tanto as práticas epistémicas (Kelly, 2005) dos alunos, como as ações do professor ao interagir com eles, a que denominaram “operações epistémicas”. Estas operações, tal como já discutidas por Mortimer e Scott (2002) e Mortimer e colegas (2007) aliam-se às diferentes intenções do professor, como por exemplo, guiar os alunos no processo de internalização das suas ideias, no seu trabalho e na expansão de novas ideias. Ou seja, envolvem o mesmo tipo de ações consideradas para as práticas epistémicas (produção, comunicação e avaliação de conhecimentos - Kelly, 2005) recorrendo a um repertório de práticas discursivas e epistémicas aliadas ao discurso do professor. Bakhtin (1986) tinha-as enquadrado em duas características relacionadas com o ensino das Ciências. Uma, correspondia à linguagem social da Ciência e aos seus diferentes géneros de discurso (operações de textualização ou semiotização). A outra ao modo como os objetos e entidades de Ciências são trazidos para as práticas discursivas (operações de objetivação). Relativamente às operações de textualização, além da produção de enunciados (orais ou escritos), envolve ainda o descrever, explicar, generalizar, definir, exemplificar, construir argumentos, construir narrativas, usar analogias e metáforas, calcular (Bronckart, 1997). Estas operações podem ainda ser registadas através de diferentes registos semióticos como, por exemplo, a linguagem escrita, a linguagem oral, gestos ou esquemas (Duval, 1995).

As práticas epistémicas podem assumir diferentes níveis de acordo com os seus níveis epistémicos. Deste modo, podem ser classificadas desde práticas epistémicas de mais baixo nível (e.g., observação e recolha de dados) até práticas epistémicas de mais alto nível (e.g., construtos teóricos, uso de conceitos e recursos para planear e executar ações, interpretação de dados e resultados anómalos, entre outros) (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006). As práticas epistémicas são também potenciadas pela introdução de mediadores epistémicos (mediadores trabalháveis e com materialidade) (Lopes et al., 2010a, 2010b), que permitem aos alunos ter uma dinâmica de interação com o objeto epistémico e promover os seus processos de abdução (Carrara, Cherubini, & Giaretta, 2006; Magnani 2004a, 2004b) e são eficazes quando possuem existência material (e.g. Knuuttila, 2005; Nordmann, 2007), são trabalháveis e manipuláveis.

Após uma revisão exaustiva da literatura a equipa de investigação do projeto “*Guiding principles and tools for fostering teacher mediation in Physical Sciences’ classes*”, elaborou uma listagem de práticas epistémicas que classificou em três tipos, sendo as práticas epistémicas

tipo 1 as que apresentam uma maior proximidade com a realidade e as práticas epistémicas tipo 3 as que se aproximam mais com a teoria. As práticas epistémicas tipo 2 são consideradas práticas epistémicas intermédias. Todos os 3 tipos das práticas epistémicas podem apresentar diferentes graus de dificuldade concetual.

Práticas epistémicas tipo 1: questionar factualmente; organizar informação; manusear equipamento de modo factual; observar; apresentar ideia mobilizadora; identificar condições empíricas e interpretar;

Práticas epistémicas tipo 2: questionar concetualmente; manusear equipamento de modo concetual; concetualizar, estabelecer relações; mudar a representação do formato e comunicar não autonomamente;

Práticas epistémicas tipo 3: formular hipóteses; comunicar autonomamente; avaliar criticamente e validar.

É esta a abordagem que vamos seguir na presente investigação pois, com este trabalho pretendemos estabelecer relações entre as práticas epistémicas desenvolvidas pelos alunos e as ações do professor, de modo a perceber aspetos dessas ações que favoreçam o desenvolvimento de tais práticas, considerando-se a análise de NM.

Em suma, vimos que a mediação do professor é determinada, entre outros fatores, pelo modo como o professor orienta os discursos de sala de aula, pelas crenças epistémicas de alunos e professores, pelas linguagens utilizadas tanto pelos alunos como pelo professor e pelo modo como o professor sustenta as práticas dos alunos. Não obstante, há outros fatores que também são determinantes (senão essenciais) para aumentar a qualidade da mediação do professor: as tarefas propostas aos alunos e o modo como eles realmente as realizam. É sobre este tema que nos debruçaremos na próxima subsecção.

2.4.3 O papel das tarefas na mediação do professor na promoção de práticas epistémicas nos alunos

É consensual na literatura que o modo como o professor interage no ambiente de sala de aula (Hoadley & Linn, 2000), apresenta e conduz a tarefa proposta aos alunos (Bot et al., 2005), explica o que pretende dos seus alunos (Ramsden, 1991) e apresenta, usa e processa a informação na sala de aula (Tiberghien & Buty, 2007; Lemke, 1990), é de crucial importância na promoção de aprendizagens nos alunos. Criar um ambiente agradável na sala de aula para que os alunos se sintam motivados e interessados em aprender é, pois, determinante para

influenciar os resultados dos alunos em qualquer nível de ensino (Walberg, Fraser & Welch, 1986). Se o professor ajustar o ambiente de sala de aprendizagem aos diferentes tipos de alunos, fornecer as tarefas associadas a situações concretas e reais, explicar os benefícios de aprendizagem, a relação entre aprendizagens e avaliação e dedicar tempo aos alunos no auxílio da realização das tarefas propostas irá estimular a curiosidade dos alunos (Lopes et al, 2010c), incentivando-os a desenvolver projetos para a sua aprendizagem (Alonso-Tapia & Pardo, 2006).

Os suportes cognitivos (*scaffolding*) considerados essenciais para a aprendizagem das Ciências são, segundo Zady, Portes e Dan Ochs (2002), compostos por 5 fatores. A saber: o pessoal (apoio das pessoas), as motivações e intenções dos participantes, os roteiros (*scripts*) envolvidos, as tarefas e objetivos propostos, as crenças e valores dos participantes. Para Engle e Conant (2002), o trabalho dos alunos depende do tipo de apoio dado pelo professor e da autoridade que lhes é concedida. O professor pode orientar os seus alunos diretamente ou estruturar e problematizar o seu trabalho (Reiser, 2004). Em qualquer situação, a mediação do professor pode ser mais eficaz se entre ele e os alunos se desenvolver um clima de confiança e empatia e se proporcionar um ambiente social ativo (Felder et al., 2000) para que os alunos se sintam à vontade para apresentar e discutir as suas ideias (Redish, 2003).

A articulação entre a tarefa apresentada (trabalho pedido ao aluno, a realizar num determinado tempo, como resposta a uma questão ou a outro pedido) e a mediação do professor pode ajudar os alunos a mobilizar e apropriar conhecimentos. Através de uma mediação adequada, com objetivos claros desde o início, os alunos envolvem-se mais facilmente nas tarefas propostas no sentido de alcançarem as aprendizagens desejadas (Biggs, 2011; Lopes et al., 2008) pois, quando os alunos não entendem o que lhes é solicitado, não se envolvem autonomamente na resolução das mesmas (Lopes et al., 2008). A conceção das tarefas, relacionadas com o conceito de problema e desafio (Cachapuz et al., 2001) e o modo como são colocadas, são consideradas como um primeiro esforço para o envolvimento produtivo dos alunos. Para a execução da tarefa proposta o professor, ao invés de focalizar os alunos nos resultados pretendidos, deve focalizar a atenção nos processos de aprendizagem e nos objetivos das mesmas (Pardo & Alonso-Tapia, 1990).

Motivar os alunos para a aprendizagem é uma tarefa difícil para o professor mas a mesma pode ser alcançada pela motivação dos alunos no sentido de alcançarem os objetivos propostos (Alonso-Tapia & Pardo, 2006), pela diversidade das tarefas com objetivos próximos

dos objetivos de aprendizagem (Lopes et al., 2010c) e do que os alunos desenvolvem realmente (Lopes, 2004).

Isso depende da qualidade da preparação do professor e sua influência nos esforços de aprendizagem (Lopes et al., 2010a, 2010b). Logo, a eficácia das aprendizagens dos alunos está fortemente associada às tarefas desenvolvidas pelos alunos e à mediação do professor em sala de aula (Volkmann & Zgagacz, 2003; Redish, 2003; Crouch & Mazur, 2001; Lopes, 2004, entre outros) no sentido de promover práticas epistémicas nos seus alunos. Pois, não valendo as tarefas por si só (Leach & Scott, 2003), cabe ao professor acompanhar devidamente a realização da tarefa fornecendo ao aluno o *feedback* adequado sobre o trabalho que realiza (Hattie & Timperley, 2007; Etkina, 2000) e potenciar o envolvimento ativo do aluno num processo de reconstrução concetual (Meltzer & Manivannan, 2002; Redish & Steinberg, 1999). Independentemente do tipo de tarefa executada é muito importante que os alunos recebam informação adequada e oportuna sobre os seus resultados de aprendizagem. Lopes e colegas (2010c) consideram que esse *feedback* funciona nos dois sentidos uma vez que enquanto o professor obtém informação relevante sobre as aprendizagens dos alunos, os alunos, por sua vez, obtém informação útil e oportuna sobre as suas próprias aprendizagens.

A par do *feedback*, particularmente útil se ajudar os alunos nas tarefas subsequentes (Gibbs, 2000), o suporte dado pelo professor enquanto necessário, no sentido de levar os alunos a desenvolverem as estratégias do seu pensamento para que, eles próprios, consigam refletir sobre o seu pensamento e diagnosticarem os seus problemas e dotando-os, gradualmente, de uma maior responsabilidade num desempenho mais autónomo (Collins, Brown & Newman, 1989) são de crucial importância nos processos de ensino e de aprendizagem. Ao ajudarem os alunos a tornarem-se mais independentes relativamente à formulação de questões e elaboração de estratégias para realizarem investigações, ajudam-nos a encontrarem soluções para essas questões e avaliarem os seus resultados. Este tipo de apoio pode ocorrer antes, durante e após a investigação (Krajcik, Czerniak & Berger (1998)), ou seja, antes, durante e após as práticas epistémicas realizadas pelos alunos aquando da realização da tarefa proposta. Neste sentido, as práticas dos alunos devem resultar, preferencialmente, da resolução de um problema baseado em tarefas reais e devidamente contextualizadas, para as quais o professor disponibiliza os recursos adequados.

Se as tarefas tiverem como base contextos relevantes a nível científico, tecnológico e social, ligados a situações do dia-a-dia, forem devidamente mediadas pelo professor e coincidirem com o que realmente se pretende que os alunos façam (Lopes et al. 2008; Lopes et

al., 2010a, 2010b) podem promover a mobilização dos saberes do aluno (Arons & Redish, 1997) e servirem de alicerce para o desenvolvimento do raciocínio científico e para o desenvolvimento de competências (Sabella & Redish, 2007). As tarefas devidamente contextualizadas promovem ainda práticas epistémicas nos alunos tais como a interpretação, a análise e a discussão de resultados (Felder & Brent, 2007; Scott et al., 2006), entre outras.

As tarefas baseadas em contextos requerem recursos adequados. Ao fornecer as ferramentas, os textos, e as tecnologias necessárias à execução da tarefa o professor cria oportunidades para que os alunos se envolvam em discussões científicas, promovendo os seus próprios interesses relacionados com a Ciência e iniciem oportunidades para que a turma participe em inquéritos científicos que vão além das estratégias planeadas habitualmente. A abertura do professor para permitir que os alunos façam as suas próprias explorações e tomem as suas decisões, proporciona aos alunos possibilidades de fazerem perguntas, realizarem e articularem observações, apresentarem argumentos, terem em atenção as opiniões dos colegas, utilizando as suas próprias experiências que são exploradas pela turma inteira (Crawford et al., 2000). A importância de os alunos registarem os resultados das suas observações e dos seus questionamentos, enquanto realizam as tarefas, bem como a importância das observações e questionamentos momento-a-momento, foram também ressaltadas por Freire (2004).

Os recursos disponibilizados aos alunos, adequados à boa exequibilidade da tarefa (sejam eles materiais, equipamentos de laboratórios, computadores ou ferramentas) são fundamentais pois, as atividades dos alunos estão condicionadas não somente pelas tarefas apresentadas e pela mediação do professor, mas também pelos interesses dos alunos e pelo seu envolvimento e pelos recursos disponibilizados (Lopes et al., 2010a).

As tarefas apresentadas devem ser adaptadas, tanto em quantidade como em qualidade, às reais necessidades dos alunos, de acordo com os seus conhecimentos iniciais e os que se pretendem desenvolver. Devem ser desenhadas de modo a mobilizarem os conhecimentos anteriores e promoverem o desenvolvimento de competências. A apresentação de somente *tarefas simples* bloqueia a evolução fundamentada (Cachapuz et al., 2001) mas a apresentação de tarefas que não estão ao alcance dos conhecimentos dos alunos promove a desmotivação para prosseguir.

Há vários tipos de tarefas que podem ser apresentadas aos alunos. Todavia, convém ter em atenção que o conceito de tarefa não é o mesmo que atividade. Enquanto a tarefa diz respeito ao que é solicitado ao aluno, a atividade corresponde ao que o aluno realmente faz (Lopes et al., 2010a). Estes autores, baseados na literatura existente sobre este tema, identificaram cinco

tipos de tarefas, de acordo com a sua função educacional e características e ordenadas pelo nível de competências que podem desenvolver nos alunos (Lopes et al., 2010; pp. 23 e 24). Independentemente do tipo de tarefa escolhida, o objetivo principal de cada uma será promover a participação mais ativa do aluno no desenvolvimento das suas aprendizagens o que é melhor conseguido se a tarefa proposta estiver de acordo com os objetivos das aprendizagens pretendidos (Biggs, 2011).

Neste trabalho focamos a nossa atenção nas tarefas epistémicas, uma vez que é nosso objetivo de estudo analisar as práticas epistémicas dos alunos. Estas tarefas promovem a exploração de percursos desconhecidos como encontrar a solução para um problema ou uma resposta a uma questão; realizar um projeto; inventar novos problemas ou questões; desenhar novos projetos, etc. Envolvem também a exploração e interpretação (Tiberghien et al., 2005). Nestes casos, são extremamente importantes as interações adequadas e com qualidade entre pares (Lopes et al., 2010a). Além do mais, as novas metodologias de ensino privilegiam estratégias de pesquisa. Interessa então propor aos alunos tarefas problemáticas que explorem as interações entre eles (Cachapuz et al., 2004). Quando o problema é real e devidamente contextualizado, os alunos envolvem-se mais eficazmente na sua resolução, enriquecendo as suas justificações e argumentações (Jiménez-Aleixandre et al., 2000) e colocando questões de nível mais elevado, o que vai ao encontro tanto da promoção de práticas epistémicas de nível mais elevado (já referidas) como do desenvolvimento de competências através de ações que mobilizam o conhecimento. Por conseguinte, é necessária uma seleção criteriosa na escolha das tarefas a apresentar aos alunos já que serve de referência ao desenvolvimento de um trabalho mais autónomo por parte destes. Esta autonomia é potenciadora de aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências (Lopes et al, 2010a, 2010b). Para estes autores, o professor pode dar autonomia aos seus alunos através de pequenos gestos ou atitudes, como por exemplo: deixar que os alunos tenham tempo para se envolverem na realização das tarefas propostas; dar algumas pistas aos alunos quando estes atingirem o ponto de bloqueio; deixar que os alunos se ajudem mutuamente e partilhem as suas ideias; ouvir os alunos sem os interromper, dando-lhes mais tempo, entre outros.

As tarefas que os alunos realizam são, sem dúvida, um dos aspetos cruciais de qualquer ambiente de aprendizagem. O tipo de tarefas deve ser variado e ir ao encontro dos vários estilos de aprendizagem dos alunos (Felder & Silverman, 1988).

Idealmente, deveriam ter relevância no mundo real, serem tarefas complexas para serem resolvidas durante um longo período de tempo, ao invés de uma série de exemplos curtos e

desconectados (Brown et al., 1989; Bransford et al., 1990; Reeves & Reeves, 1997; Lebow & Wager, 1994;). Além disso, a sua formulação deve ser clara, breve, escrita em linguagem acessível para os alunos e real, de modo a envolvê-los em processos cognitivos e a refletirem sobre o mundo que os rodeia (Anderson, 2006).

Nesta perspetiva o papel da tarefa apresentada aos alunos tem uma importância fundamental.

Vários estudos revelam a importância de tarefas ditas “autênticas”, no modo de usar o conhecimento na vida real (Nicaise, Gibney & Crane, 2000; Herrington & Oliver, 2000), uma vez que estas tarefas são baseadas em problemas reais (Brown et al., 1989; Roth, 1994; Lave, 1988; Resnick, 1987;). Quando os alunos são confrontados com experiências da vida real e ambientes que simulam problemas do mundo real (com as suas complexidades e limitações), são estimulados a desenvolverem os seus processos de pensar e a envolverem-se mais ativamente nas suas aprendizagens (Newmann & Wehlage, 1993).

Há ainda alguns elementos indispensáveis para que a tarefa seja considerada autêntica para além de ter relevância no mundo real e ser devidamente contextualizada, como por exemplo: possuir problemas abertos a várias interpretações que permitam ao aluno a resolução de subtarefas com vista à resolução da tarefa principal; ser exequível num tempo sustentável, concordante com os tempos escolares e recursos disponibilizados; promover oportunidades de ser examinada sob diferentes perspetivas de modo a que o aluno detete e selecione informação relevante da irrelevante; promover a colaboração (é fundamental) e oportunidades de tomada de decisões e de reflexão; encorajar a interdisciplinaridade, envolvendo os alunos em diversos papéis; promover a reflexão da avaliação do mundo real através da avaliação da natureza da tarefa (Herrington, Reeves & Oliver, 2006).

O modo como a tarefa é apresentada assume também um papel determinante. A apresentação da tarefa deve permitir aos alunos ultrapassarem as suas dificuldades iniciais. É aqui que entra a mediação do professor. Ele não se deve sobrepor aos alunos nem o substituir no seu trabalho (Redish & Steinberg, 1999), mas sim estimulá-los a envolverem-se em práticas epistémicas que promovam as suas aprendizagens através de possíveis ligações com os conhecimentos anteriores.

Quando a tarefa é colocada de forma aberta, os alunos progridem no processo de contextualização. Passam, desde uma inabilidade inicial para usar os conceitos como parte dos recursos necessários para completar a tarefa proposta, para uma transformação de definições e de partilha de conceitos necessários à realização da tarefa, combinando os recursos teóricos

com os físicos para a resolução do problema proposto (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006). “Quando a tarefa é fechada, processo caracterizado por uma natureza estática e sequencial de etapas bem definidas levando apenas à recolha e análise de resultados experimentais com vista à elaboração de conclusões (Almeida, 1995; Silva, 2001), o professor assume um papel orientador e coordenador, não permitindo autonomia aos alunos” (Cunha, Lopes, Cravino, & Santos, 2012, pp. 639).

No entanto, quando a tarefa colocada é aberta, o professor não consegue assumir o controlo sobre todo o desenvolvimento do trabalho por mais cuidado que dedique à planificação. Caso a tarefa seja realmente aberta, não é possível prever todas as questões e soluções possíveis. Estas tarefas requerem atividades de duração difícil de prever, com imprevistos epistemológicos marcados por dinâmicas incertas. Ou seja, apresentam a possibilidade de diferentes trajetos para encontrar a solução, por exemplo, pelo não fornecimento de etapas e instruções aos alunos. Nestes casos, os alunos têm necessidade de agir como uma comunidade produtora de conhecimento, usando os seus recursos cognitivos e materiais, desenvolvendo e discutindo propostas, raciocinando, testando e apresentando resultados. No entanto, mesmo trabalhando em grupos, esta partilha de conhecimento nem sempre ocorre. É necessário que os alunos se envolvam em interações dialógicas que promovam a construção de significados (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006). Para isso devem ser capazes de expor as suas ideias, respeitar os outros e saber ouvir. Por sua vez, é de crucial importância o professor dialogar com os diferentes grupos, enquanto os seus elementos trocam ideias entre si, para os poder ajudar a orientar as suas questões (Freire, 2004). Por seu lado, a construção de significados não inclui somente os conceitos utilizados na realização da tarefa. Inclui também as dimensões sociais. Logo, o significado pode ser diferente se o aluno trabalhar individualmente. Quando o aluno realiza a tarefa em grupo, geralmente, há uma participação desigual em termos qualitativos e quantitativos. São estas diferenças que permitem progresso e partilha na construção de significados. Por conseguinte, o processo de construção de significados, em termos de contextualização de práticas, pode ser conseguido por exemplo, através da resolução de problemas em laboratório, com tarefas abertas (não resolvidas recorrendo apenas ao uso de um algoritmo), onde os alunos sintam necessidade de elaborar e implementar procedimentos experimentais, em atividades dialógicas que consistam, não somente na performance de tarefas físicas, mas também na proposta de ideias, argumentação e contradições das mesmas (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006). A argumentação é estimulada pelo confronto de perspetivas, pelo lidar com previsões e erros e não apenas com

produtos científicos apresentados como verdades (Galvão, 2002). O laboratório e as tarefas colocadas aos alunos constituem contextos dinâmicos, partilhados, onde os intervenientes notam, através de atividades específicas a sua *performance*.

Em todo este processo, cabe ao professor ser capaz de agir na ação, tomando novas decisões ou dando novos rumos à aula, de modo a ir ao encontro dos interesses e desenvolvimentos intelectuais dos alunos. Isto pressupõe que a aula esteja centrada no aluno e não haja a sobreposição do papel do professor ao natural processo de aprendizagem dos seus alunos (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006).

Baseando-se na literatura, Lopes e colegas (2010a, 2010b) identificaram algumas características que julgaram pertinentes para a formulação da tarefa, tais como: ser clara no tipo de trabalho solicitado e nos objetivos pretendidos; ser adequada às características dos alunos tais como conhecimentos prévios, habilidades, atitudes e competências; ter a situação física claramente formulada (em termos reais ou académicos) ou dar referências para procurar características da situação; possuir os recursos adequados e devidamente avaliados; solicitar trabalho e/ou reflexão que ajude a construir o conhecimento dos alunos, as suas habilidades, atitudes e competências; possuir uma linguagem adequada ao nível de ensino dos alunos e ao curso em que se inserem. Acrescentam ainda que cada tipo de tarefa pode ser executado em progressivos níveis de dificuldade, abstração, conceitos envolvidos ou competências. Pode ainda ser orientada de modo a que os alunos apropriem/construam, consolidem ou enriqueçam um campo concetual básico.

A necessidade de os alunos compreenderem o que realmente lhes é pedido nas tarefas propostas foi também referido por Butler e colegas (2004), uma vez que, quando isto acontece, os alunos utilizam estratégias mais adequadas para a sua aprendizagem, tornam-se mais independentes, responsáveis e autoconfiantes e assumem um maior controlo nas suas próprias aprendizagens. Todavia, para que isto ocorra, é necessário que o aluno se envolva conscientemente na realização das tarefas principalmente quando estas apresentam algum grau de complexidade. Nestes casos, os alunos necessitam ser persistentes e responsáveis para conseguirem ultrapassar as dificuldades que vão surgindo e não desistirem ao primeiro constrangimento. Contudo, o cerne da questão passa pelo modo como é apresentada a tarefa pois, por vezes, as tarefas apresentadas aos alunos mudam de características ao longo da aula. Ou pela apresentação de partes de tarefas em diferentes fases ou pela reformulação da mesma durante a aula, o que faz com que as características iniciais das tarefas propostas alterem significativamente, alterando assim as verdadeiras intenções (iniciais) do professor e fazendo

com que os alunos percam o controlo da tarefa, fiquem confusos e acabem por não saber o que estão a fazer, repercutindo-se estes constrangimentos nas suas aprendizagens (Lopes et al., 2008). Se os alunos souberem o que procuram e que ações necessitam executar para alcançar a resposta a uma questão ou problema têm um controlo aceitável das suas ações (Lopes et al., 2008).

Em suma, a mediação do professor na apresentação, implementação e condução da tarefa deve articular o campo concetual, os conhecimentos prévios dos alunos, as competências e os conhecimentos que se pretendem desenvolver, os recursos apresentados para a realização da tarefa, a exploração de novos recursos e de novas tarefas. Tudo isto requer uma mediação efetiva que é dependente do contexto em que ocorre. Se a mediação do professor não for a adequada todo o potencial educativo de uma tarefa pode ser reduzido ou anulado (Lopes et al., 2010a).

Nesta investigação focamos o nosso interesse no trabalho solicitado ao aluno (tarefa), nas suas características e no modo como o professor a conduz em sala de aula por forma a promover nos seus alunos práticas epistémicas consistentes e diversificadas.

CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Neste capítulo descrevemos o estudo realizado ao longo de 3 anos letivos. Está organizado em 5 subcapítulos que versam sobre o problema e questões de investigação; o desenho do estudo; a recolha de dados; a organização dos dados para a elaboração das narrações multimodais; a análise dos dados.

O estudo foi implementado com três professores, em aulas de CFQ, do ensino básico e secundário. Os professores A e B implementaram este estudo em três anos letivos consecutivos (2007/2008; 2008/2009 e 2009/ 2010). Por razões de organização horária, o professor C implementou o estudo nos anos letivos de 2007/2008, 2008/2009 e 2010/2011.

As práticas de ensino do professor C, identificadas na 1ª fase do estudo, serviram-nos de referência para a implementação da 2ª fase com os professores A e B uma vez que, à partida, este professor apresentaria características de mediação diferentes. Relembramos que o professor C apresentava experiência em investigação e era membro do projeto de investigação onde se produziram as NM e as ferramentas de ajuda.

Este estudo teve como foco central o desenvolvimento profissional do professor com vista ao melhoramento das suas práticas de ensino e à promoção de práticas epistémicas nos seus alunos.

3.1 Problema e questões de investigação

A investigação reportada nesta tese foca o desenvolvimento profissional docente, centrado na melhoria das práticas de mediação em 2 professores (professores A e B) em ordem a melhorar o seu impacto nas PE dos alunos, tendo como referência as práticas de ensino de um professor mais experiente e com experiência em investigação didática (professor C).

Como já foi referido no segundo capítulo, a literatura mostra que quando os professores refletem de modo sistemático nas suas próprias práticas tomam consciência do seu “eu” profissional, descobrem a sua “identidade” profissional (p.e., Beijaard et al., 2004), refazem as suas práticas e tentam aperfeiçoar-se (Lopes et al., 2012) no sentido do seu desenvolvimento profissional docente (Guskey & Sparks, 2002), tendo em conta as suas consequências nas aprendizagens dos seus alunos (Clarke & Hollinsworth, 2002). Também está evidenciado na literatura que o modo como o professor interage no ambiente de sala de aula (Hoadley & Linn, 2000), apresenta e conduz a tarefa proposta aos alunos (Bot et al., 2005), explica o que pretende dos seus alunos (Ramsden, 1991) e apresenta, usa e processa a informação na sala de aula

(Tiberghien & Buty, 2007; Lemke, 1990) é determinante na promoção das suas aprendizagens. Outra evidência na literatura consiste na evidência que ocorrem aprendizagens mais eficazes nos alunos quando estes se envolvem em práticas epistémicas (p.e.: Kelly & Duschl, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Kelly, 2005; Sandoval, 2005; Lopes et al., 2010a, 2010b).

Em todo este processo, a mediação do professor assume um papel determinante. Nesta dinâmica, a mediação pode ser realizada pelo professor tornando presentes os objetos epistémicos, tarefas e sequências de tarefas, mediadores epistémicos e ambientes de aprendizagem de acordo com os desafios de aprendizagem dos alunos e os resultados de aprendizagem pretendidos (Lopes et al., 2012).

A reflexão das práticas docentes são potenciadas por documentos escritos que relatam facetas do que realmente se passa na sala de aula, (Kung et al., 2005), diários (Hundhausen, 2002; Stein et al., 2004), *noticing* (Mason, 2002; Tan & Towndrow, 2009) e outros tipos de *account* (Alsop et al., 2004), narrativas (Clemente & Ramírez, 2008; Craig, 2011; Georgakopoulou, 2006; Kramp, 2004; Labov, 2006; Melville, 2008), ou diários estruturados para registar informações sobre eventos de sala de aula ou interações (Rowan et al., 2004). Neste sentido, este trabalho visa contribuir para identificar características de práticas de ensino promotoras de práticas epistémicas nos alunos, no contexto de aulas de Ciências Físicas e de que modo pode ajudar os professores a melhorarem essas práticas através da reflexão. Para tal recorremos a um instrumento inovador denominado de narração multimodal (Lopes et al. 2014), de recolha e organização de dados sobre as suas práticas de ensino em sala de aula de modo a que essas práticas profissionais possam estar no centro da atenção do desenvolvimento profissional auto e heterodirigido. Outro aspeto relevante deste estudo é a disponibilização de ferramentas de ajuda relativas a determinadas dimensões da mediação (Lopes et al., 2012) que visam também a melhoria das práticas dos professores, uma vez que estas têm como finalidade ajudar os professores tanto nas fases de planeamento das suas aulas, como na sua execução e autoavaliação, contribuindo para melhorar a sua mediação e a qualidade da aprendizagem dos seus alunos. Nestes casos, trata-se de um processo de desenvolvimento profissional heterodirigido assente na reflexão suportada nas ferramentas de ajuda e nas narrações multimodais, orientado para a melhoria das práticas de ensino e que visa dar resposta ao problema de investigação seguinte:

Como melhorar as práticas de mediação dos professores com impacto nas práticas epistémicas dos alunos, no contexto do desenvolvimento profissional, tomando como referência as práticas de um professor experiente?

Neste contexto, formularam-se as seguintes questões de investigação:

Q1 – *Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos?*

Q2 – *Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores, durante o seu desenvolvimento profissional? A que se devem estas alterações?*

Q3 – *Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?*

Relativamente à Q3, pretendíamos verificar se as melhorias das práticas de ensino dos professores (caso se verificassem) permaneciam constantes e se eram consolidadas ao longo do presente estudo que decorreu em 3 fases distintas mas complementares.

Na 1ª fase do estudo recolhemos todos os dados necessários à identificação de práticas de ensino dos três professores intervenientes e sua promoção (ou não) de práticas epistémicas nos alunos, sem qualquer interação pela parte do investigador no sentido de os levar a ter cuidado especial com as suas mediações. Todos estes dados foram organizados e analisados no sentido de identificar as características de mediação dos professores intervenientes, com foco central nas práticas epistémicas que proporcionavam aos seus alunos e no trabalho solicitado pelo professor (Padrões de mediação; ANEXO 5). Ou seja, a 1ª fase é considerada uma fase avaliativa.

Na 2ª fase do estudo, apresentamos e discutimos, com os professores A e B, os resultados preliminares obtidos na 1ª fase, recorrendo às NM entretanto produzidas pelo investigador tendo como referência as práticas de ensino do professor C. De seguida, apresentamos e explicamos as ferramentas de ajuda aos professores A e B para melhor organizarem e estruturarem a sua mediação. Estas ferramentas de ajuda foram produzidas por Lopes e colegas (2012) e focam as seguintes dimensões da mediação: como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem; como potenciar a aprendizagem através do processo de avaliação e *feedback*; como melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas; como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno realize; como promover práticas epistémicas na sala de aula. Pretendíamos que estes professores sentissem necessidade de recorrer a estas ferramentas (potenciada pela reflexão das suas práticas, espelhadas nas narrações multimodais), não só para a planificação das suas aulas mas também para a sua gestão e envolvimento dos alunos tendo em conta, essencialmente, o trabalho solicitado aos alunos e o envolvimento dos mesmos em práticas epistémicas consistentes e diversificadas. Durante esta fase, os professores

A e B usaram as ferramentas nas suas aulas para tentarem melhorar a qualidade das suas práticas de ensino. Puderam sempre recorrer ao investigador para o esclarecimento de qualquer dúvida relativa à escolha e modo de usar a ferramenta adequada sem que a mesma interferisse nas suas mediações. Como pretendíamos que estes professores se envolvessem num desenvolvimento profissional heterodirigido, sempre que surgiam dúvidas, o investigador encaminhava-os para excertos das suas NM que elucidassem as características da mediação a melhorar e para a ferramenta que julgava pertinente para o mesmo efeito. Relativamente ao professor C, como membro do projeto de investigação já referido, tratou-se de um desenvolvimento profissional autodirigido. Este caso, servir-nos-ia de referência pela garantia, à partida, que a sua mediação deveria ter características que servissem como referência para a investigação-ação com os professores A e B. Logo, esta interação não foi usada com este professor. Durante a implementação destas ferramentas em sala de aula, recolheram-se os dados necessários para a elaboração das NM relativas a esta fase e responder à segunda questão de investigação de modo a inferir sobre como os professores apropriaram estas mesmas ferramentas. Foi ainda distribuído um questionário sobre o modo como os professores apropriaram as ferramentas de ajuda (ANEXO 6). Seguidamente, procedemos à organização e análise de todos estes dados no sentido de inferir alguns resultados preliminares para serem apresentados no início da 3ª fase do estudo. A 2ª fase e a 1ª fase, tendo em conta que se usaram resultados da 1ª na 2ª fase, fazem parte de um ciclo de investigação-ação completo.

Na 3ª fase do estudo apresentámos os resultados preliminares obtidos na 2ª fase, aos professores A e B. Procedemos a nova recolha de dados para a elaboração das NM relativas a esta fase, considerados necessários para inferir acerca da consistência (ou não) das mudanças efetuadas nas práticas de ensino dos professores envolvidos relativamente às características do trabalho solicitado aos alunos e sua implementação, bem como à promoção de práticas epistémicas. Foi distribuído novo questionário para relacionarmos os resultados obtidos com o desenvolvimento profissional do docente e inferirmos de que modo as suas participações neste estudo contribuíram para as suas reflexões pessoais sobre o ensino e sobre as suas práticas letivas (ANEXO 6). Nesta fase, semelhantemente à 1ª fase do estudo, não houve qualquer intervenção do investigador no sentido de interferir com a mediação dos professores envolvidos.

Tratou-se de uma fase avaliativa para aferir até que ponto os professores envolvidos eram autossuficientes na manutenção das práticas observadas na 2ª fase.

No geral, as fases da nossa investigação estão apresentadas na figura 3.1.

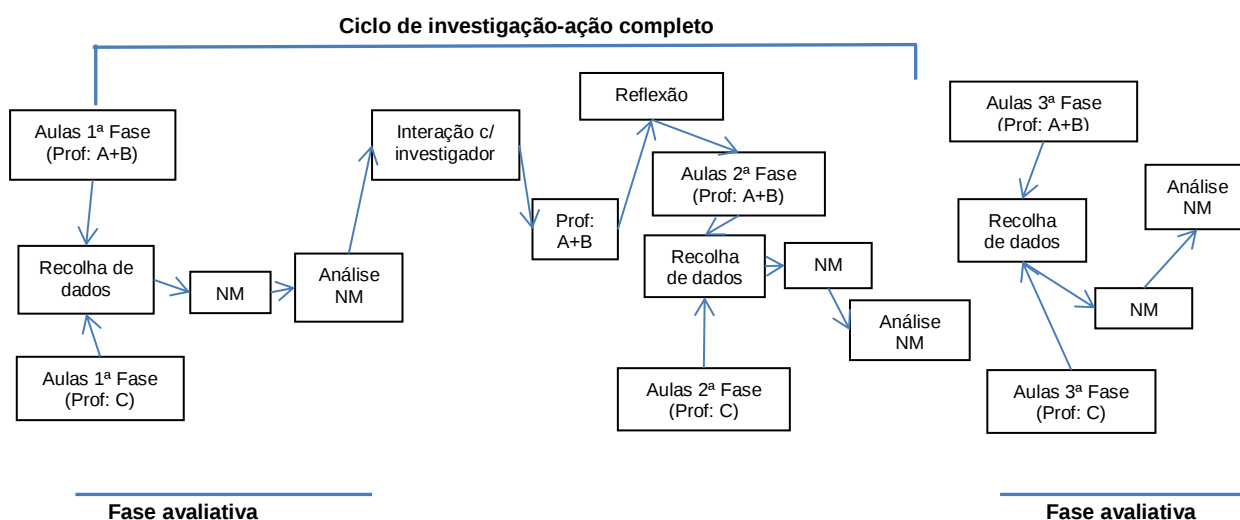


Figura 3.1 – Diferentes fases do estudo

Os resultados obtidos são apresentados no capítulo 4.

3.2 Desenho do estudo

Tendo em conta o enquadramento teórico, o nosso problema e questões de investigação desenvolvemos uma investigação de natureza qualitativa. Esta investigação visa estudar as condições para o desenvolvimento profissional do professor no que diz respeito ao melhoramento das suas práticas de ensino, com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos. A nossa abordagem permitiu aos professores envolvidos uma reflexão mais eficaz das suas práticas de ensino, levando-os a tomar consciência da sua identidade profissional (p.e., Beijaard, Meijer & Verloop, 2004), refazer as suas práticas e aperfeiçoá-las (Lopes et al., 2012) no sentido do seu desenvolvimento profissional docente (p.e., Guskey & Sparks, 2002), tendo em conta as suas consequências nas aprendizagens dos seus alunos (p.e., Clarke & Hollinsworth, 2002). Com este propósito, usamos um instrumento de recolha e organização de dados das práticas de ensino em sala de aula denominado de narração multimodal (Lopes et al., 2014) bem como instrumentos de ajuda para a organização e aperfeiçoamento de determinadas dimensões da mediação (Lopes et al., 2012). Deste modo, justificamos a nossa opção por uma investigação de carácter qualitativo, de casos múltiplos (Stake, 2013) ou, como designado por outros autores, de multicasos (Cohen et al., 2013). Pretendíamos verificar o “como” alguns professores envolvidos (professores A, B) desenvolviam a sua mediação em sala de aula, de modo a podermos comparar ou contrastar a presença ou ausência de algumas características particulares destes casos (Stake, 2013) com o 3º caso (professor C), tendo o investigador um

pequeno controlo sobre os eventos (Yin, 1984; Benbasat et al., 1987). O controlo referido, pelo investigador, recaiu nos professores A e B, essencialmente na 2ª fase do estudo que, conjuntamente com a 1ª fase, completou um ciclo de investigação-ação (Cohen et al., 2013), como se explicará a seguir. Ou seja, a intervenção do investigador junto dos professores A e B teve como objetivo potenciar a melhoria das práticas de ensino destes professores, mais concretamente na 2ª fase do estudo, tendo como referência práticas de ensino de um professor mais experiente (professor C), perspetivando um desenvolvimento profissional heterodirigido. O estudo decorreu em 3 fases distintas sendo a 1ª e 3ª fase consideradas fases avaliativas. A 1ª e a 2ª fase consistiram um ciclo completo de investigação-ação, com vista ao desenvolvimento profissional heterodirigido relativamente a 2 estudos de caso (professores A e B). Esta metodologia assentou na necessidade de, nesta fase, o investigador ter um envolvimento mais ativo, no sentido de promover nestes professores uma maior responsabilidade na decisão das mudanças que pretendem (Sanches, 2005), envolvendo-os numa dinâmica onde os professores terão uma participação mais ativa como principal agente da mudança.

Na 1ª fase do estudo, que decorreu durante o ano letivo de 2007/2008, recolhemos todos os dados provenientes das aulas lecionadas pelos 3 professores com vista à elaboração das narrações multimodais (ver seção 3.4.1). Relativamente à recolha, tratamento e análise de dados, seguimos o procedimento adotado no projeto já referido “princípios orientadores e ferramentas para desenvolver a mediação dos professores de Ciências Físicas em sala de aula” (PTDC/CED/66699/2006). Os dados recolhidos, tal como se explica na seção 3.4.1., tiveram em conta a necessidade de preservarmos a natureza complexa do ensino e da aprendizagem e, também, a necessidade de refletirem a intencionalidade do professor e não do investigador. Esta última premência assume neste trabalho uma importância ainda mais pertinente pois, nesta investigação, todas as narrações multimodais foram elaboradas sem observação direta, pelo investigador (ver seção 3.4.1.1). Além das gravações áudio, todos os outros dados recolhidos (fotocópias dos cadernos dos alunos, registos efetuados no quadro, anotações e registos dos professores, fotografias, entre outros) foram guardados em formato digital para poderem ser consultados caso surgisse necessidade durante a análise do conteúdo ou para comprovar a autenticidade da narração multimodal elaborada. Pretendíamos com esta fase do estudo identificar as práticas de ensino de cada professor e de que modo essas práticas promoviam (ou não) nos alunos práticas epistémicas. Foi considerada uma fase avaliativa.

A 2ª fase do estudo teve início com a apresentação e discussão dos resultados preliminares obtidos na 1ª fase do estudo, recorrendo às narrações multimodais das suas aulas,

junto dos professores A e B (individualmente), tendo como referência os resultados obtidos com o professor C. Seguidamente apresentamos-lhes e explicamos as ferramentas de ajuda entretanto produzidas e validadas no projeto de investigação já referido, dando particular relevância à ferramenta de ajuda “Como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno realize” e à ferramenta “Como promover práticas epistémicas na sala de aula”. Procedeu-se assim a um **ciclo de investigação-ação** completo (Cohen et al., 2013) uma vez que, durante estas duas fases, o estudo apresentou as seguintes etapas:

- *Planificação*: os professores planificaram as suas aulas tendo em conta os seus saberes e os resultados preliminares obtidos na 1ª fase. Após esta primeira planificação entravam em contacto com o investigador para esclarecimento de dúvidas. Geralmente a primeira dúvida colocada era sobre a tarefa escolhida. O investigador encaminhava-os imediatamente para a ferramenta de ajuda relativa ao trabalho solicitado ao aluno, que a analisava em conjunto com o professor. Quando os professores ultrapassavam esta dificuldade começavam a delinear estratégias no sentido de encaminhar a tarefa proposta aos alunos de modo a promover-lhes PE diversificadas. Neste ponto o investigador disponibilizava-se a analisar com os professores a ferramenta de ajuda respetiva. Este procedimento ocorreu relativamente a todas as ferramentas de ajuda apresentadas. Em todas as situações o investigador nunca deu respostas ou sugestões concretas. Tentou que fossem sempre os professores a encontrar a melhor solução para a resolução das dúvidas levantadas. Só dava esta intervenção como terminada quando os professores consideravam ter todas as dúvidas esclarecidas e encaminhadas;

- *Ação*: a ação foi considerada a aula em si, como um todo. O investigador nunca esteve presente na sala de aula. Todas as aulas foram gravadas em áudio, posteriormente cedidas ao investigador bem como todos os documentos e interações verbais e não-verbais que ocorreram, tal como está descrito na seção 3.4. Ressalva-se que esta intervenção só foi possível graças à autorização cedida para este fim junto dos órgãos responsáveis, mantendo neste processo o anonimato de todos os intervenientes. Geralmente todos estes documentos eram recolhidos pelo investigador no final de cada aula lecionada. Junto dos professores era feito um resumo da mesma. Nesta etapa era o investigador que questionava acerca das dúvidas que apresentava sobre aspetos da aula para a elaboração da respetiva NM;

- *Observação, avaliação e autoavaliação*: na posse de todos os documentos recolhidos na etapa anterior o investigador elaborava uma NM preliminar relativa à aula lecionada onde identificava os aspetos da mediação a estudar. De seguida reunia de novo com os professores para uma

primeira análise em conjunto sobre os aspetos da mediação considerados (trabalho solicitado aos alunos, seu encaminhamento na aula e, conseqüentemente, as práticas epistémicas que promoveram nos seus alunos). Com esta intervenção os professores faziam a sua própria autoavaliação que discutiam com o investigador;

- *Reflexão*: esta etapa ocorreu muitas vezes em simultâneo com a etapa anterior. Ou seja, durante a análise da aula lecionada os professores apercebiam-se de aspetos da mediação que poderiam melhorar. Discutiam-nos com o investigador tentando refiná-los e melhorá-los na planificação da aula seguinte. Geralmente, nesta etapa, os professores já tinham delineado a planificação da aula seguinte. Também, geralmente, no final desta etapa ficavam a refletir mais eficazmente nessa planificação. Frequentemente, no final do dia entravam em contacto com o investigador (via telefone) para esclarecimento de dúvidas que só lhe surgiam após a etapa anterior. Esta reflexão potenciou-lhes uma análise mais crítica das suas aulas assim como nos resultados que pretendiam com os seus alunos.

Todo este ciclo de investigação-ação foi repetido para cada aula, com cada professor, que reuniram individualmente com o investigador.

Durante esta fase procedeu-se, em simultâneo, à recolha dos documentos necessários (e já referidos) para a elaboração das NM relativas a estas aulas.

A 3ª fase do estudo teve início com a apresentação e discussão dos resultados preliminares obtidos na fase anterior (2ª fase). Nesta fase usamos metodologia idêntica à já descrita para a 1ª fase. Ou seja, recolhemos os documentos necessários para a elaboração das NM relativas a estas aulas pois, tal como na 1ª fase apenas pretendíamos identificar as práticas de ensino destes professores e de que modo promoviam ou não práticas epistémicas nos seus alunos. Pretendíamos essencialmente verificar se os resultados obtidos na 2ª fase do estudo se mantinham consistentes (ou não), não havendo interação do investigador.

Para a categorização das NM, usando as nossas dimensões de análise, recorremos ao programa NVivo8®, ao que se seguiu a elaboração dos diagramas onde constam todas as interações (professor-alunos ou alunos-alunos) ocorridas durante a aula. Recorrendo ao *software* STATISTICA fizemos a análise de *clusters* para podermos comparar (ou contrastar) as dimensões de análise em estudo e identificar os padrões de mediação existentes, tal como descrito na seção 3.5.

Com esta metodologia dinâmica pretendemos potenciar a consciencialização do docente relativamente ao que realmente se passou na sua aula, promover-lhe a reflexão, numa estratégia de formação reflexiva, uma vez que o professor regulava continuamente a sua ação, recolhendo

e analisando informação que ia usar no processo de tomada de decisões e de intervenção pedagógica (Moreira, 2001), além de se poder ir avaliando a eficácia da intervenção momento-a-momento (Matos, 2004). Ou seja, é uma metodologia bastante apelativa e motivadora pois centra-se na prática e na melhoria das estratégias utilizadas, levando a uma eficácia da prática muito maior (Brown & McIntyre, 1981). Esta metodologia não foi utilizada com o professor C pelas razões já enunciadas.

Nesta investigação, o reduzido número de casos de estudo, ainda que suficientes para o nosso objetivo, deveu-se às dificuldades apresentadas pelos docentes contactados. Escusando-se pela falta de tempo e pelo medo de falharem, não mostraram recetividade à sua implementação ainda que todos os contactados, de forma unânime, terem considerado a investigação pertinente e interessante. Sendo o foco do estudo o desenvolvimento profissional do professor, no que diz respeito ao melhoramento das suas práticas de ensino com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos, em ambiente real de sala de aula, foi nossa intenção identificar características de práticas de ensino que promovessem práticas epistémicas nos alunos, o papel de ferramentas de ajuda e da reflexão na melhoria dessas mesmas práticas bem como a sustentabilidade dessas mesmas melhorias, caso existissem. Assim, partimos de uma perspetiva empírica. Sendo os contextos diferentes e dinâmicos, recorreu-se (sempre que possível) à triangulação dos resultados de modo a poder reforçar a análise efetuada. Os resultados obtidos junto dos professores A e B foram comparados com os resultados obtidos pelo professor C (que nos serviu de referência) durante os diferentes anos de implementação, em contextos reais, para podermos retirar ilações que nos permitissem responder às questões de investigação formuladas.

Durante as 3 fases do estudo não foi possível manter os 3 casos de estudo sempre com as mesmas características. Os professores A e B mudaram de escola durante o decorrer desta investigação. Consequentemente, de alunos. Apenas o professor C se manteve sempre na mesma escola apesar de também ter tido a necessidade de implementar o estudo com diferentes alunos. A caracterização destes casos é apresentada no subcapítulo que se segue.

3.2.1 Caracterização dos casos de estudo

Com as questões de investigação, apresentadas no início deste capítulo, pretendíamos identificar as características de mediação de professores de Ciências Físicas menos experientes, mais concretamente, acerca da promoção de práticas epistémicas nos seus alunos e verificar de que modo as ferramentas de ajuda, entretanto apresentadas, os ajudaram a estruturar e a melhorar as suas mediações no sentido de aumentarem a ocorrência destas práticas, tendo como

referência as práticas de ensino de um professor mais experiente. Pretendíamos ainda levar os professores menos experientes a refletirem nas suas práticas de ensino com o intuito de sentirem necessidade de as melhorar e, conseqüentemente, melhorarem as suas competências profissionais.

Foram estabelecidos vários contactos com colegas, professores do ensino básico e secundário, com vista à sua colaboração neste estudo. Surgiram os primeiros constrangimentos: apesar de acharem a ideia interessante, consideravam não ter tempo para dispensar ao projeto. Após várias tentativas, dois professores disponibilizaram-se a participar (Professores A e B). Foi-lhes apresentada a colaboração pretendida. Estes professores manifestaram um total desconhecimento dos conceitos a abordar neste estudo. Tinham apenas uma ideia muito ténue do conceito de mediação mas desconheciam por completo o conceito de práticas epistémicas. Este constrangimento inicial foi uma mais-valia para o nosso estudo uma vez que veio contribuir para uma das lacunas apresentadas no enquadramento teórico, como era nosso objetivo. Ou seja, além de podermos contribuir com dados empíricos, em ambiente real de sala de aula (uma das lacunas apresentadas), poderíamos ainda contribuir com práticas de ensino de professores que não estavam minimamente ao corrente da literatura nestes temas. Estes professores revelaram ainda pouca experiência em práticas de ensino que estimulassem uma aprendizagem mais ativa por parte dos alunos.

Sentimos então a necessidade de um outro caso de estudo que tivesse outras experiências e vivências diferentes e que servisse de referência para podermos aferir as práticas de ensino dos diferentes casos. Pareceu-nos interessante perceber em que diferiam as características da mediação entre os três casos pois, possivelmente, haveria interpretações diferentes tanto ao nível da promoção das práticas epistémicas nos alunos como na abertura à reflexão e adaptação às ferramentas de mediação que se iriam disponibilizar uma vez que as experiências profissionais seriam, à partida, diferentes.

Por conseguinte, a escolha do terceiro caso (Professor C) recaiu num membro do projeto (PTDC/CED/66699/2006) que, possuindo os mesmos níveis de ensino que os casos A e B, prontamente se disponibilizou a colaborar.

Na tabela 3.1 apresentam-se as características profissionais dos três professores envolvidos nesta investigação, durante o ano letivo de 2007/2008.

<i>Prof</i>	<i>Género</i>	<i>Formação</i>	<i>Formação em curso</i>	<i>Experiência Profissional</i>	<i>Apetência pelo ensino</i>	<i>Investigação</i>
Prof. A	M	Lic. Física (ensino, c/ estágio) UBI	A iniciar Mestrado em Física (formação continua de professores) U. Minho	6 anos de ensino (3 anos no básico; 3 anos no secundário)	Frequência de ações de formação a nível pedagógico	_____
Prof. B	F	Lic. Eng. Química ISEP (Prof. em serviço)	_____	12 anos de ensino básico	Frequência de ações de formação a nível pedagógico; Colaboração em vários projetos pedagógicos	_____
Prof. C	F	Lic. Física e Química (ensino, c/ estágio) UTAD	Mestrado (Ensino da Física) – U. Minho Doutoranda em Ciências Físicas (ramo Didática) UTAD	25 anos de ensino básico e secundário; 8 anos de orientação de estágios pedagógicos	Frequência de ações de formação a nível pedagógico	Colaboração em alguns projetos de investigação didática; Várias comunicações apresentadas e publicadas

Tabela 3.1 – Características profissionais dos professores intervenientes na investigação (ano letivo 2007/2008)

O professor C, em virtude de pertencer ao projeto (PTDC/CED/66699/2006) teve oportunidade de refletir sobre as suas práticas de ensino e discuti-las com os outros membros da equipa de investigação. Aos professores A e B, excetuando o ciclo de investigação-ação já apresentado, isso nunca lhes foi proporcionado.

No subcapítulo que se segue procede-se à caracterização dos casos de estudo desta investigação. Relativamente à caracterização das turmas envolvidas relembramos que a mesma é da responsabilidade do respetivo Diretor de Turma. Atualmente, esta caracterização é apresentada sob a forma de tabela, resultante dos dados obtidos através de questionários que o Diretor de Turma recolhe junto dos alunos logo no início do ano letivo. Foi com base nessas tabelas e informações recolhidas junto dos professores intervenientes que elaboramos a caracterização de todas as turmas envolvidas, devidamente detalhada, nas narrações multimodais (ANEXO 1). As diferenças que possam surgir nessas caracterizações devem-se à não normalização das informações recolhidas. A caracterização dos alunos será feita de um modo muito sucinto mas de modo a permitir uma melhor contextualização dos casos que, como já foi referido, diferem de caso para caso e, no geral, de estudo para estudo.

As informações relativas à caracterização das escolas e à situação sociocultural da população envolvente foram retiradas dos Projetos Educativos e Projetos Curriculares de Turma das respetivas escolas e complementados com dados retirados da página da IGE.

Durante este estudo os **professores A e B** mantiveram-se, durante os dois primeiros anos de intervenção, nas mesmas escolas (escolas E.B. 2,3), inseridas em meios rurais e com características sociais e culturais semelhantes. Durante as duas primeiras intervenções pedimos

a devida autorização para a recolha de dados aos respetivos órgãos diretivos, que foi concedida sem qualquer constrangimento.

O **professor C** manteve-se sempre na mesma escola, onde leciona há cerca de 20 anos. Logo no início do estudo foi pedida autorização aos órgãos diretivos da escola para a obtenção dos dados julgados necessários. Não houve qualquer impedimento nestes procedimentos.

Na 3ª fase deste estudo os **professores A e B** decidiram mudar de escola. Ambos foram colocados em escolas E.B.2,3/S, inseridas em meios mais urbanos também com características semelhantes. Enquanto o professor A continuou a lecionar turmas do 3º Ciclo, o professor B deu preferência a turmas do ensino secundário. Contudo, como pretendia dar seguimento à sua colaboração nesta investigação pediu, na nova escola, que lhe fosse distribuída pelo menos uma turma do 3º Ciclo. Como o seu horário ficava completo com uma turma de 10º ano e outra de 11º ano esse pedido não pôde ser realizado. Devido a este factor os dados fornecidos na 3ª intervenção pelo professor B foram recolhidos no 11º ano.

Mais uma vez solicitamos junto dos novos diretores destas escolas autorização para a recolha de dados. Apesar da boa vontade mostrada em ambos os casos isso resultou infrutífero. O excesso de burocracia exigida prolongou-se no tempo impedindo esses procedimentos. Excetuando as gravações áudio, todos os restantes dados foram recolhidos diretamente junto dos professores intervenientes, em encontros semanais (pessoalmente). Neste primeiro encontro solicitamos ao professor um resumo oral (ou por escrito) do que se tinha passado na sala de aula que, posteriormente, completávamos na presença de todos os outros dados com vista à elaboração da narração multimodal. Recorremos frequentemente a contactos telefónicos para complemento de informações.

3.2.1.1 Caracterização do caso de estudo A

O professor A possui uma licenciatura em Física, ramo educacional com estágio integrado, obtida na Universidade da Beira Interior. Encontrava-se a iniciar Mestrado em Física pela formação contínua de professores, na Universidade do Minho. Possuía como experiência profissional seis anos de lecionação, dos quais três anos como professor de CFQ do ensino básico e outros três anos como professor do ensino secundário. Possuía ainda frequência de ações de formação a nível pedagógico. Até ao momento não possuía qualquer experiência na investigação.

Implementou a **1ª fase do estudo** numa turma de 7º ano, constituída por 23 alunos com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos. Todos estes alunos eram pela primeira vez alunos deste professor.

As aulas decorreram numa sala que funcionava como laboratório de Ciências Naturais e de C.F.Q., bastante espaçosa e com mesas colocadas em três filas, onde os alunos se distribuíam de acordo com a planta que se encontra na figura. 3.2.

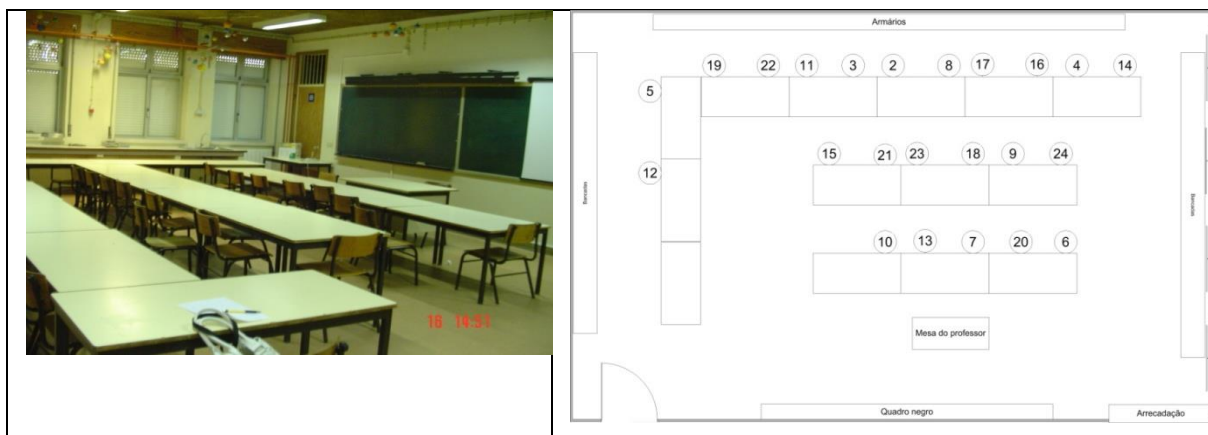


Figura 3.2 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

As principais dificuldades diagnosticadas nestes alunos foram as seguintes: falta de responsabilidade e empenho, manifestados na realização das tarefas propostas; pouco tempo dedicado aos estudos; poucos hábitos de organização, de trabalho e de estudo; pouco empenho para superar as dificuldades manifestadas; pouco participativos e necessidade de chamar a atenção. Estas dificuldades acabaram por se repercutir no final do ano letivo com a retenção de seis alunos.

Na **2ª fase do estudo** colaborou uma turma do 9º ano, da mesma escola, constituída por 22 alunos, com idades compreendidas entre os 13 e os 17 anos e média de idades de 14,5 anos. O estudo foi implementado num dos turnos, constituído por 10 alunos, todos alunos do 9º ano pela primeira vez, com comportamento considerado satisfatório. De um modo geral, os fatores mais referidos para o insucesso escolar foram a falta de atenção e concentração, a falta de hábitos de estudo e rápido esquecimento do que foi trabalhado, o desinteresse pela disciplina e a indisciplina na sala de aula.

As aulas decorreram numa sala de Trabalhos Oficiais, bastante espaçosa, onde as mesas de trabalho estavam agrupadas de modo a que os alunos pudessem trabalhar em 3 grandes grupos, conforme consta da planta que apresentamos na figura 3.3.

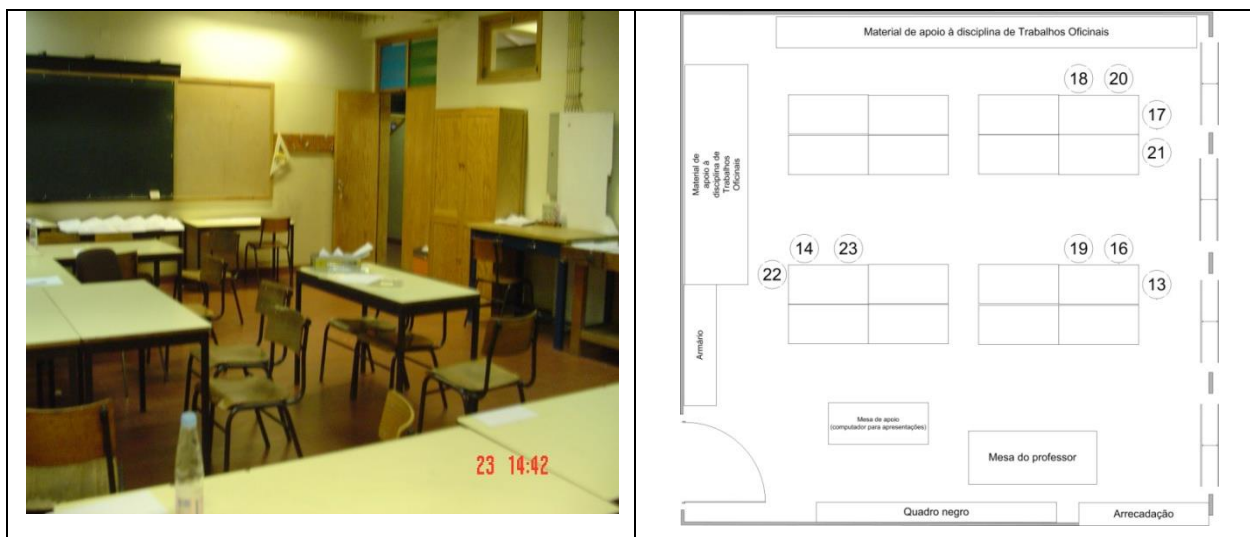


Figura 3.3 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A escola onde se implementou a 1ª e 2ª fase desta investigação pertence ao concelho mais oriental do distrito do Porto. É uma escola de 2º e 3º Ciclo, sede de agrupamento, inserida num ambiente rural, onde a agricultura ainda é o meio mais comum da subsistência das famílias. Apresentava falta de espaços apesar de as salas específicas estarem razoavelmente equipadas com o material necessário ao seu funcionamento. Em matéria de informatização, a escola encontrava-se equipada com computadores em todos os seus sectores e com ligação à Internet.

Devido à escassez de emprego e aos fenómenos emigratórios (essencialmente para a construção civil), a população era maioritariamente feminina (essencialmente domésticas), com habilitações literárias ao nível do 4º ano de escolaridade. Apenas uma percentagem reduzida possuía a escolaridade obrigatória. Apesar da escolaridade obrigatória ser já há alguns anos o 9º ano, os dados recolhidos evidenciavam um elevado insucesso e abandono escolar. Este facto, considerado um elemento decisivo na definição de um meio sociocultural fragilizado, não contribuía para que os alunos tivessem um ambiente familiar favorável ao desenvolvimento de bons hábitos escolares (leitura, escrita, interesses culturais, etc.).

Na **3ª fase do estudo** colaborou uma turma do 8º ano, de uma outra escola, constituída por 29 alunos, com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos e média de idades de 13,9 anos, cujos principais fatores de insucesso escolar prendiam-se com a falta de métodos e hábitos de trabalho e de estudo sistemático bem como a falta de atenção e de concentração. O estudo foi implementado num dos turnos, constituído por 13 alunos, todos alunos do professor pela primeira vez.

De um modo geral, estes alunos revelavam-se responsáveis, com um comportamento satisfatório e bom aproveitamento escolar.

As aulas decorreram no laboratório, de construção recente e bastante espaçoso, onde os alunos se distribuíam de acordo com a planta constante na figura 3.4.

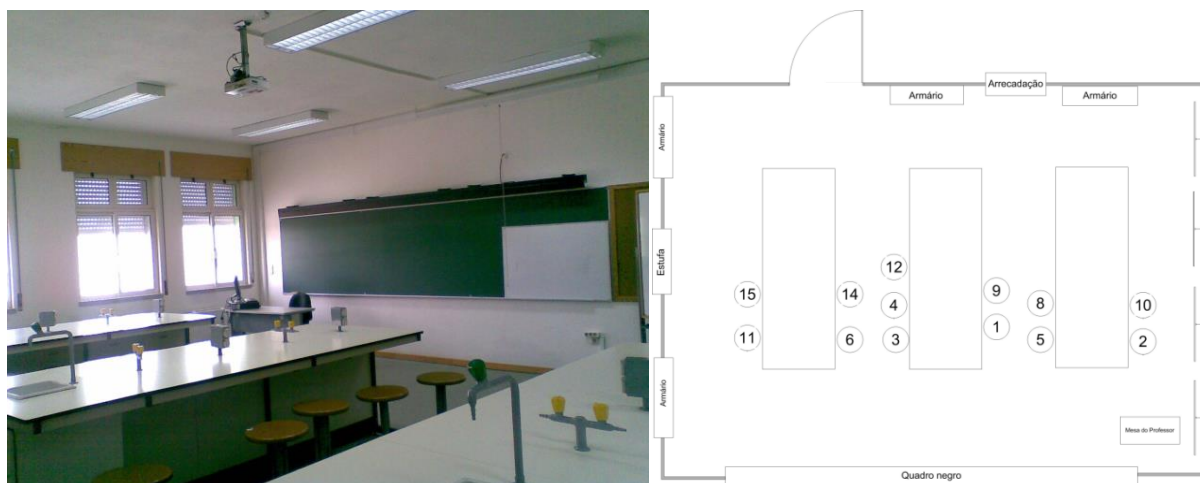


Figura 3.4 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor A, na 3ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A escola onde decorreu a 3ª fase deste estudo está situada numa cidade da zona Norte do País, de construção recente, bem apetrechada, com espaços limpos, aprazíveis e bem organizados. É uma escola EB/S e sede de agrupamento. Nesta escola verificava-se uma boa organização entre departamentos. O trabalho de equipa, a partilha de documentos e a elaboração conjunta de instrumentos de avaliação, eram considerados pelos docentes como elementos facilitadores de documentos e acompanhamento da prática letiva de cada docente.

Relativamente à população envolvente, e no que diz respeito aos Encarregados de Educação destes alunos, verificava-se que apenas 6,3% dos Encarregados de Educação completaram o Ensino Superior ou Secundário, possuindo a grande maioria habilitações ao nível do 2º e 3º Ciclos. Todavia, este factor não os impedia de participar de forma muito empenhada na vida escolar dos seus filhos, não apenas nas reuniões, mas através da realização de grandes eventos que a escola abria à comunidade.

3.2.1.2 Caracterização do caso de estudo B

O professor B é licenciado em engenharia química pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Fez a profissionalização em serviço. Possui 12 anos de atividade letiva, todos no 3º Ciclo. Durante o seu percurso profissional frequentou algumas ações de formação a nível pedagógico e colaborou em vários projetos pedagógicos. Até ao momento não possuía qualquer experiência de investigação.

A **1ª fase do estudo** foi implementada numa turma do 8º ano, constituída por 29 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos e média de idades de 13,5 anos (todos alunos deste professor pela primeira vez), mais concretamente num dos turnos constituído por 13 alunos, com comportamento bastante heterogéneo. De um modo geral, as principais dificuldades diagnosticadas nesta turma eram ao nível de: expressão oral e escrita; interpretação de mensagens em diferentes suportes gráficos; compreensão e aplicação de conhecimentos; reconhecimento de informação essencial; avaliação de resultados; raciocínio lógico e relacionamento de informação.

As aulas decorreram sempre na mesma sala, o laboratório, com 6 bancadas, onde os alunos se distribuíam de acordo com a planta constante na figura 3.5.

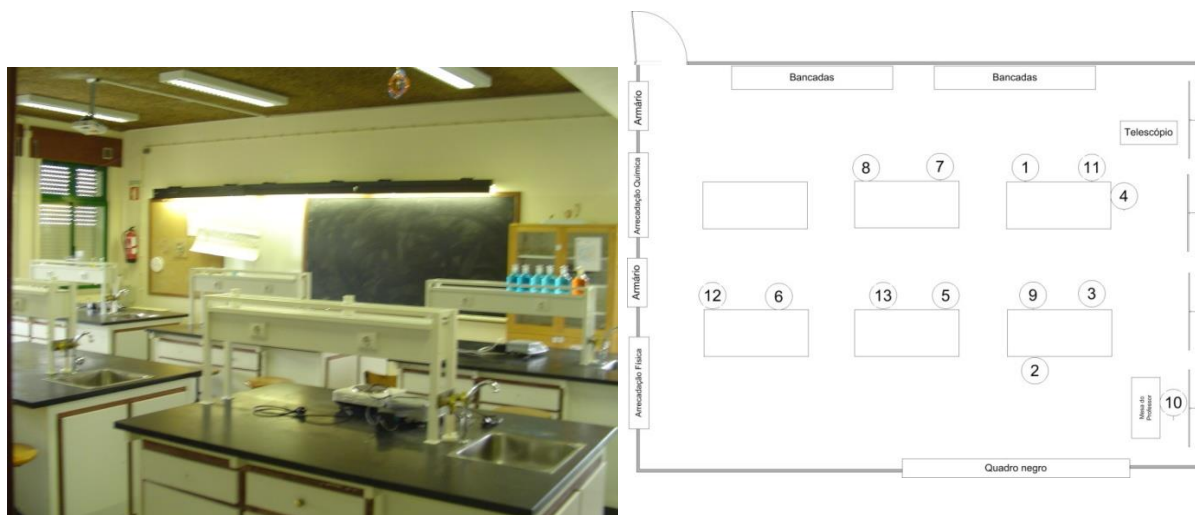


Figura 3.5 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

Na **2ª fase do estudo** participou a mesma turma, desta vez a frequentar o 9º ano, num dos turnos constituído por 12 alunos. Em termos de comportamento e de dificuldades diagnosticadas a análise era semelhante à do ano anterior. As aulas decorreram na mesma sala do ano anterior, com os alunos dispostos do modo que se apresenta na planta constante na figura 3.6.

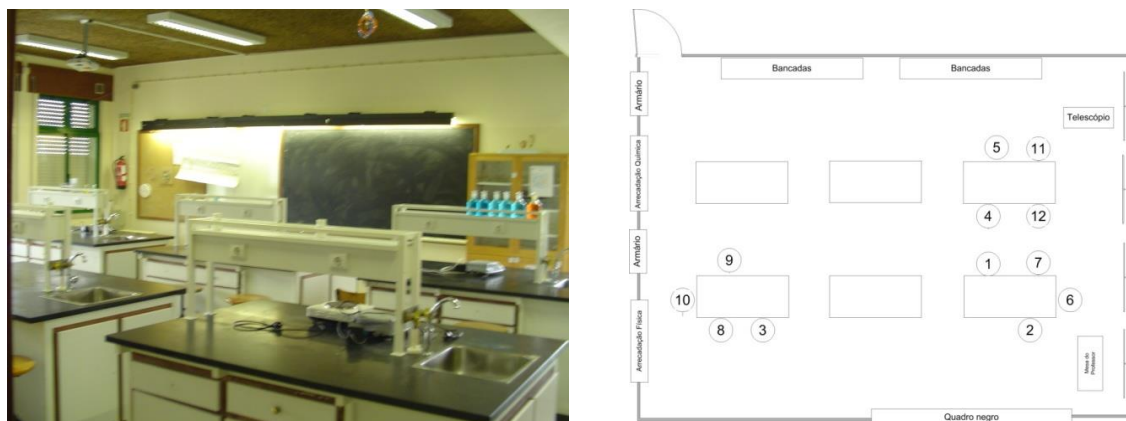


Figura 3.6 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A *escola* onde o professor B implementou as **duas primeiras fases do estudo** dista cerca de 20km da escola onde o professor A implementou os mesmos estudos. Ambas pertencem ao concelho mais oriental do distrito do Porto e ambas são escolas de 2º e 3º Ciclo e sede de agrupamento. Apresentam, portanto, as mesmas características a nível das infraestruturas e materiais de apoio. As características familiares dos alunos são também semelhantes às já descritas para a 1ª e 2ª fase do estudo, do professor A.

Na **3ª fase do estudo** colaborou uma turma do 11º ano, de outra escola constituída por 26 alunos, com idades compreendidas entre os 15 e os 19 anos e média de idades de 16,6 anos, dos quais 19 alunos frequentavam o 11º ano pela primeira vez. Eram alunos do professor pela primeira vez. As aulas decorriam ora no laboratório ora numa sala normal (fig. 3.7).



Figura 3.7 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 3ª fase do estudo

As janelas destas salas apenas tinham umas cortinas que não possibilitavam escurecê-las devidamente.

Os alunos distribuíam-se de acordo com a planta constante na figura 3.8.

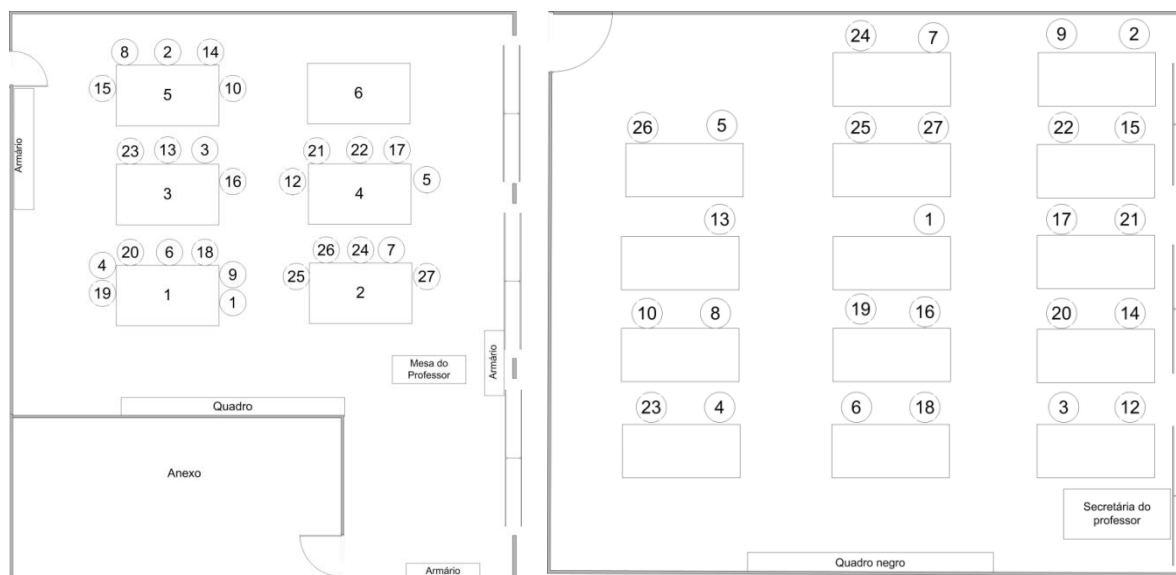


Figura 3.8 – Plantas das salas onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 3ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A escola onde o professor B implementou a 3ª fase do estudo é uma escola EB/S (não agrupada), que visava prosseguir os objetivos previstos na Lei de Bases do Sistema Educativo para o Ensino Básico e Secundário, geral e profissional, bem como, aqueles que foram determinados para o Reconhecimento, Validação e Certificação de Competências, no âmbito da Iniciativa Novas Oportunidades. Encontra-se situada numa vila, sede de concelho, na região do Douro, numa região predominantemente rural, com baixos índices de desenvolvimento socioeconómico.

Como resposta ao abandono escolar e às necessidades de formação do Concelho, a Escola oferecia percursos alternativos ao ensino regular. Toda a comunidade educativa, com especial relevo para os alunos, reconhecia que a Escola tinha um ambiente de bom relacionamento baseado na segurança e no respeito mútuo.

Relativamente à população envolvente, e no que dizia respeito aos Encarregados de Educação, o perfil sociocultural mantinha-se muito semelhante ao já descrito para a 1ª e 2ª fase do estudo. Ou seja, as famílias apresentavam fraca formação e os Encarregados de Educação, regra geral, apresentavam um fraco envolvimento na vida escolar dos seus educandos à exceção das reuniões sobre avaliação com os Diretores de Turma. Tanto os pais como os alunos apresentavam ainda baixas expectativas de futuro.

3.2.1.3 Caracterização do caso de estudo C

A **1ª fase do estudo** foi implementada com uma turma do 8º ano, constituída por 26 alunos (todos alunos deste professor desde o 7º ano de escolaridade), com idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos e média de idades de 13 anos. O estudo incidiu num dos turnos constituído por 15 alunos dos quais 4 alunos frequentavam o 8º ano pela 2ª vez.

As aulas decorreram sempre na mesma sala, um laboratório, onde os alunos se distribuíam em U (fig. 3.9), por opção do professor.

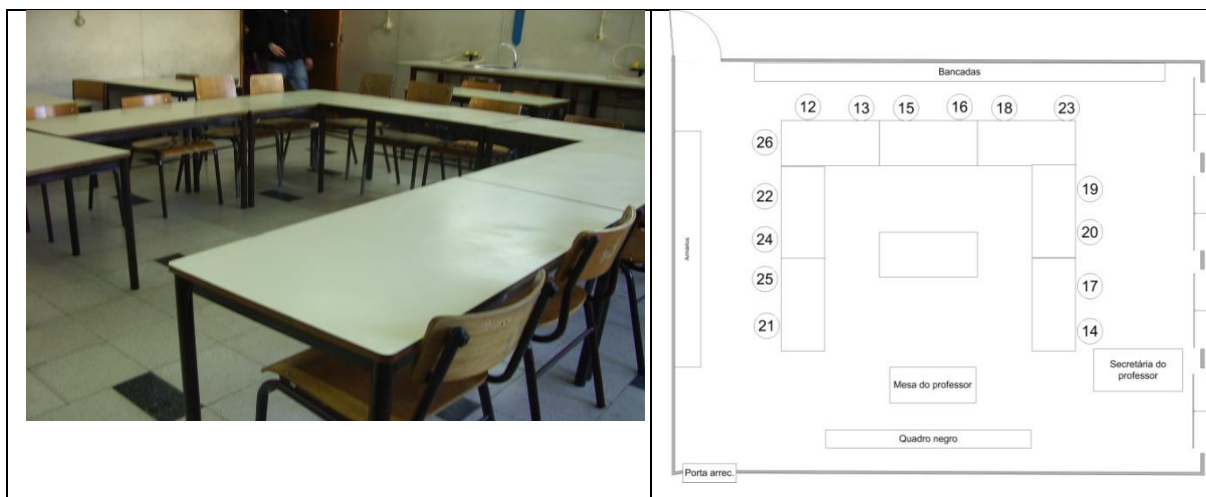


Figura 3.9 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor C, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A **2ª fase do estudo** decorreu com a mesma turma, mais concretamente num dos turnos constituído por 14 alunos com características algo heterogéneas relativamente ao ritmo de aprendizagem e nível de conhecimentos. De um modo geral, os factores mais referidos para o insucesso escolar foram: a insuficiência de conhecimentos relativos a estádios de aprendizagem anteriores; lacunas na apreensão, memorização e compreensão de conteúdos; dificuldades na aplicação dos conhecimentos a novas situações; dificuldades nos domínios da expressão oral e escrita; desconcentração; falta de responsabilidade e empenho manifestados na realização das tarefas propostas e no facto de não trazerem para a aula, todo o material necessário.

As aulas decorreram na mesma sala do ano anterior, com os alunos distribuídos como consta da planta que a seguir se apresenta (fig. 3.10).

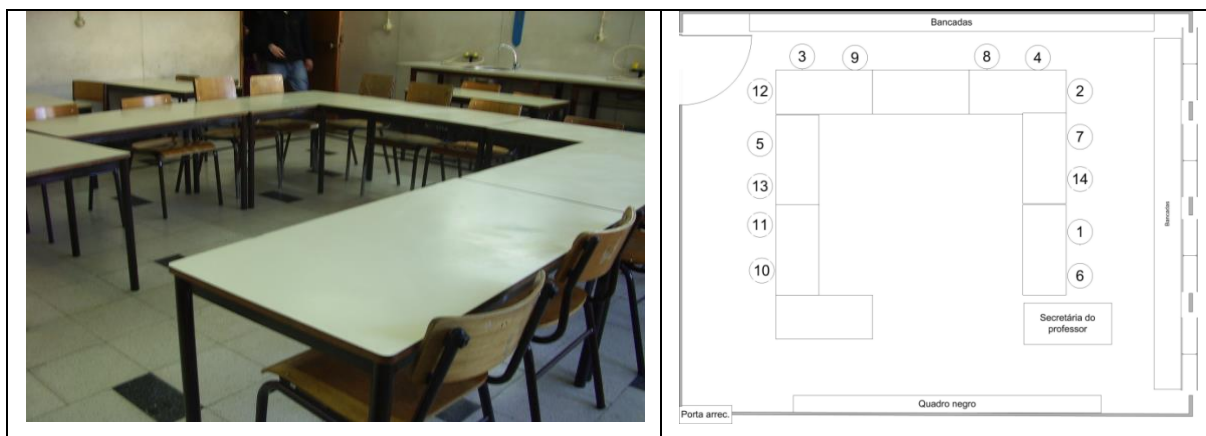


Figura 3.10 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor C, na 2ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A **3ª fase do estudo** decorreu com uma turma do 8º ano, constituída por 22 alunos (também alunos deste professor desde o 7º ano), com média de idades de 13 anos, mais concretamente um dos turnos constituído por 10 alunos. As principais dificuldades diagnosticadas nestes alunos foram as seguintes: insuficiência de conhecimentos relativos a estádios de aprendizagem anteriores; lacunas na apreensão, memorização e compreensão de conteúdos; dificuldades na aplicação dos conhecimentos a novas situações; dificuldades nos domínios da expressão oral e escrita; desconcentração; falta de responsabilidade e empenho, manifestados na realização das tarefas propostas e no facto de não trazerem para a aula todo o material necessário.

A sala onde decorreu esta intervenção foi a mesma dos anos anteriores, com os alunos distribuídos em U, como se apresenta na figura 3.11.

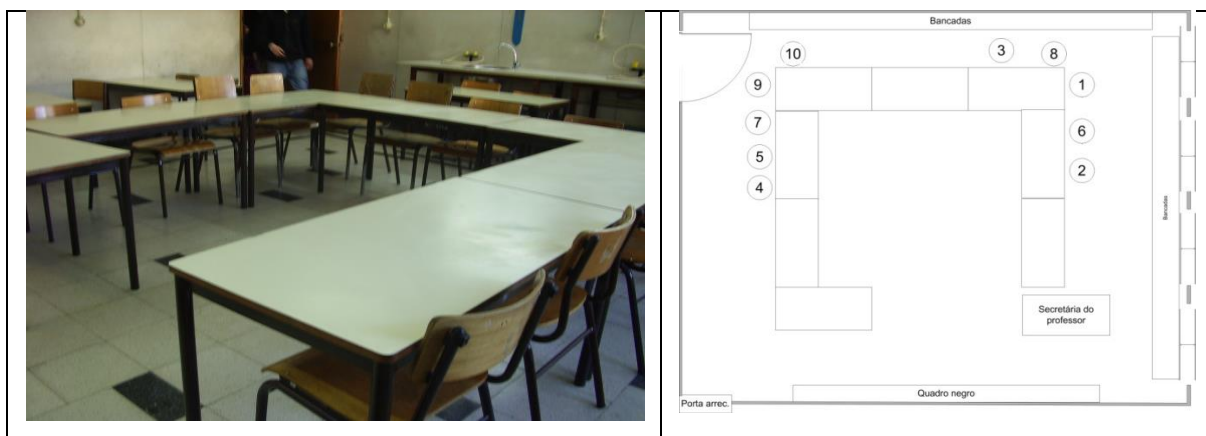


Figura 3.11 – Fotografia da sala onde decorreram as aulas de Ciências Físico-Químicas do professor B, na 1ª fase do estudo, e respetiva distribuição dos alunos

A **escola** onde decorreram as 3 fases do estudo da nossa investigação está situada numa cidade, capital de distrito, da zona Norte, que, além de possuir todos os níveis de ensino é ainda dotada de Escolas Profissionais e de Centro de Formação Profissional. Apesar de contar já com

alguns anos de construção, as suas estruturas e equipamentos têm sofrido melhorias no sentido de conseguir a sua adaptação às diversas exigências das diferentes cargas curriculares.

Os dados obtidos para esta escola não foram suficientes para elaborar a caracterização das famílias de modo coerente. Ainda assim, revelam que a formação escolar dos pais destes alunos tem uma base estrutural satisfatória relativamente a certas valências e a certos valores, denominadamente os comportamentais.

3.3 Recolha de dados

Ao longo deste estudo foram recolhidos os dados julgados necessários para responder às questões de investigação formuladas. Para este efeito foram pedidas e concedidas as devidas autorizações aos órgãos competentes estando todos os intervenientes neste estudo protegidos por anonimato. A recolha dos dados decorreu durante os três anos de implementação, coincidentes com as três fases do estudo.

Ou seja, para os casos A e B (professores A e B, respetivamente) esta recolha ocorreu nos anos letivos de 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. Como a nossa pretensão era a obtenção de dados empíricos, respeitantes a aulas lecionadas pelos professores intervenientes, no caso do professor C (caso C) não foi possível realizar-se a recolha de dados no ano letivo de 2009/2010. Como este professor tinha estágios pedagógicos viu essa recolha impossibilitada uma vez que, aquando da recolha de dados, as aulas deste professor estavam a ser lecionadas pelos seus estagiários. Assim, para este professor, a recolha dos dados relativos à 3ª implementação ocorreu logo no início do ano letivo seguinte (2010/2011).

1ª fase do estudo

Com a primeira fase do estudo (*fase avaliativa*) pretendíamos recolher dados que nos permitissem identificar características de mediação sobre as reais práticas de ensino dos professores envolvidos, promotoras (ou não) de práticas epistémicas nos seus alunos, em ambiente real de sala de aula. O nosso objetivo era a recolha de dados genuínos, sem qualquer intervenção por parte do investigador no sentido de os levar a terem cuidados especiais com a sua mediação. Como tal, apenas se solicitou aos professores intervenientes a sua colaboração no fornecimento de todas as informações necessárias do que realmente se passou na sala de aula, com vista à posterior elaboração da narração multimodal (NM) das aulas em questão (ANEXO 1). Ou seja, todas as interações tidas com os professores nesta primeira intervenção tiveram como único objetivo esclarecer dúvidas acerca da própria aula para elaborarmos as

respetivas narrações multimodais. As narrações multimodais foram elaboradas pelo investigador, sem observação direta (Seção 3.4.1.1). Com este objetivo recolheram-se os seguintes dados, junto dos professores e alunos:

- Gravações áudio das aulas;
- Relato sucinto sobre a aula;
- Planta da sala de aula e respetiva distribuição dos alunos;
- Fotocópias dos cadernos dos alunos;
- Registos efetuados no quadro, quer pelo professor quer pelos alunos;
- Tarefas proporcionadas aos alunos;
- Recursos e materiais disponibilizados;
- Caracterização da turma (Projeto Curricular de Turma);
- Caracterização da escola (Projeto Educativo da Escola);
- Conversas informais no sentido de esclarecimento de dúvidas sobre o que realmente se passou na aula.

Todos estes dados foram organizados, como já foi referido, através das narrações multimodais de todas as aulas lecionadas, sendo estas um importante instrumento para a nossa investigação uma vez que são consideradas como um relato descritivo de todas as ações que ocorreram na sala de aula quer dos professores quer dos seus alunos (Lopes et al., 2014).

2ª fase do estudo

Esta fase, juntamente com a 1ª fase, correspondeu a um ciclo completo de *investigação-ação*, implementado com os professores A e B, tendo como referência os resultados obtidos pelo professor C, cujas práticas de ensino nos serviram de referência. Nesta fase houve uma interação permanente entre o investigador e os professores A e B, como descrito na seção 3.2. Teve início com a apresentação e discussão dos resultados preliminares obtidos na 1ª fase do estudo. De seguida apresentamos e explicamos a estes professores as ferramentas de ajuda entretanto produzidas e validadas no projeto (PTDC/CED/66699/2006) (ANEXO 2) para os ajudar a estruturarem e a melhorarem as suas mediações: como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem; como potenciar a aprendizagem através do processo de avaliação e *feedback*; como melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas; como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno através do trabalho que se pretende que o aluno realize; como promover práticas epistémicas na sala de aula (Lopes et al., 2012). Tendo em vista o nosso objeto de estudo solicitamos a estes professores uma focagem especial na implementação da ferramenta sobre práticas epistémicas.

Outra ferramenta que mereceu a nossa especial atenção, reforçada pelos resultados preliminares obtidos na 1ª fase do estudo, foi a respeitante ao trabalho solicitado aos alunos, mais concretamente ao que diz respeito à apresentação e condução da tarefa. Acrescentamos aos dados recolhidos mencionados para a 1ª fase do estudo, várias interações informais (pessoais, por *e-mail* ou telefone) com os professores A e B que ocorreram sempre que estes professores sentiram necessidade de esclarecer qualquer dúvida de interpretação ou implementação sobre as ferramentas de ajuda (ciclo de investigação-ação com vista a um desenvolvimento profissional heterodirigido, tal como está descrito na seção 3.2). Nestas interações houve sempre o cuidado em não interferir com as escolhas e decisões dos professores. Apenas se tentavam encaminhar para a ferramenta que, do nosso ponto de vista, melhor esclarecesse as dúvidas colocadas, tendo sempre como referência os resultados obtidos junto do professor C.

Aos professores A e B foi ainda distribuído um questionário para aferir de que modo estes professores apropriaram as ferramentas de ajuda (ANEXO 6). Este questionário era composto por sete questões (Fig. 3.12). Foi validado pela equipa de investigação do projeto (PTDC/CED/66699/2006).

Questionário sobre como os professores apropriaram as ferramentas de ajuda	
1-	Leu todas as ferramentas de ajuda? (Se não, quais leu?)
2-	Quais as ferramentas de ajuda que lhe suscitaram mais interesse? Porquê?
3-	Que reflexões lhe suscitou cada uma das ferramentas de ajuda?
4-	Que ferramentas/dimensões usou nas suas aulas? (qual o <i>mix</i> ?)
5-	Quais os aspetos específicos de cada ferramenta que lhe chamaram a atenção?
6-	Quais destes aspetos específicos usou nas suas aulas?
7-	Que resultados/impacto acha que as contribuições das ferramentas de ajuda tiveram nas suas aulas?

Colaborador:

Figura 3.12 – Questionário sobre como os professores apropriaram as ferramentas de ajuda, distribuído no final da 2ª fase do estudo

3ª fase do estudo

Na terceira fase do estudo, todos os professores trabalharam autonomamente (fase avaliativa). Nesta intervenção os professores puderam recorrer a todos os documentos produzidos e implementados nas intervenções anteriores. Não houve qualquer interação no sentido de clarificação de dúvidas. O objetivo era verificar de que modo as práticas de ensino resultantes da 2ª fase, do estudo, com vista à promoção de práticas epistémicas nos alunos, se mantinham ou se alteravam e em que sentido.

Como os professores A e B tinham mudado de estabelecimento de ensino e as autorizações para as gravações áudio não foram conseguidas atempadamente, a elaboração das narrações multimodais foi ainda mais morosa e difícil. Na ausência do registo áudio, o

investigador reunia com o professor imediatamente a seguir à aula em estudo. Nesta primeira reunião solicitava um relato oral do que se tinha passado na aula. Geralmente os professores, já alertados para esta necessidade, durante o decurso da aula iam tomando nota das questões colocadas e das intervenções dos alunos. Regra geral os professores já iam munidos para a aula com um relato sucinto, tipo guião, de todos os passos que pretendiam seguir. No final faziam os ajustes de acordo com o que realmente se tinha passado. Todas estas informações eram registadas pelo investigador. Nesta primeira reunião recolhíamos também todos os outros dados (já enunciados) necessários à elaboração das NM que o investigador ia consultando e organizando enquanto o professor continuava com o cumprimento do seu horário. À hora de almoço ou no final desse mesmo dia (conforme a disponibilidade do professor) o investigador reunia novamente com o professor para o esclarecimento das dúvidas que iam surgindo após o cruzamento de todos os dados. Com o surgimento de novas dúvidas durante a elaboração da NM, que se prolongava até à aula seguinte lecionada pelo professor, o investigador mantinha com frequência contactos telefónicos com estes professores até esclarecimento de todas as dúvidas que iam surgindo. Durante este processo também recorremos ao *e-mail* para o envio das respetivas NM de modo a irmos complementando todas as informações. A NM só se dava por concluída quando os professores se reviam plenamente no que estava escrito. Para mantermos esta coerência procedemos de modo análogo com o professor C que, como mantinha autorização para a recolha de aulas, ainda disponibilizou as gravações áudio. Todos os dados recolhidos foram os já mencionados para a primeira parte do estudo com vista à elaboração das respetivas narrações multimodais.

Como um dos objetivos da terceira parte do estudo era verificar de que modo as NM e as ferramentas de ajuda disponibilizadas contribuíram para a reflexão das práticas destes professores no sentido os ajudarem a desenvolverem profissionalmente foi ainda distribuído um segundo questionário (fig. 3.13), constituído por dez questões que nos pareceram pertinentes para responder à 3ª QI.

À exceção da 1ª questão, todas as outras nove questões foram adaptadas de questões já utilizadas na literatura. Ou seja, as questões 2, 4, 5, 6 e 10 foram adaptadas de Tillema e Orland-Barak, 2006; as questões 3 e 9 foram adaptadas de Gillentine, 2006; a questão 7 foi adaptada de Butler e colegas, 2004; a questão 8 foi adaptada de Franke e colegas, 1998. Também este questionário foi validado pela equipa de investigação do projeto (PTDC/CED/66699/2006).

Questionário final

Durante 3 anos letivos colaborou no estudo intitulado “Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores em contexto de Ciências Físicas – o papel de ferramentas de ajuda”.

No primeiro ano da sua participação (ano letivo 2007/2008) apenas lhe foi solicitado a recolha de documentos que nos permitiram elaborar narrações multimodais das suas aulas.

- 1- Durante esse ano letivo (2007/2008) teve algum cuidado especial com a sua mediação em sala de aula? Se sim, refira qual ou quais.

No início do segundo ano de colaboração (ano letivo 2008/2009) apresentámos-lhe a análise, por nós efetuada, das narrações multimodais elaboradas no que concerne às características da sua mediação em termos da ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos, bem como as características que nos permitiram concluir acerca dos seus esforços (ou insucessos) na promoção destas práticas. Apresentamos-lhe ainda ferramentas de mediação que visavam uma maior qualidade de aprendizagens dos seus alunos, bem como ajudá-lo a estruturar e a melhorar a sua mediação.

- 2- Durante esta análise e apresentação, quais os aspetos que achou mais relevantes para refletir nas suas práticas de ensino?
- 3- Considera que as narrações multimodais foram úteis como ferramenta de reflexão e de aprendizagem? Explique de que modos foram úteis.

Durante esse ano (2008/2009) foi-lhe novamente solicitada a recolha de documentos com vista à elaboração de novas narrações multimodais. Todavia, nesta intervenção houve um acompanhamento permanente do investigador, no sentido de o esclarecer acerca de qualquer dúvida referente à implementação das ferramentas de mediação apresentadas.

- 4- Este acompanhamento contribuiu de algum modo para “pensar” de outro modo acerca das suas práticas letivas?
- 5- Pode descrever um incidente crítico que o fez repensar nas suas práticas de ensino?

Durante o terceiro ano de colaboração (2009/2010) foi-lhe novamente apresentada a análise das suas aulas. Foi-lhe ainda solicitada nova recolha de documentos, com vista à elaboração de novas narrações multimodais para podermos concluir acerca da importância que este trabalho teve para o seu desenvolvimento profissional. Durante esta intervenção não houve qualquer interação com o investigador, excetuando as necessárias para a recolha dos documentos necessários à elaboração das narrações multimodais.

- 6- Pensa que a sua participação neste estudo mudou o seu ponto de vista sobre as suas práticas de ensino? O que mudou?
- 7- Se notou alguma mudança nas suas práticas, acha que elas podem ser continuamente sustentadas?
- 8- Como pensa usar o que aprendeu em planificações futuras?
- 9- Durante este estudo qual ou quais os aspetos que achou mais determinante(s) para a sua aprendizagem?
- 10- De que modo acha que este estudo contribuiu para o seu desenvolvimento profissional?

O colaborador:

Figura 3.13 – Questionário final distribuído aos professores no final da 3ª fase do estudo

Como pretendíamos criar um ambiente de total liberdade para que os professores respondessem livremente a estes questionários, sem qualquer limitação de tempo, foi-lhes solicitado o respetivo envio por *e-mail*, no sentido de serem elaborados de acordo com a disponibilidade dos intervenientes, sem restrições de qualquer ordem.

3.4 Organização dos dados

Nas três fases que complementam este estudo, foi sempre solicitado aos professores um conjunto de dados que nos permitissem ter conhecimento do que realmente se passou nas suas aulas para podermos inferir acerca das suas práticas de ensino, mais concretamente aquelas que promovem práticas epistémicas nos seus alunos.

Existem vários instrumentos utilizados para colecionar dados sobre as práticas de ensino em sala de aula (p.e. Cohen et al., 2013), orientados para a investigação, centrados ou orientados para fenómenos específicos (por exemplo: a observação estruturada; incidentes críticos), ou orientados para a prática docente como um todo (por exemplo: vídeo ou gravação de áudio, observação natural, diários, observações).

Nesta investigação usamos a narração multimodal (Lopes et al., 2014) para organizar todos os dados recolhidos uma vez que, além de ser um instrumento orientado para a prática docente e para a investigação, inclui outros aspetos tais como as decisões do professor, os esforços dos alunos e o trabalho realmente realizado em sala de aula.

3.4.1 A Narração Multimodal

A narração multimodal foi concebida por Lopes e colegas (2014) no sentido de ser uma poderosa e útil ferramenta tanto para o ensino como para o desenvolvimento profissional, uma vez que ao refletir de forma fiel todas as ações que decorreram na sala de aula pode ajudar os professores em tomadas de decisão futuras pois permite-lhes tomarem consciência de aspetos que correram menos bem nas suas aulas e melhorarem as suas práticas de ensino já que a realidade da aula é, por vezes, diferente das perceções que os professores têm delas. É um instrumento que tem uma natureza especial no sentido de captar a intencionalidade dos professores e preservar a natureza complexa do ensino e da aprendizagem, permitindo a obtenção de dados reais e úteis para o nosso estudo, uma vez que reflete a intencionalidade do professor e não do investigador. Cumpre assim 3 critérios que não se encontram simultaneamente em outros instrumentos desta natureza já amplamente utilizados: (a) preserva a natureza complexa das práticas de ensino; (b) permite verificar, por terceiros, a sua “veracidade”, (c) permite a comparação entre narrações multimodais feitas por diferentes pessoas. Neste sentido, a NM torna-se um documento facilmente exequível, embora trabalhoso, quer por professores, quer por investigadores. Resulta num documento que reúne todos os dados recolhidos relativos à aula em questão: dados independentes, tais como, gravações de áudio ou vídeo, anotações dos professores, documentos cedidos pelo professor (antes, durante e após a aula), documentos elaborados pelos alunos, entre outros, organização espacial da sala de aula, recursos disponibilizados; dados dependentes do professor tais como, intenções, decisões, as suas reações, atitudes, silêncios e gestos (Fig. 3.14).

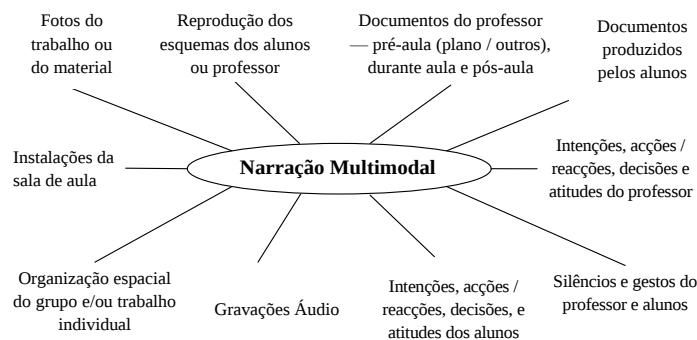


Figura 3.14 – Dados necessários para a elaboração de uma Narração Multimodal (projeto PTDC/CED/66699/2006)

Depois de concluída apresenta duas partes. Na primeira parte consta o relato resumido da aula na sua totalidade, bem como informações contextuais consideradas necessárias e uma resenha dos episódios. A segunda parte contém a descrição detalhada de todos os episódios de cada aula, com o respetivo início e término. Considera-se cada episódio como o correspondente à apresentação e término de uma tarefa. Ou seja, cada episódio começa com a apresentação de uma tarefa, problema ou desafio, e termina com a resposta à mesma ou, quando por algum motivo, ela é abandonada (Lopes et al, 2010a, 2010b).

Em suma, a primeira parte não é exaustiva, mas permite a quem a lê ter uma ideia do que realmente aconteceu na sala de aula. A segunda parte é constituída por todos os episódios da aula, apresentados de forma cronologicamente sequencial e contendo a descrição detalhada do que ocorreu com excertos multimodais de todos o tipo de dados recolhidos.

Neste estudo as NM foram elaboradas pelo investigador, cujo procedimento se descreve a seguir.

3.4.1.1 Como se elaborou a Narração Multimodal sem observação direta

O processo de elaborar narrações de aulas, sem observação direta, foi bastante moroso e complexo (Branco et al., 2009). Para conseguir elaborar uma narração fiável de aulas de outros professores teve que haver recetividade tanto pela parte do professor que lecionou a aula como pelo órgão de gestão (direção) da escola. Além disso tiveram ainda que se estabelecer laços de confiança entre todos os intervenientes neste processo. Os professores intervenientes tinham que se sentir confortáveis com a gravação das suas aulas e reconhecerem que a sua participação neste estudo visava a melhoria das suas práticas de ensino e das aprendizagens dos seus alunos. Ou seja, todo o empenho dos professores intervenientes neste estudo foi devidamente valorizado, respeitado, reconhecido e revestido de grande utilidade. Não se pretendia, de modo

algun, emitir juízos de valor com as narrações realizadas pois as narrações tinham como objetivo principal descrever o que realmente se passou na sala de aula de modo fidedigno e válido. Por conseguinte, não podiam ser apenas uma transcrição de uma mera gravação. Para os fins a que se propunham as NM deveriam ser um documento o mais completo possível que detalhasse não somente a contextualização da aula, mas também as intenções do professor (num registo descritivo, portanto sem qualquer justificação ou explicação, no sentido de permitir a compreensão de quem a lê) e as reações dos alunos. Assim, foram necessários, para além de uma grande diversidade de dados, recolher aspetos multimodais da aula para se construírem narrações multimodais ricas que permitissem identificar as características de mediação do professor e que pudessem ser relevantes para a aprendizagem dos alunos pois, mesmo que esses dados não parecessem importantes num primeiro momento, poderiam revelar-se de grande importância numa análise posterior. Procedeu-se então ao primeiro passo deste processo: a recolha de dados.

1º Passo: Recolha de dados

Após os primeiros contactos com os professores intervenientes, no sentido de se envolverem nesta investigação, solicitamos-lhe a gravação áudio das suas aulas, um relato resumido do que realmente se passou na sua aula, todos os documentos produzidos pelos alunos e professor tais como esquemas realizados no quadro, fotocópias dos cadernos dos alunos, fichas de trabalho apresentadas, apresentações realizadas, entre outros. Solicitamos ainda o acesso ao Projeto Curricular da Turma para procedermos à respetiva caracterização dos alunos e da escola (dados independentes). Só com estes documentos todos foi possível narrar de forma consistente o que se passou na sala de aula. Contudo, depois deste trabalho houve ainda necessidade de recorrer a novas interações com os professores intervenientes no sentido de complementarmos a narração com outros elementos (elementos multimodais) não graváveis, tais como, os silêncios, as ações e reações, as decisões ou intenções do professor nas suas ações, atitudes, gestos, organização espacial da sala de aula e recursos utilizados, esquemas feitos no quadro e outros que, não sendo possíveis de obter através da gravação poderiam ser significativos e relevantes para o enriquecimento da NM.

De referir que neste processo de recolha de dados, tal como acabamos de descrever, surgiu o primeiro constrangimento: os professores revelaram falta de tempo para elaborarem o relato resumido do que acontecia na aula. Devido a este fator, na 2ª intervenção (2ª fase do estudo), optamos por questionar oralmente os professores acerca do que se passou na aula de modo a ser o próprio investigador a elaborar esse relato. Nem sempre foi possível gravar essas

conversas pois, por vezes, decorriam em ambientes informais, como por exemplo durante um intervalo, durante o almoço ou via telefone. Tudo dependia da disponibilidade do professor. Era sempre ele que escolhia o horário e o modo que lhe parecia mais conveniente. Por conseguinte, houve necessidade de reunir com os professores pelo menos uma vez por semana (no mínimo) e de preferência logo após a gravação da aula, para garantir que esta estivesse mais presente na memória do professor. Depois desta reunião houve ainda necessidade de mais contactos que se efetuaram via telefone ou *e-mail* (quando não era possível presencialmente), para esclarecimento das dúvidas que iam surgindo.

Este procedimento repetiu-se durante a 3ª fase tanto na elaboração do relato resumido como do que acontecia na aula na sua totalidade devido à mudança de escola dos professores A e B. Apesar de os Diretores das respetivas escolas, recém-eleitos, terem procedido imediatamente às diligências necessárias para a autorização das gravações das aulas viram todo este processo prolongar-se no tempo o que impossibilitou a recolha dos dados como foram explicados anteriormente, para a 1ª fase. Nesta situação procedeu-se como já foi explicado na seção 3.3.

2º Passo: Elaboração da Narração Multimodal

Na posse de todos os documentos referidos procedemos à audição da gravação áudio e respetiva transcrição (da totalidade da aula). Esta etapa revelou-se a mais morosa de todas já que implicava a audição da gravação várias vezes pois, raramente se conseguia perceber na totalidade as intervenções de sala de aula numa única audição. Por outro lado, como não conhecíamos os alunos nem reconhecíamos as suas vozes de imediato, para conseguir realizar uma transcrição válida tivemos necessidade de recorrer, comparar e organizar os outros documentos solicitados ao professor. Só depois desta transcrição iniciávamos a construção da narração multimodal, propriamente dita.

A narração multimodal pretendia ser uma história completa e autocontida, genuína, comprovável (através da confrontação com todos os outros dados) e descritiva, com o mínimo de interpretação possível de modo a permitir a quem a lê saber o que realmente se passou na sala de aula, sem análises ou comentários pessoais de quem a elaborou. Ou seja, mesmo as intenções do professor tiveram de ser descritas em termos substantivos.

No final, a estrutura de cada narração multimodal fica composta por duas partes:

Na 1ª Parte constam os elementos contextuais (caracterização dos alunos, fotografia e planta da sala de aula com distribuição dos alunos) e o relato resumido da aula inteira (Fig. 3.15). Nesta parte há ainda referência ao tempo total da aula.

CFQ 8ºAno

Conceitos: O que é a luz; Propagação da luz; Sombras; Espectro eletromagnético

Contexto: Propriedades e Aplicações da luz.

Aula nº 1 e 2 (05/06/2008) – 90 minutos

Tempo total da aula: 1h; 19min; 23s

Hora do início da aula: 0h; 00min; 00s

Hora do início da gravação: 0h; 00min; 00s

Informações contextuais: A turma é constituída por 29 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos. Como a turma é desdobrada, a gravação da aula corresponde ao segundo turno, lecionado entre as 10.00h e as 11.30h, às quintas-feiras, ao qual se segue um intervalo de 15 minutos. Este turno é constituído por 13 alunos: 5 raparigas e 8 rapazes. Destes alunos, 2 têm 12 anos (2 raparigas); 8 têm 13 anos (4 rapazes e 3 raparigas); 1 tem 14 anos (1 rapaz); 2 têm 15 anos (2 rapazes) e 1 tem 16 anos (1 rapaz). Apesar de todos eles frequentarem o 8º ano pela primeira vez, 5 alunos apresentam uma ou mais retenções no seu percurso escolar.

Segundo a análise realizada pelo Diretor de Turma estes alunos apresentam um comportamento bastante heterogéneo. Se, por um lado a turma é constituída por alunos que se destacam de uma forma positiva, cumprindo todas as regras a ter em conta na sala de aula, por outro lado, possui também alguns alunos que revelam, pontualmente, um comportamento desadequado à situação de sala de aula.

De um modo geral, as principais dificuldades diagnosticadas nesta turma são ao nível de: expressão oral e escrita; interpretação de mensagens em diferentes suportes gráficos; compreensão e aplicação de conhecimentos; reconhecimento de informação essencial; avaliação de resultados; raciocínio lógico e relacionamento de informação. Não obstante há ainda alguns alunos que apresentam dificuldades adicionais: (...)

No que concerne a apoio social, 12 alunos da turma usufruem de subsídio escolar. São alunos desta professora pela primeira vez. Todos os alunos habitam nos arredores da escola pelo que utilizam o transporte escolar como meio de transporte. Em média, demoram cerca de 20 minutos no trajeto de casa à escola.

As aulas decorrem sempre na mesma sala, o laboratório, com 6 bancadas (fig. X). Como, se a professora se mantiver sentada tem uma pouca visibilidade dos alunos, ela permanece a totalidade da aula em pé, sentando-se na sua secretária uma aluna (fig. XX).

A aluna nº 2 é uma aluna muito interessada, participativa e adora escrever no quadro. Como tal, opta por se sentar o mais próximo possível do mesmo (fig.) para facilitar esta tarefa que, frequentemente, solicita à professora.

Frequentou esta aula um aluno do segundo turno (Victor), uma vez que teve necessidade de trocar a aula com a de Ciências, devido à não realização do teste desta disciplina, no dia marcado. Nesta aula, sentou-se na primeira bancada, junto à janela, ao lado do aluno nº 3, Bruno.

Planta da Sala de Aula: este turno é constituído por treze alunos, distribuídos por 5 bancadas, de acordo com a planta que a seguir se apresenta (fig. X).

Narrativa sintética de toda a aula:

A professora iniciou a aula entregando os testes aos alunos e pedindo-lhes para fazerem a correção, em casa, das questões que erraram. Sugeriu para o efeito a consulta do livro ou pedirem a ajuda do aluno João Pedro, que tirou 100% ou da Joana, que prontamente se voluntariou para fazer a correção. Enquanto distribuiu os testes, uma aluna (Helena) oferece-se para escrever o sumário no quadro.

Passados 3 minutos do início da aula, a professora informou que vai iniciar o estudo da luz. No entanto, os alunos continuaram a falar dos testes e questionaram a professora acerca do próximo, uma vez que só vão ter mais duas aulas até finalizarem as aulas. Discutiram a possibilidade de o fazerem numa das aulas de Área Projeto ou de Estudo Acompanhado. Enquanto esta discussão decorria, os alunos copiaram o sumário do quadro. Um aluno questionou a professora se iam “dar” tudo o que estava no sumário ao que a professora respondeu afirmativamente, uma vez que estavam atrasados no programa, devido aos feriados terem coincidido com os dias das aulas. Todos estes esclarecimentos demoraram, sensivelmente, 6 minutos.

Aos 9 minutos e 5 segundos a professora referiu que, quando estudaram o som aprenderam que existiam três coisas fundamentais para que ele existisse. Questionou os alunos sobre esse assunto que responderam de imediato. Logo a seguir colocou a questão “e agora, o que é necessário para vermos aquilo que nos rodeia?”. Após ouvir alguns alunos, a professora foi introduzindo os conceitos de corpo luminoso,

recetor e corpo iluminado, o que escreveu no quadro. Finalizou, aos 12 minutos e 41 segundos, esquematizando no quadro o chamado “triângulo de visão”, que os alunos copiaram para o caderno. Nesta tarefa demorou, sensivelmente, 3 minutos e 36 segundos.

Em seguida colocou nova pergunta: “como é que nós vemos aquele objeto?”, referindo-se a um cubo que tinha desenhado no quadro. Ouviu as respostas dos alunos e foi dando informação acerca da questão colocada. Neste procedimento demorou 6 minutos e 30 segundos. (18min; 20s)

Aos 18 minutos e trinta e dois segundos, a professora colocou uma terceira questão, que escreveu no quadro: “a luz propaga-se em todos os meios?”. De seguida escureceu a sala e acendeu uma vela, que utilizou em três situações: atrás de um corpo opaco (livro), de um corpo transparente (vidro transparente da caixa de ótica) e de um corpo translúcido (vidro fosco da caixa de ótica), enquanto questionava os alunos sobre os nomes dos materiais que se deixam atravessar pela luz, os que não se deixam atravessar e os que se deixam atravessar com alguma dificuldade. Alguns alunos contribuíram com respostas acertadas, nomeadamente no que concerne aos corpos opacos e transparentes. Em relação aos corpos translúcidos nenhum aluno conseguiu responder. Finalizou esta sequência aos 23 minutos e 3 segundos.

Em seguida, (24min; 32s) a professora registou no quadro as definições de corpos opacos, transparentes e translúcidos (enquanto ia questionando os alunos sobre estes conceitos) e esperou que os alunos copiassem para o caderno, o que demorou, sensivelmente, 7 minutos. Após ter arrumado a caixa de ótica, a professora colocou, e escreveu no quadro, a 4ª questão:

(30min; 46s): “o que é a luz e como se propaga?” Começou por questionar os alunos “sobre o que era o som”, no sentido de os levar a recordar os fenómenos ondulatórios, acabando por referir as duas teorias aceites para a definição da luz e registando-as (uma aluna, a Beatriz, voluntariou-se para este efeito) resumidamente no quadro, para os alunos as copiarem para os respectivos cadernos, o que terminaram ao momento 41 minutos e 41 segundos. Durante esta sequência a professora utilizou o retroprojektor para mostrar um acetato onde se “vêem os raios de Sol a passar através do nevoeiro”.

De seguida lembrou (questionando) acerca da velocidade do som no ar e informou que a luz também tem uma velocidade. Perguntou se esta será maior ou menor que a do som e terminou por “ditar” à aluna, que ainda permanecia no quadro, a velocidade da luz (43min, 39s). Recorreu ao manual (pág.139) para os alunos consultarem uma tabela com as velocidades da luz em diferentes meios e pediu a uma aluna (Joana) para ler o texto que se encontrava ao lado da referida tabela. Durante a leitura a professora mandou sublinhar a primeira parte, enquanto relevava a importância de os alunos saberem que a velocidade da luz depende do meio (46min; 48s).

Após ter apagado o quadro, escreveu (no quadro) a 5ª questão “como é que se formam as sombras?” referindo que este assunto já tinha sido estudado no 7º ano. Novamente a aluna Beatriz voluntariou-se para “passar” no quadro o que a professora ia ditar. Ofereceu-se também para fazer uma demonstração com a sua mala, ao que a professora acedeu, dando-lhe indicações para aproximar e afastar a mala e referindo o conceito de penumbra, que questionou. Em seguida, a professora demonstrou e explicou a formação da sombra e da penumbra, iluminando uma moeda com o retroprojektor. Os alunos repetiram o mesmo procedimento, aproximando e afastando a moeda (57min; 29s).

De seguida desenhou no quadro, enquanto explicava, o esquema de um eclipse solar. Esperou que os alunos copiassem para o caderno o esquema. A aluna Beatriz (acompanhada pela professora) ajudou um aluno que não conseguia copiar convenientemente. Esta tarefa finalizou ao momento 1h; 05min; 24s após o que a professora colocou a 6ª questão, que escreveu no quadro: “será que toda a luz é visível?”. Após ouvir algumas respostas a aluna Beatriz escreveu no quadro os resumos feitos pela professora relativamente às radiações que constituem o espectro eletromagnético, tentando sempre fazer analogia com o aprendido no som, para o qual questionava os alunos. Algumas das radiações, bem como algumas aplicações foram respondidas corretamente pelos alunos.

A gravação da aula terminou ao momento 1h; 19min; 23s com a professora dizendo a um dos alunos (Victor) para ir fazer a experiência que tinha pedido durante a aula.

Figura 3.15 – 1ª parte da 1ª Narração Multimodal do professor B (1ª fase)

Após a elaboração da 1ª parte, procedia-se à elaboração da totalidade dos episódios da aula que iam sendo enriquecidos pelos elementos multimodais disponíveis e solicitados junto dos professores intervenientes sempre que se julgavam pertinentes para o enriquecimento da NM.

Ou seja, na **2ª Parte** constam os episódios, relativos a cada aula, indicando a hora de início e a hora do fim do mesmo (Fig. 3.16).

Episódios da aula (90 min) – Professor A

2º Episódio

Início: 10min; 50s

Fim: 35min; 00s

Este episódio, destinado à definição de sistema, fonte, recetor e transferências de energia, é iniciado imediatamente a seguir ao primeiro episódio. Após os alunos terem respondido que a energia se representa pela letra E, resposta que o professor confirma, ele continua:

— ... ora, nós quando falamos de energia devemos previamente definir um corpo ou conjunto de corpos que vamos estudar, que contêm energia. Seja o nosso corpo, o Sol, a água, seja o que for. Vamos centrar a nossa atenção naquele corpo. (...)

(...) – Por ex: se nós quiséssemos estudar aqui a nossa sala com tudo o que está cá dentro, o nosso sistema era o quê? – Questiona.

__ Era a sala – Responde um aluno.

— Era a sala com tudo o que está cá dentro – Concorde o professor.

Todos os objetos – Acrescenta imediatamente um aluno.

E lá fora, as outras salas, casa de banho, era o exterior – Acrescenta o Marcelo.

$$(\dots)$$

(...) – O que está a acontecer aqui também? – Questiona-os o professor, relativamente ao exemplo que estavam a discutir.

__ Trocas de energia – Dizem os alunos.

– Uma troca de energia – Confirma o professor – Ou seja, transferência de energia – Acrescenta, ao mesmo tempo que os alunos, enquanto projeta a 5ª frase do 10º diapositivo – Neste caso, entre a chama e o nosso corpo ou o corpo e o gelo, embora sejam fontes e receptores diferentes... o que acontece então é que existem transferências de energia que nós podemos representar por este esquema que está aqui – diz o professor enquanto projeta o 11º diapositivo (Fig.13) e referindo-se ao esquema nele apresentado.

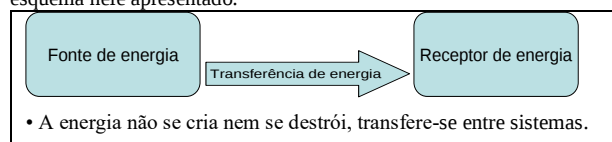


Figura 13 – 11º diapositivo apresentado nesta aula

Uma fonte de energia vai transferir energia para um ...

Recetor – Dizem, em uníssono, professor e alunos. (32min; 40s)

— Então é por isso que quando nós nos queimamos, depois a seguir vamos meter gelo. Isto é, temos muita energia e depois o gelo tira-nos a energia – Diz o Diogo Valente (32min; 52s)

Sub-episódio

O professor esclarece dizendo que é mais ou menos isso mas aproveita para informar que depende do tipo de queimadura e fala em recorrer ao médico, ou recorrer a alguma pomada que seja própria para as queimaduras. Neste seguimento os alunos vão dando sugestões: Fenistil; Betadine; Manteiga (...)

(...) Ao momento 34min; 28s, o professor retoma a aula, projetando a frase do 11º diapositivo:

– Retomando, ter em atenção que a energia não se cria nem se destrói. O que acontece à energia, então?

Transfere-se entre sistemas – Responde o Zé Carlos. (34min; 41s) (...)

Episódios da aula (90 min) – Professor B

1º Episódio

Início: 09min; 05s;

Fim: 18min; 20s;

Após ter distribuído os testes, escrever o sumário relativo a estas aulas e combinar com os alunos a realização do 2º teste, a professora escreve no quadro a seguinte questão: “*o que é necessário para vermos o que nos rodeia?*”.

Aos 9 minutos e 5 segundos, a professora inicia este tema dizendo:

— Nós quando estudamos o som, dissemos que havia 3 coisas fundamentais para existir som. Quais eram?

A fonte, o meio e o recetor – Dizem alguns alunos.

— E agora o que é necessário para nós vermos aquilo que nos rodeia?

António – A luz.

(...) – Aquilo não é propriamente um meio. Aquilo é um objeto. O objeto difunde a luz ou transmite. O objeto aqui transmite a luz e nós chamamos a isto aqui, o triângulo de visão – concluiu a professora, enquanto terminava o esquema (fig.4). (14min: 07s)

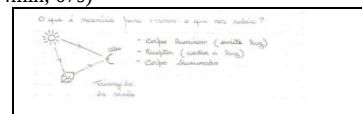


Figura 4 – 2º registro realizado no quadro, pela professora

(...) _ É preciso passar aquilo ali? – Questiona uma aluna, ao que a professora respondeu afirmativamente.

(...) Entretanto alguns alunos questionam o “*que é essa coisa?*” acerca do que está no quadro, ao que a professora responde ser uma lâmpada (18min; 20 s), não dando seguimento à intervenção da Beatriz.

2º Episódio

Início: 18min; 32s

Fim: 30min; 45s

A professora inicia este episódio escrevendo a 3ª questão no quadro: “*A luz propaga-se em todos os meios?*”:

– Ora bem, nós vamos ter que apagar a luz porque eu coloquei ali uma questão no quadro que era se a luz se propagava em todos os meios. Nós vimos que o som se propagava nos sólidos, nos líquidos e nos gases – Disse a professora enquanto os alunos escurecem totalmente a sala – Olhem agora para aqui – Continua a professora, enquanto coloca entre uma vela acesa e os alunos, um livro – Se eu colocar este livro assim, vocês não conseguem ver a vela através do livro – Afirmou – E agora? – Questiona, enquanto retira o livro que estava colocado à frente da vela acesa (...)

Figura 3.16 – Excertos das primeiras Narrações Multimodais dos professores A e B, respetivamente

Ou seja, cada episódio tem início com a apresentação de uma tarefa, um problema, um desafio e termina com a respetiva resposta ou, quando por alguma razão, o professor a dá por terminada ou, simplesmente, passa para outra tarefa. Cada episódio pode ainda conter subepisódios (subtarefas da tarefa maior). A soma de todos os episódios (e subepisódios) dá a

totalidade da aula. Por exemplo, os excertos apresentados na figura 3.16 correspondem a duas aulas constituídas por 12 episódios (professor A) e 7 episódios (professor B).

De um modo geral, fazem-se coincidir estes episódios com tarefas específicas, onde consta o início e o termo da mesma. Todavia, na elaboração das primeiras narrações multimodais isso nem sempre se verificou devido à dificuldade manifestada pelos professores na apresentação de tarefas (ANEXO 1).

3º Passo: Validação da NM

Depois da narração terminada era cedida ao professor que lecionou a aula para a analisar e verificar se se revia no que estava escrito. O professor teve sempre autoridade para discordar, acrescentar ou eliminar o que achava que não correspondia à realidade. Só depois deste processo todo se dava por concluída a narração multimodal.

O reconhecimento, pela parte do professor que lecionou a aula, da NM é considerado um primeiro passo para a validação da mesma.

No entanto, esta validação foi realizada por mais dois membros da equipa do projeto (PTDC/CED/66699/2006) além do próprio investigador (que a elaborou), que recorreram a todos os documentos já referidos para esclarecimentos de qualquer dúvida que pudesse existir sobre as mesmas. Esta análise cruzada dos diversos documentos permitiu a sua verificabilidade por diferentes investigadores pois, a NM além de ser multimodal (conter ações, representações, tipos de linguagem, intenções, decisões e expressões) tem que dar conta, ou seja, tem de refletir uma imagem nítida do que realmente aconteceu na sala de aula.

A validação das NM é também facilitada por todas elas apresentarem a mesma estrutura e foco, o que simplifica a sua comparabilidade mesmo quando realizadas por pessoas diferentes. Todas são baseadas em episódios (para as tarefas principais) e subepisódios (para as subtarefas) e estão centradas nas ações do professor e alunos. Ou seja, é modular, constituída por episódios (a unidade básica) onde são descritos o conjunto de eventos que aconteceram enquanto a tarefa está a ser desenvolvida e objetiva uma vez que os professores não interpretam ou justificam os acontecimentos possuindo o ponto de vista e intenção do professor sem comentários pessoais ou juízos de valor.

As NM obtidas, e devidamente validadas, possuem características pedagógicas, didáticas, psicossociológicas e epistemológicas o que as torna um instrumento de recolha de dados muito útil não só para o ensino, mas também para o desenvolvimento profissional e para a investigação (Lopes et al., 2014).

Na presente investigação elaboramos vinte e nove narrações multimodais, correspondentes à totalidade de aulas lecionadas pelos três professores intervenientes (fig. 3.17).

Prof	Fase	Nº de aulas	Tema da aula	Ano
A	1ª (2007/2008)	1ª aula de 90 min	- Energia. Fonte. Recetor. Transferências de energia.	7º
		2ª aula de 90 min	- Fontes de energia renováveis e não renováveis. Energia cinética e energia potencial.	
	2ª (2008/2009)	1ª aula de 90 min	- Evolução do modelo atómico.	9º
		2ª aula de 90 min	- Modelo atómico.	
		3ª aula de 90 min	- Formação de iões. Localização dos iões na T.P.	
		4ª aula de 90 min	- Tamanho de átomos e iões.	
		5ª aula de 90 min	- Ligação covalente.	
		6ª aula de 20 min	- Condutividade elétrica de soluções aquosas. Ligação iónica.	
	3ª (2009/2010)	1ª aula de 90 min	- Reflexão da luz. Características das imagens formadas pelos espelhos.	8º
		2ª aula de 90 min	- Refração. Reflexão total. Características das imagens formadas através das lentes.	
		3ª aula de 90 min	- A cor da luz e dos objetos.	
B	1ª (2007/2008)	1ª aula de 90 min;	- O que é a luz; Propagação da luz; Sombras; Espectro eletromagnético	8º
		2ª aula de 35 min	- Reflexão da luz; leis da reflexão	
	2ª (2008/2009)	1ª aula de 90 min	- Evolução do modelo atómico	9º
		2ª aula de 90 min	- Constituição do átomo. Distribuição eletrónica.	
		3ª aula de 90 min	- Isótopos. Iões. T.P.	
		4ª aula de 90 min	- Tabela Periódica.	
		5ª aula de 90 min	- T.P. Iões.	
		6ª aula de 90 min	- Ligação covalente	
	3ª (2009/2010)	1ª aula de 90 min	- Reflexão e refração	11º
		2ª aula de 90 min	- Refração da luz (continuação)	
		3ª aula de 90 min	- Reações de oxidação-redução	
C	1ª (2007/2008)	1 aula de 45 min	- Átomos e moléculas. Substância elementar e substância composta.	8º
	2ª (2008/2009)	1ª aula de 90 min	- Circuitos em série e em paralelo.	9º
		2ª aula de 90 min	- Condutores. Intensidade da corrente elétrica.	
		3ª aula de 40 min	- Resistência. Diferença de potencial.	
		4ª aula de 22 min	- Lei de Ohm.	
	3ª (2010/2011)	1ª aula de 90 min	- Feixes luminosos. Corpos transparentes, translúcidos e opacos.	8º
		2ª aula de 90 min	- Leis da Reflexão.	

Figura 3.17 – Aulas das quais se elaboraram NM, nas 3 fases do estudo

As intervenções decorreram de acordo com a disponibilidade dos professores e anos de ensino lecionados. Os temas das aulas e conceitos abordados coincidiram com essas aulas. Como o nosso objetivo de estudo tem como foco principal o desenvolvimento profissional do professor, no que diz respeito ao melhoramento das suas práticas de ensino com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos, em ambiente real de sala de aula, a diversidade dos tópicos abordados pelos diferentes professores não foi tida em conta.

Como já foi referido, todas estas NM foram elaboradas sem observação direta pelo investigador.

3.5 Análise dos dados

A análise dos dados teve em conta as práticas de ensino dos 3 casos de estudo bem como as interações mantidas com os professores A e B, essencialmente durante a 2ª fase do estudo.

3.5.1 Práticas de ensino

A análise das práticas de ensino foi feita a partir das NM recorrendo, sempre que necessário aos dados primários. Relativamente às NM a análise foi realizada em cinco etapas.

A **primeira etapa**, consistiu na análise das dimensões em estudo em excertos das NM. Ou seja, identificamos as práticas epistémicas, as práticas de ensino dos professores e ainda as características das tarefas apresentadas. Este procedimento estendeu-se à totalidade das narrações de todos os professores intervenientes.

Posteriormente, na **segunda etapa**, procedemos à categorização das NM usando estas dimensões de análise através do programa NVivo8®, ou seja, realizamos uma “*open code*”, no sentido de identificarmos todas as categorias que surgiam nas NM. Inicialmente, realizamos esta análise apenas para algumas NM. Posteriormente, procedemos do mesmo modo para todas as NM referidas. Nesta segunda análise, tivemos necessidade de redefinir algumas categorias, definir novas que iam surgindo, fixá-las e validá-las convenientemente.

Na **terceira etapa**, elaboramos as sequências (diagramas de interações) relativas às dimensões de análise em estudo. Ou seja, elaboramos os diagramas de interações, sendo cada um iniciado com a apresentação da tarefa e respetivas características, seguido de todas as interações do professor (práticas de ensino) e práticas epistémicas dos alunos (ANEXO 4).

Na **quarta etapa**, procedemos à análise de todas as sequências (diagramas de interações) no sentido de identificar padrões de mediação semelhantes no que concerne essencialmente às

práticas de ensino dos professores, às características dos trabalhos solicitados e às práticas epistémicas dos alunos (ANEXO 5). Para esta análise recorreremos à análise de *clusters* (Kaufman & Rousseau, 2009), através do *software* STATISTICA (Statsoft®) para compararmos e/ou contrastarmos as dimensões de análise em estudo. Para esta análise selecionamos todas as categorias relativas ao trabalho solicitado aos alunos e suas características, as práticas de ensino dos professores e as práticas epistémicas dos alunos. Foram analisadas todas as unidades de análise relativas à totalidade de aulas lecionadas. Por unidade de análise entende-se qualquer interação professor-aluno ou, simplesmente, qualquer intervenção do aluno ou do professor, num determinado momento. Posteriormente, e por considerarmos este o método hierárquico mais adequado em variáveis de natureza categorial, adotamos para arranjo destes dados o “*método de Ward*” e, para o cálculo da distância entre casos, o “*percent disagreement*” (Pestana & Gageiro, 2003, pp. 575-579); Kaufman & Rousseeuw, 2009, p.44). De seguida elaboraram-se os respetivos dendrogramas relativos a estes dados e identificaram-se os diferentes padrões de mediação existentes. Relembremos que este método de análise foi o seguido no projeto de investigação já referido (PTDC/CED/66699/2006), no âmbito do qual este trabalho foi realizado.

Na **quinta etapa**, interpretamos todas as análises efetuadas nas etapas anteriores no sentido de inferirmos resultados que nos permitissem responder às nossas questões de investigação.

Todas estas etapas foram utilizadas nas 3 fases do estudo, descritas na seção 3.1, relativamente à análise das NM dos 3 professores envolvidos.

Relativamente às dimensões de análise, a nossa atenção recaiu, pelas razões já referidas, no tipo de trabalho solicitado (tendo em conta o modo como o professor apresenta a situação física e como os recursos são utilizados), nas práticas de ensino do professor e nas práticas epistémicas dos alunos. A seguir apresentam-se todas as categorias relativas a estas dimensões de análise, acompanhadas com uma breve descrição, tendo em conta as definições usadas no projeto de investigação já referido (PTDC/CED/66699/2006).

No que diz respeito ao **trabalho solicitado** aos alunos, foram identificados cinco categorias: Responder a uma questão (TS-RQ), quando o professor solicita a resposta a uma questão; Analisar informação (TS-AI), quando o professor solicita a resposta a uma questão que requer a análise de informação; Observar (TS-O), quando o professor solicita a observação de um fenómeno ou artefacto; Elaborar respostas (TS-ER), quando o professor solicita a

elaboração de uma resposta a um problema que envolve, por exemplo, a reflexão ou a manipulação.

Relativamente ao **modo como o professor apresenta a situação física** associamos as siglas T-SF. Para esta dimensão encontrámos as seguintes categorias: Situações do dia-a-dia (T-SF-DD), quando o contexto anda em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno; *Mix* (T-SF-MIX), quando o contexto anda em torno do ambiente natural e é reconstruído em ambiente escolar com intenção didáctica; Modelização didáctica (T-SF-MD), quando o contexto é apresentado e reconstruído pelo professor através de informação, recursos ou outros materiais.

No que concerne ao **modo como os recursos são utilizados para a apresentação da situação física** associamos as siglas T-ASF. Identificámos as seguintes categorias: existência de um referente externo com o qual o professor e os alunos interagem, sendo a situação apresentada através de descrições orais e escritas, tais como fotografias, imagens, entre outros (T-ASF-D); existência de um referente externo com o qual o professor e os alunos podem interagir, sendo a situação apresentada através de equipamentos, objetos, etc. (T-ASF-O); inexistência de referente externo com o qual professor e alunos possam interagir, sendo a situação apresentada pela evocação (T-ASF-E).

Às **práticas de ensino** do professor associamos as siglas TE. Foram identificadas as seguintes categorias: Solicita aspetos adicionais (TE-SAA), quando o professor solicita aspetos adicionais às respostas dos alunos, de forma a clarificar as suas PE; Estende (TE-E), quando solicita aspetos adicionais às respostas dos alunos para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado; Sintetiza (TE-S), quando retoma PE dos alunos reforçando a sua compreensão através de uma síntese ou de informação adicional; Explicita epistemicamente (TE-EE), quando explicita o estatuto epistémico do trabalho feito ou em curso pelos alunos; Valoriza epistemicamente (TE-VE), quando aproveita ideias, esquemas ou ações dos alunos reconhecendo-lhes o valor epistémico; Introduce mediador epistémico (TE-IME), quando introduz artefacto com existência material, trabalhável e manipulável; Usa mediador epistémico (TE-UME); Introduce mediador simbólico (TE-IMS), quando introduz instrumentos psicológicos, como símbolos, conceitos, analogias, perguntas, entre outros; Usa mediador simbólico (TE-UMS); Ignora epistemicamente (TE-I), quando não aproveita ideias, questões ou iniciativas dos alunos para promover PE; desvaloriza epistemicamente (TE-DE), quando exprime a sua conceção epistémica desvalorizando uma potencial PE; Curtocircuita (TE-CC), quando não dá oportunidade aos alunos para executarem o trabalho solicitado ou para

desenvolverem práticas epistémicas, ou então encaminhando-os no sentido de realizarem apenas aspetos mecânicos; Dispersa-se na abordagem de situações (TE-DA), quando não se centra num número manejável de situações físicas, dispersando-se.

As práticas epistémicas dos alunos foram classificadas em três tipos, de acordo com a proximidade ao objeto de estudo. Ou seja, as práticas epistémicas tipo 1 diferenciam-se das de tipo 2 porque aquelas práticas epistémicas estão mais próximas do objeto de estudo. As práticas epistémicas de tipo 3 diferenciam-se das de tipo 2 porque, para terem lugar, é necessário mobilizar conhecimento mais articulado a nível concetual, muito mais próximo do conhecimento teórico. As práticas epistémicas tipo 2 são práticas intermédias entre as de tipo 1 e as de tipo 3.

Assim, foram consideradas como categorias de PE tipo 1 as seguintes: Questiona factualmente (PE1-QF), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, faz perguntas relacionadas com as condições empíricas do fenómeno ou então para clarificar termos ou observações; Organiza informação (PE1-OI), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, procura, seleciona, organiza informação pertinente para a situação em uso; Manuseia equipamento de modo factual (PE1-MEF), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, manuseia equipamento seguindo instruções dadas pelo professor ou tentativamente sem orientação do conhecimento; Interpreta (PE1-I), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, interpreta situações, fenómenos, imagens, esquemas, resultados experimentais, entre outros, usando o conhecimento científico; Observa (PE1-O), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, observa e descreve imagens, esquemas, montagens experimentais, etc.; Apresenta ideia mobilizadora (PE1-AIM), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, mobiliza conhecimento prévio para adiantar um possível caminho para resolver o problema; Identifica condições empíricas (PE1-ICE), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, identifica condições empíricas de uma situação física em que o fenómeno ocorre.

Como categorias de PE tipo 2 foram consideradas as seguintes: Questiona concetualmente (PE2-QC), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, formula questões e problemas baseados em conhecimento; Comunica não autonomamente (PE2-CNA), quando o aluno, orientado pelo professor, faz a comunicação de resultados, hipóteses, etc., no contexto de um problema a resolver e dando significado à ideia central que está a comunicar; Concetualiza (PE2-C), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, faz representação simbólica de um fenómeno ou artefacto concetual; Estabelece relações (PE2-ER) quando o

aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, estabelece relações entre o conhecimento construído e o conhecimento instruído ou entre variáveis e/ou conceitos em situações diversas; Manuseia equipamento de modo concetual (PE2-MEC), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, manuseia equipamento sobre a sua prática e orientado pelo conhecimento concetual; Muda de representação de formato (PE2-MRF, quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, passa de uma representação simbólica para outra.

Foram consideradas como categorias de PE tipo 3 as seguintes: Formula hipóteses (PE3-FH), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, faz afirmações que constitui em hipóteses; Comunica autonomamente (PE3-CA), quando o aluno, de *per si*, faz a comunicação de resultados, hipóteses, etc., no contexto de um problema a resolver e dando significado à ideia central que está a comunicar; Avalia criticamente (PE3-AC), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, analisa e argumenta, fazendo avaliação crítica de hipóteses, recursos, resultados, montagens experimentais, da linguagem utilizada, etc.; Valida (PE3-V), quando o aluno de *per si*, ou orientado pelo professor, valida os conhecimentos construídos através de teste experimental, teste concetual, discussão entre pares e com o professor.

No que respeita aos mediadores (epistémicos e/ou simbólicos), a sua introdução é considerada uma prática de ensino do professor que, *à priori*, promoverá práticas epistémicas nos seus alunos. No entanto, a sua utilização (pelo professor) poderá ser considerada uma prática de ensino que tenha efeito contrário se, com esse uso, inibir esse procedimento pela parte dos seus alunos. Quando é o aluno a introduzir ou a utilizar os mediadores consideram-se práticas epistémicas que variam de tipo de acordo com o tipo das outras práticas que lhes estiverem diretamente relacionadas. Por exemplo, se a introdução ou o uso de um mediador epistémico resultar de uma interpretação (PE tipo 1), essa PE é também considerada de tipo 1. O mesmo critério repete-se para as PE tipo 2 e tipo 3.

Todas estas dimensões de análise e respetivas categorias estão apresentadas, de modo sucinto, na tabela que a seguir se apresenta (Tab. 3.2). Ressalva-se que, no programa STATISTICA (Statsoft®), são consideradas como variáveis.

No capítulo 4 serão apresentados excertos de aulas onde constam alguns exemplos elucidativos das categorias apresentadas.

Práticas de ensino do professor	Práticas epistémicas dos alunos			Trabalho solicitado ao aluno
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	
-Curto-Circuito (TE-CC) -Dispersão na Abordagem da Situação Física (TE-DA) -Desvaloriza Epistemicamente (TE-DE) -Estende (TE-E) -Explicita Epistemicamente (TE-EE) -Ignora Epistemicamente (TE-I) -Introduz Mediador Epistémico (TE-IME) -Introduz Mediador Simbólico (TE-IMS) -Sintetiza (TE-S) -Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA) -Utiliza Mediador Epistémico (TE-UME) -Utiliza Mediador Simbólico (TE-UMS) -Valoriza Epistemicamente (TE-VE)	-Introduz Mediador Epistémico (PE1-IME) -Introduz Mediador Simbólico (PE1-IMS) -Utiliza Mediador Epistémico (PE1-UME) -Utiliza Mediador Simbólico (PE1-UMS) -Apresenta Ideia Mobilizadora (PE1-AIM) -Identifica Condições Empíricas (PE1-ICE) -Interpreta (PE1-I) -Manuseia Equipamento de modo Factual (PE1-MEF) -Observa (PE1-O) -Organiza Informação (PE1-OI) -Questiona Factualmente (PE1-QF)	-Introduz Mediador Epistémico (PE2-IME) -Introduz Mediador Simbólico (PE2-IMS) -Utiliza Mediador Epistémico (PE2-UME) -Utiliza Mediador Simbólico (PE2-UMS) -Comunica Não Autonomamente (PE2-CNA) -Concretiza (PE2-C) -Estabelece Relações (PE2-ER) -Manuseia Equipamento de modo Concetual (PE2-MEC) -Muda a Representação do Formato (PE2-MRF) -Questiona Concetualmente (PE2-QC)	-Introduz Mediador Epistémico (PE3-IME) -Introduz Mediador Simbólico (PE3-IMS) -Utiliza Mediador Epistémico (PE3-UME) -Utiliza Mediador Simbólico (PE3-UMS) -Avalia Criticamente (PE3-AC) -Comunica Autonomamente (PE3-CA) -Formula Hipóteses (PE3-FH) -Valida (PE3-V)	-Analisar Informação (TS-AI) -Elaborar Resposta (TS-ER) -Observar (TS-O) -Responder a Questão (TS-RQ)

Tabela 3.2 – Dimensões de análise e respetivas categorias (práticas de ensino do professor; práticas epistémicas dos alunos; tipo de trabalho solicitado aos alunos)

A apresentação de cada tarefa (ou o que o professor considera como tal), implementação e respetiva condução em sala de aula, até ao seu término ou até quando o professor a dá como terminada corresponde ao que nós chamamos de episódio (no programa STATISTICA (Statsoft®), são referidos como casos). Todavia, aquando da elaboração das NM, esta classificação não estava ainda devidamente afinada. Por outro lado, o excesso de tarefas apresentadas pelos professores A e B dificultou um pouco esta classificação que emergiu da análise dos resultados feita posteriormente. Como tal, optamos por analisar a NM tal como foi elaborada. Durante a análise optamos por elaborar sequências da aula (diagramas de interações), com a totalidade dos episódios realmente verificados. Nestas sequências (ANEXO 4) constam as tarefas apresentadas (trabalho solicitado aos alunos (TS)), as práticas de ensino dos professores (TE) e as práticas epistémicas (PE) que realmente ocorreram nos alunos. Ou seja, nas sequências são visíveis os episódios que realmente ocorreram na totalidade da aula, uma vez que dão ideia clara do número de tarefas apresentadas em cada aula, por cada professor. Usou-se sempre a terminologia apresentada na tabela 3.2.

3.5.2 Interações com os professores A e B

Como já foi referido, na 1ª e 3ª fase (fases avaliativas) recolheram-se os dados necessários para a identificação das práticas de ensino dos 3 professores envolvidos, usando as NM. Todas as NM foram analisadas recorrendo ao *software* Nvivo8® nas dimensões de mediação julgadas pertinentes para o nosso estudo, dando especial atenção às práticas epistémicas dos alunos, às práticas de ensino dos professores e às características dos trabalhos

solicitados. Através desta análise e recorrendo ao *software* STATISTICA (Statsoft®), elaboraram-se os respetivos dendrogramas, através dos quais se identificaram os padrões de mediação destes professores. Todos os resultados obtidos foram dados a conhecer aos 3 professores intervenientes.

Durante a 2ª fase do estudo (que, juntamente com a 1ª fase correspondeu a um ciclo completo de investigação-ação) tivemos em vista um desenvolvimento profissional heterodirigido, junto dos professores A e B. Esta metodologia implicou um acompanhamento permanente do investigador relativamente a estes professores. Todas as reuniões e contactos tidos com estes professores decorreram em alturas diferentes. Ou seja, nunca estiveram presentes os dois professores, em simultâneo, com o investigador. Mesmo quando estes contactos eram estabelecidos no mesmo dia, eram realizados a horas diferentes. Também nunca houve qualquer confronto ou sugestões baseadas nas interações que o investigador fazia ora com um ora com outro professor pois não pretendíamos que houvesse qualquer influência na tomada de decisões destes professores. Assim, esta fase foi iniciada com a apresentação dos dados preliminares obtidos durante a 1ª fase. Ambos os professores concordaram com a análise feita, através da qual reconheceram aspetos das suas mediações que, até então, lhes tinham passado despercebidos. Reconheceram grande dificuldade na escolha e condução de trabalhos para os alunos com vista à promoção de práticas epistémicas. Mostraram ainda grande preocupação pelo excessivo número de práticas de ensino inibidoras de práticas epistémicas bem como grandes dificuldades em gerir os tempos na sala de aula de modo a dar tempo de resposta aos alunos e, simultaneamente, conseguirem cumprir o programa. Outra preocupação manifestada foi o não saber agir em tempo real caso dessem muita autonomia ao aluno e ele encaminhasse a aula de modo diferente ao que o professor tinha planeado. Foram estas preocupações que serviram de base à nossa interação após a apresentação e explicação das ferramentas de ajuda. Estas ferramentas tiveram como finalidade ajudarem os professores A e B a refinarem as suas mediações nas dimensões que julgaram necessárias à melhoria das suas práticas de ensino com vista à promoção de práticas epistémicas dos seus alunos. Este acompanhamento foi feito aula-a-aula, tendo sempre o cuidado de dar o *feedback* possível da aula recolhida anteriormente para que os mesmos pudessem avaliar e refletir sobre os seus progressos (ou não) relativamente à 1ª fase do estudo e de modo a que os mesmos servissem de apoio para as planificações das aulas seguintes. O investigador remetia o professor para a ferramenta que julgava mais adequada perante as dificuldades manifestadas tendo sempre o cuidado de não interferir na planificação das suas aulas. No final da 2ª fase os professores A e

B responderam a um questionário que nos elucida sobre o modo como estes professores apropriaram estas ferramentas de ajuda, mais concretamente: se leram todas as ferramentas de ajuda; quais as que lhes suscitaram um maior interesse e porquê; quais as reflexões que as mesmas lhe suscitaram; quais as que usaram nas suas aulas; que aspetos específicos lhes suscitaram maior atenção; quais destes aspetos usaram nas suas aulas; quais os resultados/impacto que as mesmas tiveram nas aulas lecionadas. Os resultados obtidos são apresentados na seção 4.4.2.

Um outro questionário foi ministrado a estes dois professores, no final da 3ª fase do estudo. Teve como finalidade recolher dados sobre o modo como a participação nesta investigação contribuiu para o desenvolvimento profissional docente, nomeadamente nos cuidados tidos com a mediação ao longo do estudo; nos aspetos mais relevantes para a reflexão das suas práticas de ensino; no modo como as NM foram úteis como ferramentas de reflexão e aprendizagem; de que modo o acompanhamento do investigador durante a 2ª fase do estudo contribuiu para os levar a pensar nas suas práticas letivas; como e o que mudaram nas suas práticas letivas devido à participação nesta investigação e, em caso afirmativo, se pensam que as mesmas podem ser continuamente sustentadas; como pensam usar o que aprenderam em planificações futuras; quais aspetos acharam mais determinantes para as suas aprendizagens e de que modo este estudo contribuiu para o seu desenvolvimento profissional. Os resultados obtidos serão apresentados na seção 4.5.2.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

4.1 Introdução

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos nas 3 fases do estudo de modo a podermos responder às 3 questões de investigação apresentadas inicialmente:

Q1 – Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos?

Q2 – Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores? A que se devem estas alterações?

Q3 – Em que condições, a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?

Todos os resultados aqui apresentados resultam da análise qualitativa de todas as NM (ANEXO 1), recorrendo ao *software* Nvivo8® (ANEXO 3), usando a metodologia descrita no terceiro capítulo, de modo a identificar a ocorrência das categorias consideradas pertinentes para respondermos às nossas questões de investigação, tendo em conta as dimensões de análise trabalho solicitado ao aluno, práticas de ensino do professor e as práticas epistémicas dos alunos. Após esta categorização elaboramos os diagramas de interação de cada aula e por professor (ANEXO 4), onde constam todas as variáveis encontradas relativas às categorias já referidas. Ou seja, foram elaborados para todos os professores intervenientes no estudo e aulas analisadas, os diagramas de interação respetivos. Posteriormente, recorreremos ao programa STATISTICA (Statsoft®) e elaboramos os respetivos dendrogramas relativos aos episódios (casos), para cada fase do estudo, com vista a identificar os padrões de mediação dos diferentes professores intervenientes neste estudo.

No que diz respeito à 1ª fase do estudo foram encontrados 5 padrões de mediação diferentes, em 32 episódios, com a ocorrência de 36 variáveis. Na 2ª fase ocorreram 4 padrões de mediação diferentes, em 26 episódios, com a ocorrência de 38 variáveis. Na 3ª fase verificaram-se 3 padrões de mediação diferentes, em 19 episódios, com a ocorrência de 36 variáveis. Como pretendíamos hierarquizar os padrões de mediação de acordo com a ocorrência de PE de qualidade progressivamente maior, a nomenclatura desses padrões foi mudando ao longo do estudo. Por exemplo, na 1ª fase denominamos, numa primeira abordagem, os padrões de E1 a E5. Todavia, com os resultados obtidos na 2ª e 3ª fase constatamos que, apesar de haver padrões que se repetiam, surgiram 3 novos padrões de mediação cuja qualidade das práticas epistémicas era inferior ao inicialmente denominado padrão E5, passando este a ser o padrão

de maior qualidade (padrão E9). Assim, na totalidade desta investigação ocorreram 9 padrões de mediação diferentes que denominamos de E1 a E9 e, que na seção seguinte, se explicam.

Neste capítulo optamos ainda por apresentar os resultados por fases de estudo e não por questões de investigação. Pensamos que esta opção, além de nos permitir uma visão mais linear das práticas de ensino de cada professor, por fase de estudo, permite-nos ainda uma mais rápida identificação e comparação dos diferentes padrões de mediação existentes em cada uma das fases de estudo para podermos responder às QI elaboradas tendo em conta as diferenças existentes entre cada caso de estudo e respetiva evolução.

Os resultados obtidos permitiram-nos identificar padrões de práticas de ensino dos professores envolvidos neste estudo bem como estas práticas promoviam (ou não) práticas epistémicas nos seus alunos. Os resultados da 1ª fase, tendo como referência as práticas de ensino observadas nas aulas do professor C, serviram-nos como ponto de partida para o restante estudo. Os resultados preliminares obtidos na 1ª fase do estudo foram apresentados aos professores A e B no início da 2ª fase. Esta apresentação e análise permitiu a estes professores tomarem consciência de aspetos relevantes das suas práticas de ensino e o modo como elas influenciavam a ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos. Com a apresentação e explicação das ferramentas de ajuda (ANEXO 2), pretendíamos levar os professores A e B a refletirem nessas mesmas práticas de ensino de modo a sentirem necessidade de as refinar no sentido de envolverem os alunos em práticas epistémicas diversificadas e consistentes. Pretendíamos também promover-lhes uma maior reflexão no modo como apresentavam e conduziam o trabalho solicitado em sala de aula, tendo sempre presente o envolvimento dos alunos em práticas epistémicas. Na 3ª fase do estudo pretendíamos verificar se, sem qualquer interação por parte do investigador, os professores A e B sustentavam as suas mediações.

Assim, este capítulo é composto por mais 4 seções. Na seção 4.2 apresentar-se-ão os padrões de mediação encontrados. Na seção 4.3 apresentar-se-ão os resultados obtidos sobre as práticas de ensino na 1ª fase do estudo, com a identificação dos padrões de mediação relativos a esta fase, bem como a uma síntese desses mesmos resultados. Na seção 4.4 serão apresentados os resultados obtidos sobre as práticas de ensino relativos à 2ª fase do estudo, com a identificação dos respetivos padrões de mediação, resultados obtidos nos questionários após a implementação da 2ª fase do estudo e ainda uma síntese de todos estes resultados. Este mesmo procedimento é repetido para a 3ª fase do estudo, que será apresentado na seção 4.5.

4.2 Padrões de mediação

No que concerne aos padrões de mediação relativos à totalidade de episódios foram, como já foi referido, encontrados 9 padrões diferentes, definidos e apresentados no anexo 5 e cujas definições se apresentam a seguir.

O **padrão E1** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, geralmente de resposta imediata, muitas vezes sem apresentação de qualquer situação física nem contextualização. Quando é apresentada situação física, o professor recorre à evocação ou a imagens e/ou a informações contida em ficha de trabalho ou então a materiais e contextualiza-a em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno. As práticas de ensino que ocorrem são, geralmente, práticas que, à partida, não promovem a ocorrência de práticas epistémicas, tais como, a dispersão na abordagem de situações, o curto-circuito do trabalho dos alunos. Geralmente não ocorre nenhuma PE. Quando isso acontece (muito pontualmente), são tipo 1, espontâneas e pouco consistentes, que o professor não aproveita. Pontualmente o professor introduz mediadores (simbólico e/ou epistémico), que também utiliza não dando essa oportunidade aos alunos. No geral, não ocorre nenhuma PE. Quando ocorrem são únicas, pontuais e espontâneas. Apenas quando o professor solicita aspetos adicionais (muito raramente) se verifica a ocorrência de 2 PE, também espontâneas, que o professor não alimenta.

As PE verificadas, além da utilização limitada dos mediadores, são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, identificação de condições empíricas, interpretação, questionamento factual).

O **padrão E2** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a análise de informação, com situação física apresentada através de imagens e/ou informação contida em ficha de trabalho contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em sala de aula, com intenção didática. O professor introduz mediador epistémico, mas curto-circuita de imediato o trabalho solicitado aos alunos não lhes dando oportunidade para se envolverem consistentemente em práticas epistémicas. Geralmente não ocorre nenhuma PE. Quando, muito raramente, os alunos utilizam os mediadores fazem-no de modo muito limitado, pois o professor curto-circuita essa PE de imediato. Muito raramente envolvem-se em uma única prática epistémica tipo 1 que, não sendo devidamente alimentada pelo professor acaba por não se repetir.

As PE verificadas, além da utilização limitada dos mediadores, são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, interpretação).

O **padrão E3** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a observação de um fenómeno, geralmente com situação física contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno, que apresenta recorrendo a material de laboratório. A prática de ensino mais comum é a introdução de mediadores (epistémico e/ou simbólico) que o professor, ao utilizar, inibe ou limita essa mesma utilização pela parte dos alunos. Além da utilização limitada destes mediadores, os alunos (geralmente) apenas se envolvem em uma única prática epistémica tipo 1, que ocorre de modo espontâneo, mas que o professor não alimenta convenientemente, curto-circuitando-a ou então ignorando-a, passando a novo episódio. Quando o professor solicita aspetos adicionais (muito ocasionalmente) ocorrem, ainda que de modo pouco consistente, três PE tipo 1. Contudo, o professor continua a não alimentar devidamente estas práticas epistémicas curto-circuitando-as, ou então dando o episódio por terminado.

As PE verificadas, além da utilização limitada dos mediadores, são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, questionamento factual).

O **padrão E4** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, com situação física apresentada pela evocação, contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno. O professor introduz mediador epistémico, que também utiliza curto-circuitando o trabalho dos alunos. Quando os alunos utilizam o mediador epistémico fazem-no de modo muito limitado pois o professor ou ignora essa prática epistémica ou passa para novo episódio ou então retoma a prática de ensino já mencionada (curto-circuito). Espontânea e pontualmente os alunos ainda se envolvem em entre 2 a 3 PE tipo 1, geralmente curto-circuitadas e/ou ignoradas pelo professor.

As PE verificadas, além da utilização limitada dos mediadores, são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, identificação de condições empíricas, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, questionamento factual).

O **padrão E5** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, com situação física apresentada pela evocação, contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno. O professor introduz mediadores (epistémico ou simbólico), que utiliza pontualmente. Pontualmente o professor apresenta outras práticas de

ensino como o retomar práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional; solicitar aspetos adicionais às respostas dos alunos para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem da tarefa; valorizar epistemicamente. Os alunos envolvem-se entre 1 a 5 práticas epistémicas, essencialmente de tipo 1. Pontualmente envolvem-se em PE tipo 2 e/ou tipo 3.

As PE verificadas, além da utilização ou introdução de mediadores são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, observar, procurar e seleccionar informação); PE2 (concretização, mudança da representação do formato, questionamento concetual); PE3 (comunicação autónoma).

O **padrão E6** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão ou análise de informação, com situação física apresentada pela evocação ou através de descrições orais e/ou escritas, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruído em ambiente escolar com intenção didática. Quando o professor introduz mediador epistémico, não o utiliza. A prática de ensino mais verificada é a solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar as práticas epistémicas que ocorrem. Pontualmente o professor retoma práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional. Os alunos envolvem-se entre 2 a 5 práticas epistémicas de tipo 1 e de tipo 2 e, mais raramente, de tipo 3.

As PE verificadas, além da utilização ou introdução de mediadores, quando existem, são: PE1 (identificação de condições empíricas, interpretação, procura e seleção de informação, questionamento factual); PE2 (comunicação não autónoma, concretização, mudança da representação do formato, estabelecimento de relações); PE3 (comunicação autónoma).

O **padrão E7** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a análise de informação, com situação física apresentada pela evocação ou através de descrições orais e/ou escritas, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruído em ambiente escolar com intenção didática. O professor solicita sempre aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar as práticas epistémicas que ocorrem. Pontualmente introduz mediadores (epistémicos ou simbólicos), que não utiliza e apresenta outras práticas de ensino como a solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem da tarefa, explicita epistemicamente ou então retoma as práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional. Os alunos envolvem-se entre 1 a 7 práticas epistémicas dos 3 tipos.

As PE verificadas, além da utilização de mediadores (mais associados a PE tipo 1 e tipo 2) são: PE1 (identificação de condições empíricas, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, procura e seleção de informação); PE2 (comunicação não autónoma, concetualização, mudança da representação do formato, estabelecimento de relações); PE3 (comunicação autónoma e, mais raramente avaliação crítica).

O **padrão E8** é caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a elaboração de uma resposta, com situação física apresentada através de objetos ou equipamentos, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruído em ambiente escolar com intenção didática. O professor apresenta continuamente práticas de ensino diversificadas. Além de introduzir mediadores epistémicos que não utiliza, solicita aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar as práticas epistémicas que ocorrem ou então para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem da tarefa, explicita epistemicamente, valoriza epistemicamente e retoma práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional. Os alunos envolvem-se entre 7 a 10 práticas epistémicas dos 3 tipos.

As PE verificadas, além da utilização ou introdução de mediadores associados a PE dos 3 tipos são: PE1 (identificação de condições empíricas, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, observação, procura e seleção de informação, questionamento factual); PE2 (comunicação não autónoma, concetualização, mudança da representação do formato, estabelecimento de relações, questionamento concetual); PE3 (comunicação autónoma, avaliação crítica).

O **padrão E9** é caracterizado, geralmente, pela solicitação de trabalho que requer a elaboração de uma resposta, com situação física apresentada através de objetos ou equipamentos, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruído em ambiente escolar com intenção didática. O professor solicita sempre aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar as práticas epistémicas que ocorrem. Pontualmente introduz mediadores epistémicos, que só utiliza para continuar a alimentar as práticas epistémicas que ocorrem. Pontualmente o professor apresenta outras práticas de ensino como a solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem da tarefa, explicita epistemicamente, valoriza epistemicamente ou então retoma práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional. Os alunos envolvem-se entre 3 a 9 práticas epistémicas dos 3 tipos.

As PE verificadas, além da utilização ou introdução de mediadores (mais associados a PE de tipo 1 e de tipo 2) são: PE1 (apresentação de ideia mobilizadora, identificação de condições empíricas, interpretação, manuseamento de equipamento de modo factual, observação, procura e seleção de informação, questionamento factual); PE2 (comunicação não autónoma, concetualização, mudança da representação do formato, estabelecimento de relações, manuseamento de equipamento de modo concetual, questionamento concetual); PE3 (comunicação autónoma e, mais raramente, avaliação crítica).

O padrão de mediação E9 apresenta qualidade superior ao padrão de medição E8, quer pelo tipo de PE quer pelo esforço do professor, nomeadamente na introdução e utilização de mediadores epistémicos.

Os resultados obtidos tendo em conta os padrões de mediação obtidos nas 3 fases do estudo permitiram-nos concluir acerca do modo como os professores apresentavam e conduziam o trabalho solicitado aos alunos no que concerne à sua envolvência (ou não) em práticas epistémicas diversificadas e consistentes.

Toda esta análise teve em atenção as dimensões de análise já referidas, ou seja, o trabalho solicitado, as práticas de ensino do professor e as práticas epistémicas dos alunos (ANEXO 7), nas variáveis já definidas no capítulo 3, com vista à resposta das nossas questões de investigação. São apresentados nas subseções que se seguem.

4.3 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na primeira fase do estudo

Nesta fase do estudo pretendíamos identificar aspetos e características relevantes do ensino dos professores intervenientes, no que diz respeito ao trabalho solicitado aos alunos, às suas práticas de ensino e às práticas epistémicas dos alunos. Por conseguinte, não houve qualquer interação por parte do investigador no sentido de influenciar as práticas de ensino desses professores nem de lhes suscitar qualquer necessidade de adoção de cuidados especiais relativamente às suas interações em sala de aula e respetivas mediações. Com estes resultados pretendíamos inferir sobre os padrões de mediação de cada professor e, de que modo, essa mediação promovia (ou não) a ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos.

No total, foram analisadas 5 aulas (Tab. 4.1) para as quais se elaboraram os diagramas de interação com os respetivos episódios (ANEXO 4), onde constam todas as categorias já referidas e respetivas variáveis.

	Sumário das aulas	Tempo de aula	Nº de episódios	Nº de interações
Prof A 7º ano	Energia. Fonte. Recetor. Transferências de energia	1h; 23min; 20s	12	29
	Fontes de energia renováveis e não renováveis. Energia cinética e energia potencial	1h; 23min; 04s	7	20
Prof B 8º ano	O que é a luz. Propagação da luz. Sombras. Espectro eletromagnético	1h; 19min; 23s	7	30
	Reflexão da luz. Leis da reflexão	33min; 59s	4	14
Prof C 8º ano	Átomos e moléculas. Substância elementar e substância composta	40min	2	11

Tabela 4.1 – Aulas analisadas na 1ª fase do estudo

Os resultados obtidos nesta primeira fase, além de nos permitirem a identificação dos padrões de mediação de cada professor, nomeadamente no que diz respeito às práticas de ensino que promovem práticas epistémicas nos seus alunos, serviram também de ponto de partida às respostas das 3 QI apresentadas.

4.3.1. Identificação dos padrões de mediação da 1ª fase do estudo

Nesta 1ª fase do estudo ocorreram um total de 32 episódios, ou seja, 19 episódios em duas aulas do professor A, 11 episódios em duas aulas do professor B e 2 episódios em uma aula do professor C (ANEXO 7). Verificou-se ainda um total máximo de 36 variáveis.

A análise destes dados é apresentada no dendrograma constante na figura 4.1.

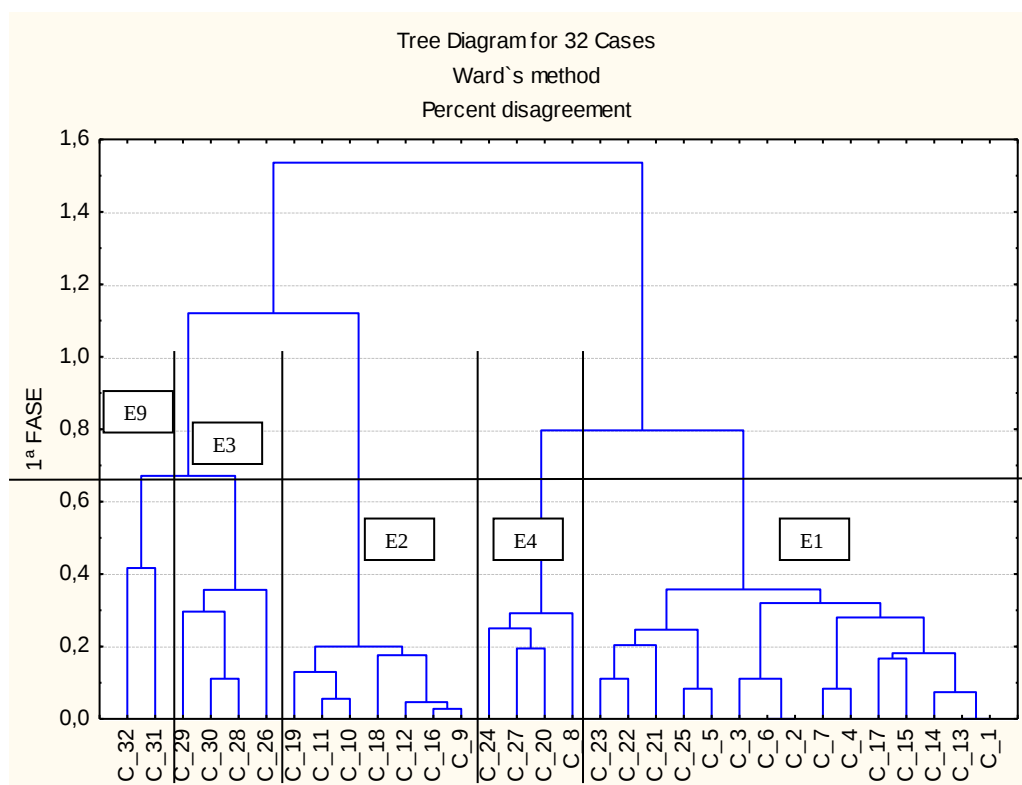


Figura 4.1 – Dendrograma relativo aos padrões de mediação obtidos na 1ª fase de estudo

Considerando a linha de corte em 0,65 sensivelmente (figura 4.1), e atendendo ao ordenamento dos casos (ANEXO 7), constatam-se 5 padrões de mediação diferentes, como consta na tabela 4.2.

EPISÓDIOS 1ª FASE			
PADRÃO	PROF A	PROF B	PROF C
E1	11	4	-
E2	7	-	-
E3	-	4	-
E4	1	3	-
E9	-	-	2

Tabela 4.2 – Padrões de mediação relativos à 1ª fase do estudo

O ***padrão E1***, de menor qualidade, onde o professor requer a resposta a uma questão, geralmente de resposta imediata e sem qualquer contextualização e onde, maioritariamente, não ocorre qualquer prática epistémica, apenas se verificou em episódios de aulas do professor A e do professor B, mais concretamente em 11 episódios de aulas do professor A e em 4 episódios de aulas do professor B.

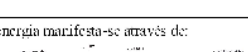
Referem-se como exemplos de episódios onde não ocorre qualquer prática epistémica o 6º episódio da 1ª aula do professor A (Fig. 4.2) e o 2º episódio da 1ª aula do professor B (Fig. 4.3).

Relativamente ao professor A constatou-se que, mesmo após a introdução de mediador simbólico, a tendência do professor foi (geralmente) dispersar-se na abordagem de situações, solicitando logo de imediato (entre 2 a 4min) novo trabalho aos alunos. Este tipo de interação é exemplificado com o 6º episódio da 1ª aula, onde o professor, recorrendo a uma imagem que poderia servir como mediador simbólico, continuou a solicitar exemplos aos alunos, dispersando-se na abordagem das situações apresentadas e não promovendo nem a utilização desse mediador pelos alunos nem a ocorrência de qualquer outra prática epistémica (Fig. 4.2).

Teacher A_1st Lesson

- por exemplo – continua o professor, enquanto projecta o 9º diapositivo, à excepção da última frase (Fig.9) – quando eu estou a andar aqui, será que eu contenho energia?

A energia manifesta-se através de:



- Mas qualquer sistema tem energia, mesmo quando ela não se manifesta.

Teacher A_2nd Lesson

TS_Trabalho Solicitado_Análise Informa

TS_Trabalho Solicitado_Análise Informa

TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)

TE_Sintetiza (TE-SI)

TE_Professor Usa Mediador Epistémico

TE_Professor Introduz Mediador Simbólico

TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IM)

TE_Ignota Epistemicamente (TE-EI)

TE_Dispõe na Abordagem de SF (TE-AS)

TE_Curto-Circuito (TE-CC)

TE_SF_Situação Física do Dia-a-Dia (1-SF)

TE_SF_Situação Física Didáctica (1-SF-AM)

TE_ASF_Objeto (1-ASF-O)

TE_ASF_Evoção (1-ASF-E)

TE_ASF_Descrição (1-ASF-D)

TE-1_Questiona Factualmente (PE-OF)

TE-1_Interpreta (PE-I)

PE-1_Identifica Condições Empíricas (PE-1)

PE-1_Apresentação Ideia Modificadora (PE-AM)

PE_Aluno Usa Mediador Epistémico

Figura 4.2 – Excerto do 6º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)

Nos episódios ocorridos nas aulas do professor B constatou-se que a utilização dos mediadores (simbólico ou epistémico) pelo professor acabou por curto-circuitar o trabalho solicitado aos alunos, não se verificando a ocorrência de qualquer prática epistémica. Ilustramos este tipo de mediação com o 2º episódio da 1ª aula (Fig. 4.3). Neste episódio o professor, imediatamente a seguir à solicitação do trabalho “*a luz propaga-se em todos os meios?*” (e sem dar qualquer tempo de resposta aos alunos) recorreu a material de uso comum (uma vela acesa e um livro) para demonstrar que a luz da vela não atravessa o livro. De seguida, começou a questionar os alunos no sentido de definir corpos opacos. Os alunos apenas se limitaram a responder a uma sucessão de pequenas questões de resposta imediata que o professor foi colocando. Este procedimento repetiu-se para a definição de corpos transparentes e translúcidos. Todas estas definições acabaram por ser escritas no quadro pelo próprio professor não se verificando a ocorrência de nenhuma prática epistémica por parte dos alunos (Fig. 4.3).

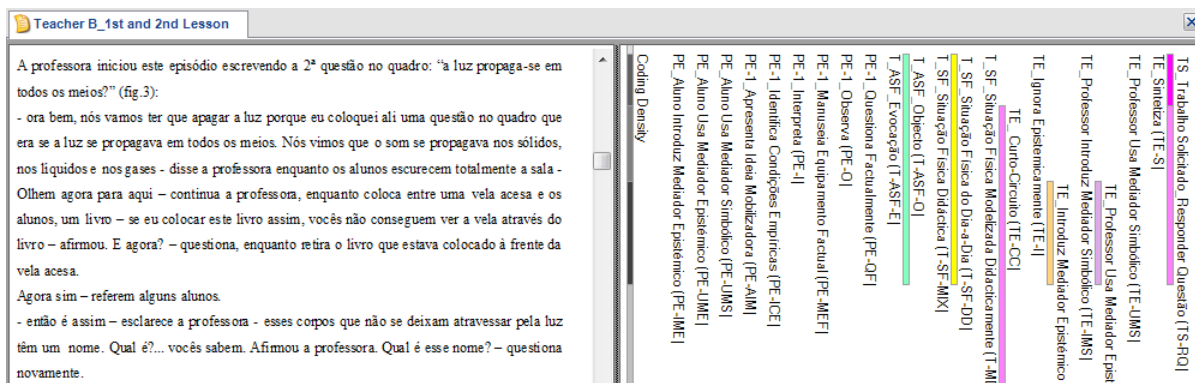


Figura 4.3 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

Neste padrão de mediação também se verifica a ocorrência de PE tipo 1 espontâneas e pontuais mas com práticas de ensino semelhantes às já referidas. Os exemplos que se seguem ilustram estes episódios:

No 7º episódio da 1ª aula do professor A, a questão “... *mas será que o gelo não queima?*” surge como consequência de um dos exemplos dados para responder à questão colocada no 6º episódio desta mesma aula. A evocação desta situação física promoveu nos alunos a identificação de condições empíricas (reconhecem que o gelo também tem energia e que a transmite, por exemplo). Contudo o professor, ao recorrer a outros exemplos, acabou por se dispersar na abordagem desta situação (Fig. 4.4).

The screenshot shows a software interface with two tabs: "Teacher A_1st Lesson" and "Teacher A_2nd Lesson". The main window displays a transcript of a lesson. The transcript is divided into two sections. The first section contains a list of questions and answers about ice and energy. The second section contains a list of questions and answers about the relationship between temperature and energy. On the right side of the interface, there is a list of coding categories, including "TS_Trabalho Solicitado", "TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação", "TS_Solicita Aspectos Adicionais", "TE_Sintetiza", "TE_Professor Usa Mediator Epistémico", "TE_Professor Introduz Mediator Simbólico", "TE_Introduz Mediator Epistémico", "TE_Ignota Epistemicamente", "TE_Dispersão na Abordagem de SF", "TE_Curto-Circuito", "T_SF_Situação Física do Dia-a-Dia", "T_SF_Situação Física Didática", "T_ASF_Objeto", "T_ASF_Evocação", "T_ASF_Descrição", "PE_1_Questiona Factualmente", "PE_1_Interpreta", "PE_1_Identifica Condições Empíricas", "PE_1_Apresentação Ideia Mobilizadora", and "PE_Aluno Usa Mediator Epistémico".

Figura 4.4 – Excerto do 7º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)

Relativamente aos episódios das aulas do professor B onde ocorre também uma única prática epistémica, a tendência do professor é curto-circuitar o trabalho que solicita ou então ignorar a PE que ocorre. Refere-se, como exemplo, o 6º episódio da 1ª aula onde a questão colocada “*será que toda a luz é visível?*” foi imediatamente curto-circuitada pelo professor uma vez que encaminhou os alunos para a resposta pretendida que, um deles, escreveu no quadro. A mobilização de conhecimentos prévios sobre o assunto, abordado por um aluno, poderia adiantar um possível caminho para a resolução do trabalho solicitado. No entanto, como o professor não aproveitou devidamente esses conhecimentos, ou seja, como ignorou essa prática epistémica, isso não se verificou (Fig.4.5).

The screenshot shows a software interface with a tab labeled "Teacher B_1st and 2nd Lesson". The main window displays a transcript of a lesson. The transcript starts with a question from Professor B: "O Beatriz vou lançar uma outra questão: será que toda a luz é visível?". The transcript continues with a list of questions and answers. On the right side of the interface, there is a list of coding categories, including "TS_Trabalho Solicitado", "TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação", "TS_Solicita Aspectos Adicionais", "TE_Sintetiza", "TE_Professor Usa Mediator Epistémico", "TE_Professor Introduz Mediator Simbólico", "TE_Introduz Mediator Epistémico", "TE_Ignota Epistemicamente", "TE_Dispersão na Abordagem de SF", "TE_Curto-Circuito", "T_SF_Situação Física do Dia-a-Dia", "T_SF_Situação Física Didática", "T_ASF_Objeto", "T_ASF_Evocação", "T_ASF_Descrição", "PE_1_Questiona Factualmente", "PE_1_Interpreta", "PE_1_Identifica Condições Empíricas", "PE_1_Apresentação Ideia Mobilizadora", and "PE_Aluno Usa Mediator Epistémico".

Figura 4.5 – Excerto do 6º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

dos ventos associada a energia eólica, energia solar que associa ao sol...) até abordar as duas formas de energia: energia cinética e energia potencial. Nesse momento apresentou uma imagem relativa à energia cinética, que ele próprio utilizou para continuar a questionar os alunos. Estes limitaram-se a dar respostas imediatas às questões do professor. Prosseguiu com mediação idêntica para introduzir o conceito de energia potencial. Nesse momento, um aluno colocou uma questão baseada no seu conhecimento empírico “*se as pilhas contiverem demasiada energia podem rebentar?*”. O professor não aproveitou essa questão, ou seja, não lhe deu seguimento, uma vez que tentou (ele próprio) dar a resposta. Introduziu nova imagem (relativa à energia potencial gravítica) e solicitou novo trabalho (6º episódio).

O **padrão E2**, onde o trabalho solicitado requer a análise de informação e onde, geralmente, apenas ocorre uma única prática epistémica pontual, apenas se verificou em episódios de aulas do professor A, num total de 7 episódios.

Como exemplo, refere-se o 10º episódio da 1ª aula, cujo trabalho solicitado “*existe uma relação entre a energia do SI que é o J e as cal. Alguém sabe dizer?*” induziria, à partida, a utilização do mediador epistémico introduzido anteriormente pelo professor (imagem com rótulo de cereais). Todavia, este mediador foi imediatamente usado pelo professor durante a totalidade do episódio, ou seja, durante cerca de 12 minutos. Esta interação por parte do professor impediu a sua utilização pela parte dos alunos, encaminhando-os apenas e novamente à realização dos aspetos mecânicos do trabalho solicitado (Fig. 4.7).

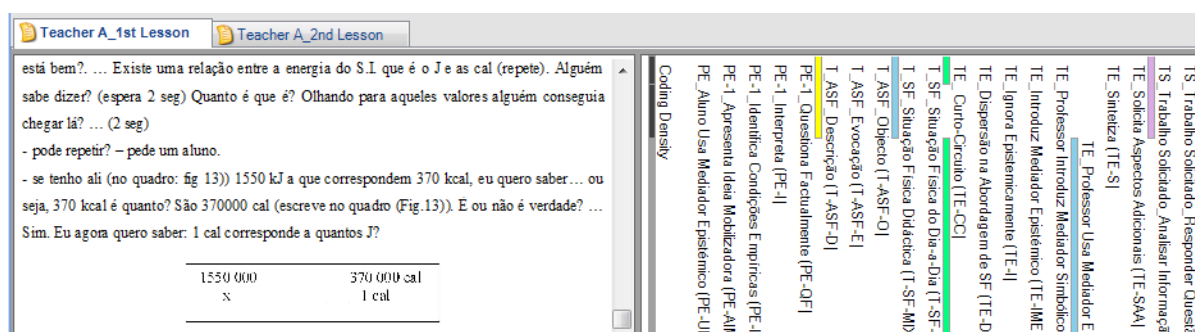


Figura 4.7 – Excerto do 10º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)

O **padrão E3**, cujo trabalho solicitado requer a observação e onde ocorre apenas uma única prática epistémica, ocorreu apenas em 4 episódios de aulas do professor B.

Exemplificamos com o 7º episódio da 1ª aula (com a duração de 11 minutos), relativo à decomposição da luz branca. Neste episódio, verificou-se que a mobilização de conhecimentos prévios relacionados com o fenómeno, e que poderiam ter sido aproveitados pelo professor para adiantar um possível caminho para a resolução do trabalho solicitado, bem

como o questionamento efetuado pelos alunos baseados em conhecimentos empíricos que possuíam sobre o tema a estudar e a interpretação do fenómeno baseado em conhecimento científico, geralmente não foram aproveitados pelo professor. Este, por sua vez, introduziu mediador epistémico que ele próprio utilizou limitando a sua utilização pela parte do aluno. No entanto, com a sua parca utilização, o aluno interpretou o fenómeno baseando-se em conhecimento científico. Estas práticas foram ignoradas pelo professor. A solicitação de aspetos adicionais promoveu nos alunos a reutilização do mediador apresentado resultando dessa utilização mais dois questionamentos baseados em dados empíricos, também ignorados pelo professor (Fig. 4.8).

Teacher_B_1st and 2nd Lesson

- escutem lá agora. Nós vamos ver então qual é a luz que conseguimos ver. Estão a ver ali a decomposição da luz. Estão ali a ver as sete cores do arco-íris. Vocês já tinham feito isto, não já? - questiona a professora relativamente a esta demonstração. Aquela luz que nós conseguimos ver, nós chamamos a luz visível ou a luz branca - informa a professora após o que pediu a um aluno para acender novamente as luzes da sala.

- O Beatriz, queres continuar a escrever? Então "...até nós - a luz branca ou visível. Todas as radiações constituem o espectro electromagnético" (fig.9). (1:10:45)

A professora retoma a aula (1h 11min 25s):

- nós falamos de espectro sonoro. Quem é que se lembra da definição de espectro sonoro?
- é o conjunto de todas as frequências ... - tenta responder um aluno.
- ... e o espectro electromagnético vai ser um conjunto de radiações que também têm determinadas frequências - acrescenta a professora, referindo que alguns alunos já tinham dito a definição porque tinham olhado para o livro, apesar de não ser isso o que ela pretendia pois o que ela queria era que os alunos se lembrassem de algumas radiações - alguém se lembra? - questiona.

...

- só vemos esse bocadinho - confirma a professora - mas apesar de só vermos esse bocadinho, tal como acontecia no som, o homem não utiliza algumas das radiações que aí estão. Por ex...?

Beatriz: utiliza as micro-ondas - para aquecer os alimentos, acrescenta a professora - os IV para os telemóveis, os R-X, e a UV é aquela que o Homem não utiliza, filtra, e os raios gama ... são o quê?

Professora: os raios gama são radiações muito energéticas que nós não utilizamos, pelo menos que eu tenha conhecimento.

Beatriz: e servem para quê?

P: essa radiação é libertada por exemplo por determinados átomos que são radioactivos.

Beatriz: Ahh. As Ondas rádio...

P: as ondas rádio são usadas para quê? Alguém sabe?

A: já sei são para nós ouvirmos rádio

P: são utilizadas nas comunicações - conclui a professora - agora já não vamos fazer mais nada. Se o Victor quiser, agora pode vir fazer a experiência. (1:19:23)

Coding Density

Code	Frequency
TS_Trabalho Solicitado_Responder Questão (TS-RQ)	1
TS_Trabalho Solicitado_Observar (TS-O)	1
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)	1
TE_Professor Usa Mediador Simbólico (TE-JMSI)	1
TE_Professor Usa Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Professor Introduz Mediador Simbólico (TE-JMSI)	1
TE_Professor Introduz Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Ignota Epistémica men	1
TE_Curto-Circuito (TE-CC)	1
T_SF_Situação Física Modelizada Didacticamente (T-MDI)	1
T_SF_Situação Física do Dia-a-Dia (T-SF-DD)	1
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)	1
T_ASF_Objeto (T-ASF-O)	1
T_ASF_Evocação (T-ASF-E)	1
PE-1_Questiona Factualmente (PE-QFI)	1
PE-1_Observa (PE-O)	1
PE-1_Manuseia Equipamento Factual (PE-MEFI)	1
PE-1_Identifica Condições Empíricas (PE-ICE)	1
PE-1_Apresentação Ideia Mot	1
PE_Aluno Usa Mediador Simbólico (PE-JMSI)	1
PE_Aluno Usa Mediador Epistémico (PE-JMEI)	1
PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-JMEI)	1

Coding Density

Code	Frequency
TS_Trabalho Solicitado_Responder Questão (TS-RQ)	1
TS_Trabalho Solicitado_Observar (TS-O)	1
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)	1
TE_Professor Usa Mediador Simbólico (TE-JMSI)	1
TE_Professor Usa Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Professor Introduz Mediador Simbólico (TE-JMSI)	1
TE_Professor Introduz Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-JMEI)	1
TE_Ignota Epistémica men	1
TE_Curto-Circuito (TE-CC)	1
T_SF_Situação Física Modelizada Didacticamente (T-MDI)	1
T_SF_Situação Física do Dia-a-Dia (T-SF-DD)	1
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)	1
T_ASF_Objeto (T-ASF-O)	1
T_ASF_Evocação (T-ASF-E)	1
PE-1_Questiona Factualmente (PE-QFI)	1
PE-1_Observa (PE-O)	1
PE-1_Manuseia Equipamento Factual (PE-MEFI)	1
PE-1_Identifica Condições Empíricas (PE-ICE)	1
PE-1_Apresentação Ideia Mot	1
PE_Aluno Usa Mediador Simbólico (PE-JMSI)	1
PE_Aluno Usa Mediador Epistémico (PE-JMEI)	1
PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-JMEI)	1

Figura 4.8 – Excerto do 7º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

A tendência do professor B em práticas de ensino que, à partida, são consideradas não promotoras de práticas epistémicas também se verificou nos restantes episódios já mencionados. Exemplificamos ainda com os *3º e 4º episódios da 2ª aula*, onde o professor continuou ou ignorando o trabalho dos alunos ou as práticas epistémicas (geralmente pontuais e tipo 1) ou então curto-circuitando-as, geralmente pelo uso do mediador epistémico. Nestes episódios o professor recorreu a objetos do dia-a-dia e do conhecimento do aluno, que os manuseou e utilizou até certo ponto. Estes objetos não foram devidamente explorados. Ou porque o professor também os utilizou e forneceu informação em demasia, limitando o seu uso

pelos alunos e encaminhando-os para a resposta pretendida (3º episódio – Fig. 4.9) e esquematizando o fenómeno no quadro, ou então dando por terminada a aula (4º episódio – Fig. 4.10).

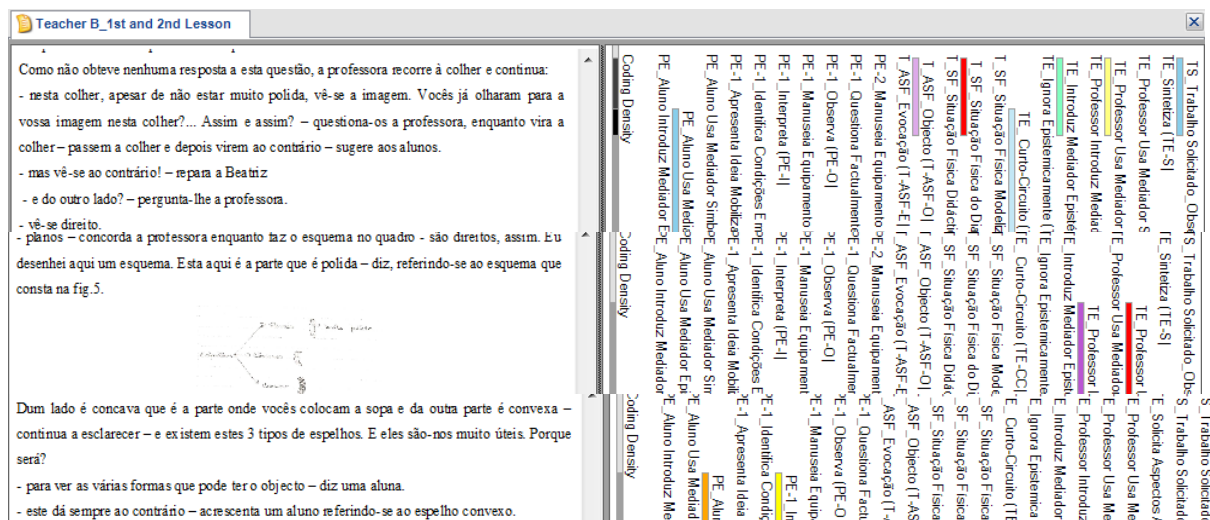


Figura 4.9 – Excerto do 3º episódio da 2ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

No 3º episódio ainda se verificou uma interpretação, por parte de um aluno. Todavia, a solicitação de novo trabalho (4º episódio) não permitiu que a mesma se desenvolvesse.

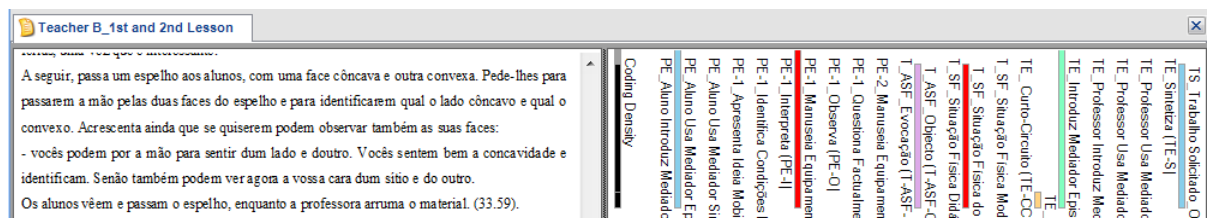


Figura 4.10 – Excerto do 4º episódio da 2ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

O **padrão E4**, onde o trabalho solicitado requer a resposta a uma questão e onde ocorrem algumas práticas epistémicas de tipo 1, de modo espontâneo e pontual, que o professor não alimenta, foi verificado em 3 episódios de aulas do professor B e em 1 episódio de uma aula do professor A.

O professor A (*8º episódio da 1ª aula*) colocou uma questão de resposta imediata “*porque nos alimentamos Joel?*”. Todavia, a sucessão de pequenas questões que colocou de imediato, induziu os alunos a uma sequência de respostas (também imediatas) que os levaram, mecanicamente, à identificação da fonte e do recetor de energia. Um aluno colocou uma questão, baseada em conhecimentos empíricos “*ó stor, o videoprojector também não recebe energia?*” mas, a mesma, não foi aproveitada pelo professor que tentou dar uma resposta. Não obstante, nova questão foi colocada por outro aluno “*ó professor, se nós estivermos muito tempo ao Sol e apanharmos um escaldão também somos recetores, não é?*”. Nesse momento o professor colocou nova questão com o intuito de esclarecer a dúvida do aluno e consolidar o

conceito de fonte e recetor de energia. Essa interação promoveu a interpretação de uma aluna e consequente sintetização pela parte do professor que relembrou o aprendido aquando do 7º episódio. De seguida introduziu um esquema que sistematizava as transferências de energia e que usou para questionar os alunos sobre esse assunto. Recorrendo a esse esquema um aluno acabou por interpretar a situação referida no 7º episódio. Vários alunos quiseram contribuir, referindo exemplos de situações semelhantes mas que o professor não aproveitou (Fig. 4.11).

The screenshot displays a lesson analysis tool with three segments of a lesson. Each segment shows a transcript of the teacher's and students' dialogue on the left and a list of pedagogical codes on the right. The codes are color-coded and include categories like 'TS' (Teacher's Statement), 'TE' (Teacher's Question), 'PE' (Pedagogical Event), and 'ASF' (Assessment Strategy).

Segment 1: The transcript shows the teacher asking questions about energy and its sources. The codes include TS, TE, and PE.

Segment 2: The transcript continues the discussion on energy receptors. The codes include TS, TE, and PE.

Segment 3: The transcript shows a diagram of energy transfer from a source to a receptor. The codes include TS, TE, and PE.

Figura 4.11 – Excerto do 8º episódio da 1ª aula do professor A (1ª fase do estudo)

Nas aulas do professor B constataram-se práticas de ensino semelhantes apesar da persistência de alguns alunos no envolvimento em práticas epistêmicas. Exemplificamos com o 1º episódio da 1ª aula onde, após a solicitação da resposta à questão “*o que é necessário para vermos o que nos rodeia?*”, os alunos identificaram as condições empíricas para a ocorrência do fenómeno. Um aluno ainda mobilizou alguns conhecimentos que poderiam adiantar um possível caminho para responder à questão mas o professor, ao invés de aproveitar essa prática epistémica, acabou por realizar um esquema no quadro apresentando toda a informação necessária, não dando assim oportunidade aos alunos para desenvolverem as práticas até então verificadas. Todavia, o aluno continuou a interpretar o esquema realizado pelo professor. Ocorreu ainda a identificação de condições empíricas do fenómeno representado. No entanto, todas estas práticas não se desenvolveram, pois o professor continuou a ceder informação excessiva acerca do esquema realizado. Este tipo de mediação ocorreu praticamente na totalidade do episódio (Fig. 4.12).

Teacher B_1st and 2nd Lesson

Após ter distribuído os testes, escrever o sumário relativo a estas aulas (fig.1) e combinar com os alunos a realização do 2º teste, a professora escreve no quadro a seguinte questão: “o que é necessário para vemos o que nos rodeia?”.

Professora: e agora o que é necessário para nós vemos aquilo que nos rodeia?

António: a luz

Professora: o som não se propaga no vazio. E a luz?

- também não, diz outro aluno.

António: a luz propaga-se (11.15)

Professora: muito bem António. A luz propaga-se porque...

- por isso é que nós vemos a luz das estrelas! - diz a Beatriz, quase em simultâneo com a professora.

Professora: Então quer dizer que ali (diz a professora referindo-se ao que estava escrito no quadro) o meio, nós já o vamos excluir. Mas há ainda outra coisa importante. Nós agora vamos ter ... os objectos. Então, nós vamos acrescentar aqui o corpo iluminado - diz, enquanto desenha no quadro - o corpo iluminado recebe a luz do corpo luminoso e difunde-a, espalha-a, transmite-a. Resumindo, temos aqui aquilo a que nós chamamos o triângulo de visão (disse, referindo-se aos três constituintes que ia desenhando no quadro (fig.2)) (12.01).

Eu vou fazer aqui um desenhinho e vocês vão lembrar-se de uma coisa muito semelhante que fizeram naquele teste. E assim: nós temos a fonte de luz, depois temos um olho (um receptor, diz um aluno), e depois temos um objecto qualquer - explica a professora enquanto desenha o

Então, como é que nós vemos aquele objecto? - questiona a professora referindo-se ao cubo (12.43)

Aluna: a luz bate no cubo

- a luz bate no objecto, e reflecte para o olho - diz outra aluna.

Professora: muito bem. A luz bate no objecto e transmite-a para o olho.

- naquele inquérito! Diz, uma aluna, referindo-se ao pré-teste, enquanto o aluno António, coloca uma questão que não se consegue perceber.

Professora: diz, António.

Este aluno refere também o esquema que saiu no pré-teste, ao que a professora respondeu afirmativamente, continuando:

- tinha lá um esquema assim. (13.04). A luz também chega ao nosso olho. Nós vemos a luz do Sol (ou de uma lâmpada, acrescentou uma aluna). E assim, nós vemos o ponto luminoso - refere a professora. (13.13)

Aluna: é assim: a luz bate no objecto para que nos o possamos ver. Mas também é preciso a luz porque senão...

Professora: porque senão... continua, estás a dizer muito bem - incentiva a professora. (13.26)

- porque senão não conseguimos ver o objecto - conclui a aluna. (13.27)

Professora: exactamente. E preciso que a luz incida no objecto. Nós precisamos sempre da fonte de luz, do receptor e que a luz incida no objecto, que depois o objecto transmite a luz (13.42)

Aluno: O stora naquele esquema o meio é o ar.

Professora: aquilo não é propriamente um meio. Aquilo é um objecto. O objecto difunde a luz ou transmite. O objecto aqui transmite a luz e nós chamamos a isto aqui, o triângulo de visão - conclui a professora, enquanto termina o esquema (14.07)

Fig. 1 é o sumário das aulas 1 e 2 que nos rodeia?

Fig. 2 é o triângulo de visão que nos rodeia?

Fig. 3 é o triângulo de visão que nos rodeia?

Figura 4.12 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

Tomemos como outro exemplo o 5º episódio da 1ª aula onde, apesar do trabalho solicitado apresentar potencial para desenvolver práticas epistêmicas nos alunos “*como é que se formam as sombras?*”, acabou por ser imediatamente curto-circuitado pelo professor que, ao aceitar ditar logo de seguida a resposta à questão, anulou essa potencialidade. Todavia o aluno não desistiu e continuou a mobilizar conhecimentos prévios emitindo um possível caminho para responder à questão. Para isso recorreu a material de uso comum para demonstrar a sua ideia. No entanto, o professor acabou por ignorar estas práticas continuando a dar a sua resposta.

Nesse seguimento surgiu ainda uma questão baseada em conhecimentos empíricos, formulada por outro aluno. Perante esse questionamento, o professor introduziu novo material que, tanto ele como os alunos, utilizaram para esclarecer a questão que o aluno havia colocado. No entanto o manuseamento e a utilização desse material pelos alunos foram limitados, pois o professor recorreu ao quadro e esquematizou o fenómeno não aproveitando as ideias dos alunos (Fig. 4.13).

[illegible]

Figura 4.13 – Excerto do 5º episódio da 1ª aula do professor B (1ª fase do estudo)

O **padrão E9** caracterizado, geralmente, por trabalho solicitado que requer a elaboração de uma resposta, com situação física devidamente apresentada e contextualizada e onde ocorrem práticas epistémicas dos 3 tipos, apenas foi verificado nos dois episódios da aula do professor C. Este professor iniciou a aula colocando questões aos alunos sobre a matéria lecionada na aula anterior, o que nunca se verificou nos casos dos professores A e B.

No 1º episódio, com trabalho solicitado que requer a resposta a uma questão, o professor apenas apresentou práticas de ensino consideradas, à partida, promotoras de práticas epistémicas nos seus alunos, tais como, a solicitação de aspetos adicionais, a síntese de informação e a valorização epistémica. Também a utilização do mediador epistémico (quando o fez) foi para reforçar e promover novas PE. Nunca os utilizou de modo a limitar ou inibir o seu uso pelos alunos. Os alunos, orientados pelo professor, interpretaram e estabeleceram relações. O professor, aproveitando estas PE dos alunos solicitou, de forma sistemática, aspetos adicionais às respostas que ia obtendo. Com estas interações, também os alunos continuaram, de forma persistente, a interpretar a informação que o professor apresentava. Além desta PE considerada tipo 1, estes alunos envolveram-se ainda em PE consideradas de qualidade mais elevada (tipo 2) também de modo consistente e continuado. Geralmente promovidas pela utilização do mediador epistémico e pela solicitação de aspetos adicionais às suas PE, pelo professor, os alunos estabeleceram relações entre os diferentes modelos apresentados, passaram de uma representação simbólica para outra e realizaram essa mesma representação (concretizaram). Verificou-se ainda que este professor, retomou algumas PE dos alunos para reforçar as suas compreensões através de pequenas sínteses ou de informações adicionais que também serviram de partida para a solicitação de aspetos adicionais. Para estas interações recorreu, geralmente, aos materiais utilizados logo no início do episódio (Fig. 4.14).

Teacher C_ 1st Lesson

FIM: 19 min; 45s;
A professora vai buscar os modelos atômicos, à sala anexa. Enquanto faz esse percurso os alunos mantêm-se em completo silêncio.
Aos 13 minutos e 36 segundos retoma:
- então, como nós não os conseguimos ver, imaginamos como sejam. E normalmente imagina-se que os átomos e as moléculas são redondinhos.
Recorrendo aos modelos que mostra aos alunos, a professora continua:
- o modelo criado para eles é assim, uma esferazinha. Ora, neste caso, este por exemplo – recorre a um modelo – será um átomo ou uma molécula? (14min; 04s)
- uma molécula de oxigénio – refere uma aluna.
- porque é que é uma molécula de oxigénio? – questiona-a a professora.
- porque tem dois de oxigénio.
- porque é que tem dois de oxigénio?
- porque está no livro.
- porque no seu livro também está vermelhinho, não é? – conclui a professora. – e agora se eu puser aqui... – a professora apresenta um modelo com dois átomos de cor verde. Imediatamente um aluno diz que é o cloro. Quando a professora questiona o porquê da resposta, o aluno (em simultâneo com uma outra aluna) referem a cor.
- então e se eu disser que este é o cloro e este o oxigénio? – questionou a professora, trocando.
- está a mentir – dá-se uma aluna.
- não não estou. Não há uma cor definida para cada um deles, está bem? Nós é que temos que estipular isso, dentro do grupo de trabalho, dentro daquilo que estamos a fazer, dizer este é o nosso oxigénio, este é o nosso cloro, vocês determinam isso de acordo com as necessidades. Não há obrigatoriedade nem de cor nem de forma, agora é mais prático usar a esferazinha. Por exemplo este, (mostra o

...

Recorrendo a outros modelos a professora continua a questionar os alunos no sentido de identificarem se é uma molécula ou um átomo. Usa os modelos para a molécula de hidrogénio e para a de cloro, refere a ligação química que existe entre os átomos e questiona acerca do nº de átomos que existe em cada modelo apresentado. Os alunos respondem sempre acertadamente.
- isto aqui é um átomo ou uma molécula?
- molécula – respondeu um aluno – tem dois átomos.
- tem dois átomos ligados entre si quimicamente – concordou a professora. Portanto é uma molécula de...?
- Hidrogénio – responderam os alunos. (15min; 46s)
Fazem o mesmo para a molécula de cloro. Pergunta quantos átomos existem em cada molécula e os alunos respondem sempre correctamente (2). Usa o mesmo procedimento para a molécula de dióxido de carbono:
- e esta, o que será?
- dióxido de carbono – respondem alguns alunos. (16min; 33s)
- tem duas de oxigénio e uma de carbono – respondeu um aluno, o que a professora confirmou.
- então esta é uma molécula com quantos átomos?
- 3 – responderam os alunos
- 3 átomos – confirmou a professora – estes átomos são todos iguais...?
- não, não – interrompeu uma aluna
- ... ou todos diferentes? Continuou a professora.
- são dois iguais e um diferente – completou a mesma aluna.

...

A partir deste diálogo a professora define substância elementar, que escreve no quadro. Para sistematizar esta informação a professora repete, questionando:
- e porque é que é elementar? Porque é constituída por moléculas de um só elemento. Toda a sua constituição só tem um elemento. Então o que é um elemento químico?
Como não obtém respostas imediatas, espera enquanto questiona novamente, remetendo para a definição de substância elementar. Mostra novo modelo e questiona:
- este, tem quantos elementos químicos?
- 2 – diz uma aluna.
- e os dois são iguais ou diferentes?
- são iguais – continuou a responder a aluna – é tipo ... é como se fossem ingredientes. E como se tivessem dois ingredientes. (18min; 14s)
- tem dois ingredientes, tem duas espécies, é? então um elemento químico é um ingrediente?
- é uma espécie de átomos – refere a aluna.
- é uma espécie de átomos, não é? E essa espécie de átomos ou se combina com átomos da mesma espécie ou com outros de espécies diferentes. (18min; 50s)
- por exemplo, o que será este? – questiona enquanto mostra um modelo com um átomo de hidrogénio e outro de oxigénio.
- a molécula da água – responde um aluno.
- é hidrogénio ... - responde uma aluna.
- ... mais oxigénio – acrescentou outra.
- é a molécula da água – continuou a aluna que referiu o hidrogénio – mas ...
- não é a molécula da água – informou a professora que coloca outro átomo de oxigénio no modelo, para “construir” e demonstrar a molécula da água.
Recorre ao modelo inicialmente apresentado para concluir que um elemento é uma espécie de átomo que se pode combinar entre si ou com outros diferentes.

Figura 4.14 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (1ª fase do estudo)

No 2º episódio o tipo de trabalho solicitado consistiu na elaboração de uma resposta que envolvia a manipulação dos materiais já introduzidos. O professor pediu aos alunos para construírem os modelos que representassem as fórmulas químicas solicitadas (Fig. 4.15). Imediata e autonomamente, os alunos manusearam os modelos atômicos para representarem as fórmulas químicas apresentadas. Ou seja, passaram de uma representação simbólica para outra, concetualizando. Ao solicitar aspetos adicionais a estas práticas, o que o professor fez de modo continuado, promoveu nos alunos outras PE tanto de tipo 1, como tipo 2 e tipo 3. Os alunos,

recorrendo sempre aos materiais presentes e tendo sempre em conta as fórmulas químicas apresentadas acabaram por, além destas práticas epistémicas, comunicarem os seus resultados sob a orientação do professor ou de modo autónomo. Acabaram ainda por usar os mediadores com diferentes níveis conceituais, associados às práticas epistémicas já mencionadas (Fig. 4.15).

The screenshot displays a software interface for a lesson titled "Teacher C_ 1st Lesson". The main window shows a transcript of a chemistry lesson. The transcript is divided into sections by time markers (e.g., 24min, 26s, 31min, 38s). The text describes a teacher's interaction with students, focusing on the construction of molecular models for ethanol, ammonia, and carbon dioxide. The teacher asks questions, provides feedback, and guides the students through the process of building and interpreting these models. On the right side of the interface, there is a vertical list of pedagogical practices (PE) and epistemic practices (TE) that are mapped to the corresponding parts of the transcript. These practices are color-coded and include labels such as "PE-2: Manuseia Equipamento Conceptual", "PE-3: Comunica", "PE-1: Interpreta", and "TE-2: Situaç". The interface also includes a search bar at the top and a sidebar on the left with additional navigation options.

Figura 4.15 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (1ª fase do estudo)

A síntese destes resultados está apresentada na subsecção que se segue.

4.3.2. Síntese dos resultados obtidos na 1ª fase do estudo

Nesta 1ª fase do estudo verificaram-se 32 episódios dos quais: 19 episódios pertencem ao professor A; 11 episódios ao professor B; 2 episódios ao professor C. Todos estes episódios representam 5 padrões de mediação diferentes, como explicado na secção anterior. Na figura 4.16 apresenta-se a frequência desses mesmos padrões relativamente aos 3 professores envolvidos no estudo. Por exemplo: o professor A apresentou, no total, 19 episódios. Destes, 11 episódios apresentaram o padrão de mediação E1; 7 episódios apresentaram o padrão de mediação E2; 1 episódio apresentou o padrão de mediação E4. Ou seja, 57,9%, 36,8% e 5,3%, respetivamente. O mesmo raciocínio é seguido para os restantes casos (Fig. 4.16).

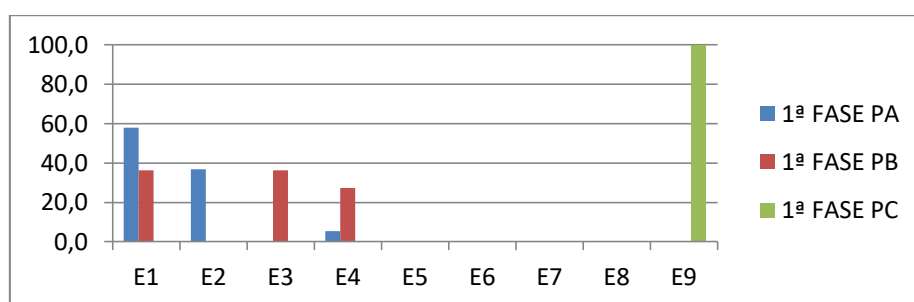


Figura 4.16 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 1ª fase do estudo, em percentagem

Relativamente às **variáveis em estudo** (ANEXO 7), foram verificadas (na 1ª fase do estudo) um total de 36 variáveis em 32 episódios. Nas aulas do professor A, com 19 episódios foram identificadas 21 variáveis; nas aulas do professor B, com 11 episódios, foram identificadas 22 variáveis; nas aulas do professor C, com 2 episódios, foram identificadas 19 variáveis.

A ocorrência destas variáveis, em percentagem, está apresentada na tabela 4.3. Por exemplo, relativamente às características da tarefa, verificou-se que o professor A apresentou 12 episódios onde ocorreu a variável TS-RQ e 7 episódios onde ocorreu a variável TS-AI. Não ocorreu nenhum episódio com a variável TS-O nem com a variável TS-ER. Logo, dos 19 episódios, 12 episódios foram iniciados com solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, verificando-se assim uma percentagem de 63,2% para esta variável e 36,8% para a variável TS-AI. Por conseguinte, recorreu à evocação para apresentar a situação física (T-ASF-E) em 15,6% dos episódios (ocorrem 3 episódios em 19), cujo contexto andou em torno de situações do dia-a-dia (T-SF-DD) em 31,6% dos episódios (ocorrência de 6 episódios em 19), por exemplo. Nos restantes episódios o professor não apresentou nem contextualizou qualquer situação física.

Relativamente às práticas de ensino tomemos como exemplo o professor B. No total, verificaram-se 51 interações deste professor em práticas de ensino. Destas, 17,6% (9 interações em 51) corresponderam a curto-circuitos e 3,9% (2 interações em 51) na utilização do mediador simbólico, por exemplo.

Em relação às práticas epistémicas, tomemos como exemplo o professor C. Os seus alunos envolveram-se 27 vezes em práticas epistémicas dos diferentes tipos. Por exemplo, a concetualização ocorreu 4 vezes, ou seja, verificou-se em 14,8% das práticas epistémicas destes alunos. Seguindo este mesmo raciocínio para as restantes variáveis e professores, resultaram os valores constantes da tabela 4.3.

		1ª FASE		
		PROF A	PROF B	PROF C
CARACTERÍSTICAS DO TS	TS-RQ	63,2	63,6	50,0
	TS-AI	36,8	-	-
	TS-O	-	36,4	-
	TS-ER	-	-	50,0
	T-SF-MIX	36,8	9,1	-
	T-SF-DD	31,6	81,8	-
	T-SF-MD	-	9,1	100,0
	T-ASF-D	52,6	-	-
	T-ASF-E	15,6	54,5	-
	T-ASF-O	-	45,5	100,0
PRÁTICAS DE ENSINO (TEs)	TE-CC	12,2	17,6	-
	TE-DA	22,0	-	-
	TE-I	17,0	23,5	-
	TE-DE	-	-	-
	TE-IME	12,2	25,5	12,5
	TE-UME	4,9	21,6	25,0
	TE-IMS	14,6	5,9	-
	TE-UMS	4,9	3,9	-
	TE-SAA	7,3	2,0	37,5
	TE-E	-	-	-
	TE-EE	-	-	-
	TE-S	4,9	-	18,8
	TE-VE	-	-	6,2
	PE1-IME	-	2,5	-
PE1	PE1-UME	18,2	28,2	14,8
	PE1-UMS	9,1	5,1	-
	PE1-AIM	9,1	12,8	-
	PE1-ICE	18,2	10,3	-
	PE1-I	18,2	10,3	18,6
	PE1-MEF	-	10,3	-
	PE1-O	-	-	-
	PE1-OI	-	-	-
	PE1-QF	27,2	20,5	-
PE2	PE2-IME	-	-	-
	PE2-UME	-	-	14,8
	PE2-CNA	-	-	7,4
	PE2-C	-	-	14,8
	PE2-ER	-	-	7,4
	PE2-MEC	-	-	3,7
	PE2-MRF	-	-	11,1
	PE2-QC	-	-	-
PE3	PE3-UME	-	-	3,7
	PE3-AC	-	-	-
	PE3-CA	-	-	3,7

Tabela 4.3 – Distribuição das variáveis existentes na 1ª fase do estudo, em percentagem

Atendendo agora à figura 4.16 e à tabela 4.3 podemos caracterizar o perfil das práticas de ensino que promovem PE nos alunos.

O **padrão E1**, de menor qualidade, foi verificado em 57,9% dos episódios do **professor A** e em 36,4% dos episódios do professor B. Neste padrão foi solicitada a resposta a uma questão, geralmente de resposta imediata, para os quais o professor A, em 31,6% dos episódios, não apresentou qualquer situação física. Em 31,8% dos episódios também não apresentou qualquer recurso. Ou seja, mesmo quando apresentou situação física, geralmente contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática, em 0,2% dos episódios não apresentou qualquer recurso. Neste padrão ocorreram geralmente práticas de ensino não promotoras de PE nos alunos. O professor A geralmente dispersou-se na abordagem de situações (22,0% das suas práticas de ensino), não promovendo qualquer PE nos seus alunos (ver fig. 4.2). Esta prática de ensino também ocorreu quando, pontualmente, os alunos se envolveram em alguma PE, ainda que de modo pontual. Nestas situações também teve tendência a ignorá-las (17,0 % das suas práticas) ou então a curto-circuitá-las (12,2% das suas práticas).

O **professor B** mostrou tendência a ignorar as PE dos alunos (23.5% das suas práticas de ensino) que ocorreram ainda que de modo pontual ou então a curto-circuitá-las (17,6% das suas práticas), o que ocorreu frequentemente pela utilização indevida dos mediadores epistémicos (21,6% das suas TEs) que introduziu (25,5% das suas TEs), transformando o trabalho solicitado inicialmente numa sucessão de questões de respostas imediatas, não dando oportunidade aos alunos de se envolverem em qualquer PE (ver fig. 4.3).

O **padrão E2** apenas foi verificado em aulas do **professor A**, em 36,8% dos seus episódios. É caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a análise de informação, com situação física apresentada através de imagens e/ou informações contidas em ficha de trabalho, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em sala de aula, com intenção didática mas que o professor curto-circuitou de imediato pela utilização indevida do mediador epistémico que introduziu (ver fig. 4.7), não dando oportunidade aos alunos para se envolverem em qualquer PE. Este tipo de mediação também ocorreu quando, muito raramente, os alunos se envolveram em alguma PE tipo 1, não a alimentando e limitando também a utilização dos mediadores pela parte dos alunos.

O **padrão E3** apenas foi verificado em aulas do **professor B**, em 36,4% dos seus episódios. É caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a observação de um

fenómeno, geralmente com situação física contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno, que apresenta recorrendo a material de laboratório. A utilização indevida do mediador epistémico pelo professor fez com essa utilização pelos alunos fosse muito limitada. Quando os alunos se envolveram em outra PE a tendência do professor foi ignorá-la e passar a novo episódio (ver fig. 4.9 e 4.10), não ocorrendo mais nenhuma PE. A solicitação de aspetos adicionais (que só ocorreu em 2,0% das suas práticas de ensino) promoveu nos alunos novas PE, nomeadamente a interpretação. Todavia, ao ignorar esta PE o professor inibiu a ocorrência de outras (ver fig. 4.8).

O **padrão E4** verificou-se em 27,3% dos episódios do professor B e em 5,3% dos episódios do professor A. Neste padrão, caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, com situação física apresentada pela evocação, contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, do conhecimento do aluno, o **professor B** continuou a curto-circuitar o trabalho dos alunos pela utilização do mediador epistémico ou então a ignorar as PE que iam ocorrendo de modo espontâneo e pontual (ver fig. 4.12 e 4.13). O **professor A** apresentou mediação semelhante, ou transformando o trabalho solicitado num conjunto de questões de respostas imediatas ou então ignorando as PE pontuais que ocorreram. Continuou a verificar-se que a solicitação de aspetos adicionais (que só ocorreu em 7,3% das suas práticas de ensino) promoveu nos alunos a interpretação (ver fig. 4.11).

O **padrão E9** foi verificado na totalidade dos episódios do **professor C**. Este padrão é considerado de qualidade mais elevada quer pela mediação do professor, quer pelo esforço que faz na introdução (12,5% das suas práticas de ensino) e utilização dos mediadores (25% das suas práticas de ensino) de modo a promover essa mesma utilização pela parte do aluno associado tanto a PE tipo 1 (14,8% das PE), como tipo 2 (14,8% das PE) e tipo 3 (3,7% das PE) quer pela qualidade e diversidade de outras práticas epistémicas que promoveu nos seus alunos. É caracterizado essencialmente pela solicitação de trabalho que requer a elaboração de uma resposta com situação física apresentada através de objetos ou equipamentos, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática. Nesta fase, e relativamente ao professor C, este padrão tanto se verificou com trabalho com estas características como o que requer a resposta a uma questão. Em ambos os episódios o professor solicitou sempre aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar as práticas epistémicas que ocorreram (37,5% das suas TEs) e envolveu-se em outras práticas de ensino que promoveram contínua e sistematicamente práticas epistémicas diversificadas dos 3 tipos.

O professor retomou práticas epistémicas dos alunos reforçando a compreensão através de uma síntese ou de informação adicional (18,8% das suas TEs) e valorizou epistemicamente (6,2% das suas TEs). Esta mediação promoveu continuamente nos alunos práticas epistémicas diversificadas dos 3 tipos.

Relativamente ao **professor A** verificamos que o padrão de mediação mais comum é o padrão E1, em 57,9% dos episódios, logo seguido do padrão E2 com 36,8% dos episódios. O padrão E4 apenas se verificou em 1 episódio, seja em 5,3%. A maioria das interações deste professor consistiu na solicitação de trabalhos aos alunos que requerem a resposta a uma questão (63,2%), ou então analisar informação (36,8%), dos quais cerca de 32,0% sem apresentação de qualquer situação física ou contexto (Tab. 4.3) e, geralmente, colocando questões de resposta imediata, dispersando-se logo de seguida na abordagem de situações (padrão E1), sendo esta (dispersão na abordagem de situações) a sua prática de ensino mais persistente (22,0% das suas práticas). Quando isto se verificou, regra geral, não ocorreu nenhuma prática epistémica. Quando o trabalho solicitado requer a análise de informação (padrão E2) o professor introduziu mediadores (epistémicos ou simbólicos) que utilizou por forma a curto-circuitar o trabalho solicitado ou em curso. Ainda assim, verificou-se um episódio (padrão E4) onde os alunos, independentemente das práticas de ensino do professor, se envolveram espontaneamente em algumas práticas epistémicas tipo 1 mas que não foram devidamente alimentadas pelo professor.

Em qualquer destes padrões de mediação (E1, E2 e E4) os alunos apenas utilizaram os mediadores introduzidos esporadicamente e de modo muito limitado já que o professor ou ignorou essa prática ou não deu tempo de resposta e apresentou de imediato novo trabalho ou então porque curto-circuitou o trabalho apresentado ou em curso (12,2% das suas práticas de ensino – Tab. 4.3). Estas práticas de ensino foram verificadas mesmo quando, espontânea e pontualmente, os alunos se envolveram em práticas epistémicas tipo 1, tais como a identificação de condições empíricas e a interpretação (ambas com 18,2%), assim como o questionamento factual (27,2%) e a apresentação de ideia mobilizadora (9,1%).

Da análise aula-a-aula (ANEXO 4) verificou-se ainda que o questionamento factual (27,2% da totalidade das PE dos alunos), ocorreu geralmente de modo espontâneo, mesmo após o professor ter ignorado práticas epistémicas anteriores ou então promovido pela solicitação de aspetos adicionais (o que aconteceu somente em 7,3% das suas práticas de ensino e promovido pela interpretação) ou ainda associado à utilização do mediador epistémico (18,2% das PE), mesmo que utilizado de modo limitado. Verificou-se também que a solicitação de aspetos

adicionais e a retoma das PE dos alunos pelo professor no sentido de reforçar a sua compreensão através de síntese ou de informação adicional (4,9% das práticas de ensino), ainda que escassas, promoveram nos alunos a interpretação e/ou a identificação de condições empíricas (18,2% das PE), muito embora os alunos também se envolvessem nelas de modo espontâneo.

Relativamente ao **professor B**, verificou-se que os padrões mais utilizados são os padrões E1 e E3, ambos com 36,4% de episódios. Os episódios restantes apresentaram o padrão de mediação E4. Ou seja, a tendência deste professor foi solicitar trabalho que requer resposta a uma questão (63,6%), geralmente de resposta imediata, com evocação da situação física (54,5%) e frequentemente contextualizada em situações do dia-a-dia (81,8%). Nestas situações, o professor introduziu mediadores (epistémico ou simbólico) que, ao utilizar, curto-circuitou o trabalho dos alunos não promovendo qualquer prática epistémica ou então as poucas práticas epistémicas tipo 1 que ocorreram devido, em parte, à persistência dos alunos. Em 36,4% dos episódios, o professor B solicitou trabalho que requer a observação (padrão E3) com situação física reconstruída em ambiente escolar através de material de laboratório.

Geralmente o professor utilizou o mediador epistémico (21,6%) ou simbólico (3,9%), limitando a sua utilização pela parte do aluno. Frequentemente, com essa utilização, acabou por encaminhar os alunos apenas para a realização dos aspetos mecânicos do trabalho solicitado, curto-circuitando-o (17,6% das suas práticas de ensino), não ocorrendo qualquer PE nos alunos. A utilização do mediador epistémico pelos alunos, ainda que de modo limitado, foi a prática epistémica que ocorreu com mais frequência (28,2% das suas práticas epistémicas) sendo, em 10,3% dos casos, associado a outras práticas epistémicas tipo 1, tais como, a interpretação, a identificação de condições empíricas ou o manuseamento de equipamento de modo factual (Tab. 4.3).

A apresentação de ideia mobilizadora (12,8% das práticas epistémicas) surgiu ou de modo espontâneo e isolado ou então devido à persistência dos alunos pois, vulgarmente, esta prática epistémica foi imediatamente curto-circuitada pelo professor. Outra prática de ensino muito verificada no professor B foi o não aproveitamento das PE que ocorreram o que se verificou em 23,5% das suas práticas de ensino. Não obstante o não aproveitamento de PE anteriores, os alunos ainda questionaram factualmente, tendo sido esta a prática epistémica que se verificou mais consistente (20,5% das PE dos alunos), promovida por vezes pela utilização (ainda que limitada) do mediador epistémico (28,2% das PE).

O **professor C** apenas solicitou 2 trabalhos aos alunos, ambos apresentados através de objetos e/ou materiais. Apesar de um trabalho requerer a resposta a uma questão e o outro a elaboração de uma resposta, ambos apresentaram o padrão de mediação E9. Nestes episódios, o professor nunca utilizou o mediador epistémico imediatamente a seguir à colocação da tarefa, dando total liberdade aos alunos na sua utilização, que o fizeram associado à interpretação (18,6%), ao estabelecimento de relações entre conceitos (7,4%), à concetualização (14,8%), à mudança de representação do formato (11,1%) ou ao manuseamento de equipamento de modo concetual (3,7%).

Constatou-se que ambos os trabalhos despoletaram nos alunos práticas epistémicas continuadas e consistentes, dos diferentes tipos, sempre alimentadas pelo professor, nomeadamente através da solicitação de aspetos adicionais ao trabalho apresentado ou às PE dos alunos (37,5% das suas práticas de ensino). Geralmente utilizou o mediador epistémico (25,0% das suas práticas) para retomar as PE dos alunos no sentido de as reforçar através de síntese ou de informação adicional (18,8% das suas práticas) ou então para valorizar epistemicamente (6,2% das suas práticas). Os alunos envolveram-se em práticas epistémicas diversificadas e consistentes. Além da interpretação, associada geralmente à utilização do mediador epistémico (Tab. 4.3), os alunos envolveram-se ainda na comunicação não autónoma (7,4%). Ainda que ambas tarefas promovessem nos alunos PE consistentes, continuadas e diversificadas, constatou-se que quando o trabalho requeria a elaboração de uma resposta as PE que ocorreram foram de maior qualidade (PE2 e PE3) (ANEXO 4 e Tabela 4.3) nomeadamente a utilização do mediador epistémico associado à comunicação autónoma (ambos com 3,7%).

Atendendo ao número de episódios, verificou-se que os professores A e B apresentaram um número mais elevado, quando comparado com o professor C o que, numa primeira análise, poderia ser relacionado com o número de aulas lecionadas. No entanto, atendendo à figura 4.16 constata-se que a totalidade dos casos do professor C está inserida no padrão de mediação E9. Atendendo agora à tabela 4.3, verificamos que as práticas de ensino do professor C, bem como as práticas epistémicas que promoveram nos seus alunos são substancialmente diferentes das apresentadas pelos professores A e B.

Não obstante o número de variáveis relativas às características do trabalho solicitado serem superiores nos professores A e B, que apresentaram um número de tarefas mais elevado, as diferenças mais pertinentes são verificadas nas variáveis que se seguem. Ou seja, ainda que os professores A e B tenham introduzido mediadores (epistémicos e/ou simbólicos) que também utilizaram (inibindo ou limitando desse modo a sua utilização pela parte dos alunos),

apresentaram práticas de ensino que, à partida são não promotoras de PE tais como o curto-circuito, a dispersão na abordagem de situações e o não aproveitamento de PE dos alunos. Muito raramente solicitaram aspetos adicionais ou sintetizaram informação (Tab. 4.3).

Com esta medição os alunos apenas se envolveram em PE espontâneas, pouco consistentes e de tipo 1, tais como o questionamento factual, a interpretação, a identificação de condições empíricas, a apresentação de ideia mobilizadora e, ainda mais raramente o manuseamento de material de modo factual. Estas PE ocorreram, por vezes, associadas à utilização limitada dos mediadores existentes ou que os próprios alunos introduziram (Tab.4.3).

Já o professor C apenas apresentou sistematicamente práticas de ensino que, à partida, são promotoras de PE. Ou seja, solicitou frequentemente aspetos adicionais ao trabalho solicitado e às PE dos alunos, retomou essas mesmas práticas no sentido de reforçar a sua compreensão com sínteses ou informações adicionais e valorizou-as epistemicamente, recorrendo aos mediadores epistémicos para esse fim (quando o trabalho requeria a resposta a uma questão), não limitando a sua utilização pela parte dos alunos. Pelo contrário, os alunos usaram esses mediadores associados tanto a PE tipo 1 (interpretação), como a PE tipo 2 (comunicação não autónoma, concetualização, estabelecimento de relações, manuseamento de equipamento de modo concetual, mudança de representação do formato), bem como a PE tipo 3 (comunicação autónoma).

Quanto ao tipo de tarefa verificamos que quando o ***trabalho solicitado consistiu na resposta a uma questão***, ocorreram diferentes modos na maneira como elas foram apresentadas e conduzidas na sala de aula e, conseqüentemente, nas PE que promoveram nos alunos:

1º - Quando, independentemente da haver ou não apresentação, evocação e contextualização de situação física, o professor transformou, imediatamente, a questão inicial numa sucessão de pedidos de exemplos que não explorou, dispersando-se na abordagem das situações referidas, solicitando de seguida novo trabalho aos alunos e dando início a nova sequência, não ocorreu qualquer PE nos alunos, (Prof A – 1ª aula: 1º, 2º e 6º episódios; 2ª aula: 1º episódio (padrão E1)). O mesmo foi verificado quando, apesar de haver apresentação ou evocação da situação física e respetiva contextualização, o professor introduziu mediadores que utilizou de forma exaustiva não promovendo a sua utilização por parte dos alunos; quando transformou o trabalho solicitado num conjunto de questões de resposta imediata acabou por encaminhar os alunos para respostas mecânicas que o professor, geralmente, escreveu ou mandou escrever no quadro, passando imediatamente para nova sequência, também não se promoveu a ocorrência de qualquer PE (Prof B – 1ª aula: 2º e 3º episódios (padrão E1)).

2º - Quando o professor apresentou a situação física, que contextualizou em torno de situações do dia-a-dia e do conhecimento do aluno, pela evocação (Prof B – 1ª aula: 4º e 6º episódios (padrão E1)), quando não apresentou situação física nem respetiva contextualização (Prof A – 1ª aula: 5º episódio; 2ª aula: 2º; 3º e 5º episódios (padrão E1)) ou quando apresentou a situação física recorrendo à evocação (Prof A – 1ª aula: 4º e 7º episódios (padrão E1); 1ª aula: 8º episódio (padrão E4) ou recorrendo a imagens (Prof A – 1ª aula: 3º episódio (padrão E1)), todas contextualizadas em torno de situações do dia-a-dia e do conhecimento do aluno, verificou-se a ocorrência de PE espontâneas, pontuais e pouco consistentes, não alimentadas pelo professor, tais como:

- A identificação de condições empíricas (PE1-ICE) foi a PE que ocorreu com mais frequência. Tanto ocorreu na ausência de situação física e respetiva contextualização (Prof A – 2ª aula: 2º episódio (padrão E1)) como quando a situação foi evocada (Prof A – 1ª aula: 4º e 7º episódios (padrão E1)) ou apresentada através de imagens (Prof A – 1ª aula: 3º episódio (padrão E1)), e devidamente contextualizadas, promovida no 4º episódio da 1ª aula do professor A pela solicitação de aspetos adicionais à questão inicialmente colocada (padrão E1).

- O questionamento factual (PE1-QF) ocorreu espontaneamente em 3 episódios (Prof A – 1ª aula: 8º episódio (padrão E4); 2ª aula: 3º e 5º episódios (padrão E1)), mas foi geralmente ignorada pelo professor mesmo quando esta PE persistiu. Verificou-se ainda que em um episódio esta PE foi potenciada por uma interpretação prévia (PE-I), promovida pela solicitação de aspetos adicionais a um questionamento factual anterior (Prof A – 2ª aula: 3º episódio) acabando também por ser ignorada.

- A apresentação de ideia mobilizadora (PE1-AIM) ocorreu em dois episódios (Prof A – 1ª aula: 5º episódio (padrão E1); Prof B – 1ª aula: 6º episódio (padrão E1)), também de modo espontâneo. Em qualquer dos casos, os professores não as souberam aproveitar (TE-I).

- A interpretação (PE1-I) ocorreu em dois episódios (Prof A – 1ª aula: 8º episódio (padrão E4); 2ª aula: 3º episódio (padrão E1)), ambas promovidas pela solicitação de aspetos adicionais a um questionamento factual anterior. Esta PE potenciou ainda novo questionamento factual. Promoveu ainda a retoma desta PE pelo professor no sentido de reforçar a sua compreensão através de pequena síntese ou de informação adicional (TE-S).

Nestas situações apesar de a utilização dos mediadores (simbólicos ou epistémicos) não ocorrer de modo espontâneo, pois foi proposta pelo professor, a sua utilização ocorreu ainda de modo muito limitado e associado a PE tipo 1 (PE1-UMS ou PE1-UME), uma vez que os alunos

apenas os utilizaram para ilustrar o que o professor já tinha lecionado ou sob a sua orientação muito direcionada.

Nestes episódios verificou-se que estas PE não foram devidamente alimentadas por estes professores. Regra geral, o professor A dispersou-se na abordagem de situações (TE-DA), ignorou-as (TE-I), curto-circuitou-as (TE-CC) ou então passou imediatamente para novo episódio; o professor B ignorou-as (TE-I), curto-circuitou-as (TE-CC) ou encaminhou a aula para novo episódio.

3º - Quando o professor apresentou a situação física através de material de laboratório com contexto apresentado e reconstruído pelo professor e utilizou o mediador epistémico (TE-UME) introduzido desde o início do episódio (TE-IME) para solicitar aspetos adicionais às respostas dos alunos (TE-SAA), para valorizar epistemicamente essas mesmas ideias ou práticas epistémicas (TE-VE), aproveitando-as e para reforçar a compreensão dos alunos através de pequenas sínteses ou de informação adicional (TE-S), potenciou nos alunos a utilização desse mediador (PE-UME) associado a PE de diferentes tipos que ocorreram de modo consistente e continuado (padrão E9). Nesta situação ocorreram as seguintes PE:

- **PE tipo 1**: a interpretação (PE1-I) e a utilização do mediador epistémico (PE1-UME);
- **PE tipo 2**: o estabelecimento de relações conceituais em diversas situações, sob a orientação do professor (PE2-ER); a passagem de uma representação simbólica para outra, de modo autónomo ou sob a orientação do professor (PE2-MRF); a realização de representações simbólicas do fenómeno em estudo, de modo autónomo ou sob a orientação do professor (PE2-C).

Quando o trabalho solicitado consistiu na ***resposta a uma questão que requer a análise de informação***, também se verificaram diferentes modos de apresentação e condução em sala de aula bem como nas PE que promoveram nos alunos:

1º - Quando a situação física foi contextualizada e reconstituída em ambiente escolar com intenção didática verificou-se que, mesmo com a introdução de um mediador epistémico, sempre que o professor encaminhava os alunos para a resposta pretendida, através da solicitação contínua de pequenas questões (ou então passava imediatamente para nova sequência) não se verificou a ocorrência de qualquer PE (p.e: Prof A – 1ª aula: 9º, 10º e 11º episódios (padrão E2)).

2º - Quando a situação física foi apresentada através de imagens do conhecimento do aluno, com intenção didática, onde o professor também utilizou os mediadores que introduziu verificou-se a utilização desses mesmos mediadores (epistémicos e simbólicos), pelos alunos ainda que de modo limitado e associado a PE tipo 1 (PE1-UME e PE1-UMS). Nestas situações

ocorreram pontualmente uma a duas PE: a apresentação de ideia mobilizadora (PE1-AIM) e a interpretação (PE1-I) (Prof A – 1ª aula: 12º episódio; 2ª aula: 6º episódio, respetivamente (padrão E2)). Estas PE não se repetiram uma vez que o professor não as conseguiu sustentar pois ou as curto-circuitou (TE-CC) ou então deu por terminado o episódio.

Quando o trabalho solicitado consistiu na **observação de um fenómeno**, descrito oralmente, e apresentado através de materiais de laboratório ou de uso corrente, verificou-se a ocorrência de algumas PE, também pontuais, promovidas essencialmente pela presença dos mediadores (simbólicos ou epistémicos). Ocorreu em 4 episódios do professor B (1ª aula: 7º episódio; 2ª aula: 2º, 3º e 4º episódios (padrão E3)):

- A utilização de mediadores (epistémicos e simbólicos) ocorreu nos 4 episódios referidos, apenas associados a PE tipo 1 mas com utilização limitada (PE1-UME e PE1-UMS);
- O manuseamento de material de modo factual (PE1-MEF) ocorreu pontualmente em dois episódios (Prof B – 2ª aula: 2º e 4º episódios) e a interpretação (PE1-I) em 2 episódios (Prof B – 1ª aula: 7º episódio; 2ª aula: 3º episódio).

Todas estas práticas acabaram por não ser alimentadas pelo professor B que, ou as ignorou (TE-I) (1ª aula: 7º episódio; 2ª aula: 4º episódio) ou então solicitou novo trabalho, dando início a novo episódio (2ª aula: 2º e 3º episódio).

Quando o trabalho solicitado consistiu **na elaboração de uma resposta** que envolveu a manipulação de materiais, utilizados para apresentar a situação física, reconstruída pelos alunos, onde o professor nunca utilizou o mediador epistémico verificou-se a ocorrência de PE diversificadas dos diferentes tipos, assim como a utilização dos mediadores pelos alunos, que o utilizaram (PE-UME) autónoma e livremente, associado a essas PE. O professor solicitou frequentemente aspetos adicionais (TE-SAA) às PE que iam ocorrendo sistemática e continuamente e reforçou a sua compreensão através de pequenas sínteses ou de informações adicionais (TE-S). As PE que ocorreram, excetuando uma interpretação, foram todas do tipo 2 e tipo 3 e ocorreram em simultâneo com a utilização destes mediadores (professor C; padrão E9). Ocorreram as seguintes PE:

- **PE tipo 1**: interpretação (PE1-I) e utilização do mediador epistémico (PE1-UME);
- **PE tipo 2**: manuseamento de material de modo concetual e autónomo (PE2-MEC); passagem de uma representação simbólica para outra, de modo autónomo ou sob a orientação do professor (PE2-MRF); realização de representações simbólicas do fenómeno em estudo, de modo autónomo ou sob a orientação do professor (PE2-C); comunicação de resultados sob a

orientação do professor, ou seja, não autonomamente (PE2-CNA); utilização do mediador epistémico (PE2-UME) associado a práticas epistémicas tipo 2.

PE tipo 3: comunicação de resultados de forma autónoma (PE3-CA); utilização do mediador epistémico (PE3-UME).

Cruzando todos os resultados obtidos nas 3 dimensões de análise, inferimos sobre as práticas de ensino dos professores e as práticas epistémicas dos alunos relativamente aos 4 tipos de trabalhos solicitados e respetivos padrões de mediação.

A resposta a uma questão (TS-RQ) foi o trabalho mais solicitado. Foi também o tipo de trabalho que apresentou resultados mais díspares associados à diferença de características que apresentavam assim como às práticas de ensino que os professores desenvolveram, que se traduziram também na diferença das práticas epistémicas que ocorreram nos alunos.

A solicitação de **trabalho que requer a análise de informação (TS-AI)** ocorreu em sete episódios do professor A, todos com características semelhantes.

A solicitação de **trabalho que requer a observação (TS-O)** ocorreu apenas em episódios do professor B, num total de quatro episódios. Nestes episódios as características do trabalho solicitado diferem relativamente à contextualização da situação física.

A solicitação de **trabalho que requer a elaboração de uma resposta (TS-ER)** ocorreu apenas em um único episódio do professor C.

Relativamente às práticas epistémicas constata-se que algumas surgiram espontaneamente, sem a intencionalidade do professor, que não as alimentou para serem usadas de forma mais consistente e frequente. Ocorreram tanto no trabalho solicitado que requer a elaboração de uma resposta, como no que requer a observação ou a análise de informação. Geralmente são práticas epistémicas tipo 1 e estão relacionadas aos conhecimentos empíricos que os alunos possuem dos temas em estudo. Contudo, constatou-se que quando não são devidamente alimentadas pelo professor, ocorrem de forma pontual e raramente se repetem. A frequência destas práticas assim como a ocorrência de práticas epistémicas tipo 2 e tipo 3 aconteceu apenas quando o professor apresentou práticas de ensino que as alimentam continuamente. No entanto, constatou-se ainda que nem sempre são as práticas de ensino dos professores que promovem nos alunos a ocorrência de práticas epistémicas. Da nossa análise, verificamos que o contrário também se verificou. Ou seja, existem práticas epistémicas que embora sejam consideradas de tipo 1 e espontâneas, podem promover nos professores, práticas de ensino mais potenciadoras dessas mesmas práticas (Tabela 4.4).

PE espontâneas e pontuais:	PE consistentes e continuadas	PE consistentes e continuadas
PE-I PE1-AIM PE1-QF – pode ser promovida por anterior PE-I e pela utilização de mediadores. Pode ainda promover, no professor as práticas: TE-SAA e TE-IME PE1-IME PE1-UME – a sua utilização pode ser limitada se o professor também o utilizar de modo exaustivo PE1-UMS PE1-MEF – poder ser promovido pela presença de mediadores. Também pode ocorrer espontaneamente, por sugestão de alunos. Ocorreram em: - TS-RQ; TS-AI; TS-O Não alimentadas pelo professor: TE-DA TE-CC TE-I Raramente: TE-SAA; TE-S A utilização dos mediadores pelo professor inibiu ou limitou o seu uso pelos alunos	PE1-I PE1-ICE PE1-UME PE2-ER PE2-MRF PE2-C Promovidas por: TE-IME TE-VE TE-SAA TE-S Ocorreram em: - TS-RQ A utilização do mediador pelo professor não limitou a utilização do mesmo pelo aluno	PE1-I PE1-UME PE2-MEC PE2-UME PE2-C PE2-MRF PE2-CNA PE3-CA Promovidas por: TE-IME TE-SAA TE-S Ocorreram em: - TS-ER A utilização do mediador foi feita somente pelo aluno

Tabela 4.4 – Práticas epistémicas ocorridas na 1ª fase do estudo

Perante estes resultados tentamos dar uma primeira resposta à 1ª questão de investigação “*Que características das práticas de ensino são promotoras de PE nos alunos?*”, uma vez que o ponto de partida da 2ª fase do estudo tem como base os resultados preliminares da 1ª fase. Durante as fases seguintes esta resposta será complementada em virtude dos resultados obtidos.

Assim, os resultados obtidos na 1ª fase do estudo, permitem-nos inferir que há PE que ocorrem espontaneamente independentemente das características do trabalho solicitado e das práticas de ensino do professor. São, geralmente, PE tipo 1 tais como a interpretação, a apresentação de ideia mobilizadora, o questionamento factual, a introdução de mediadores pelos alunos e a sua utilização e a sua ocorrência parece estar ligada aos conhecimentos prévios que os alunos possuem dos temas abordados. Todavia, práticas de ensino como a dispersão na abordagem de situações, o curto-circuito do trabalho apresentado e/ou em curso e o não aproveitamento de ideias, questões ou iniciativas dos alunos inibem a consistência dessa PE ou a ocorrência de novas PE. Além destas práticas de ensino constata-se também que o elevado número de trabalhos solicitados por aula influencia a mediação do professor que, desta forma, não disponibiliza tempo suficiente aos alunos para formularem as suas respostas.

Por outro lado, há práticas de ensino que se revelaram promotoras de PE de diferentes tipos e que ocorreram de modo consistente e continuado, tais como a interpretação e a identificação de condições empíricas (PE tipo 1); o estabelecimento de relações, a mudança da representação do formato, a concetualização, o manuseamento de equipamento de modo concetual e a comunicação não autónoma (PE tipo 2); a comunicação autónoma (PE tipo 3). São elas a solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos para clarificar PE que

ocorrem mas também para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado, o reforço da compreensão das PE através de sínteses ou de informações adicionais e a valorização epistémica.

Relativamente à introdução de mediadores, verificou-se que a utilização que o professor faz deles pode ter resultados antagónicos. Ou seja, quando o professor o utilizou para ceder informação excessiva recorrendo a práticas de ensino não promotoras de PE, inibiu ou limitou esse uso pela parte dos alunos. Quando o professor o utilizou para suportar as práticas de ensino promotoras de PE os alunos acabaram também por o utilizar de modo efetivo associado a PE consistentes, diversificadas, de diferentes tipos e graus de dificuldade epistémica, independentemente das características do trabalho solicitado. Esta situação foi favorecida quando o número de trabalhos solicitados por aula foi em menor número e, conseqüentemente, com maior tempo de duração.

Constatou-se ainda que em trabalho que requer a elaboração de uma resposta, onde o professor encaminhou os alunos para a utilização autónoma dos mediadores, as PE foram mais diversificadas e frequentes.

Constatando ainda que 2 dos professores intervenientes (professor A e professor B) apresentaram padrões de mediação onde prevaleceram práticas de ensino não promotoras de PE, orientamos a 2ª fase do estudo para uma mudança das suas práticas de ensino no sentido de promoverem nos seus alunos a ocorrência de PE, de modo mais consistente e continuado. Para tal, fornecemos-lhes as ferramentas de ajuda (ANEXO 2) e procedemos como, de seguida, se explica tendo em vista a 2ª questão de investigação “*Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores? A que se devem estas alterações?*”

4.4 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na segunda fase do estudo

Na segunda fase do estudo pretendíamos verificar se os professores A e B refletiam nas suas práticas de ensino e as alteravam no sentido de promoverem a ocorrência de práticas epistémicas mais consistentes e continuadas nos seus alunos, à semelhança do que foi verificado com o professor C na 1ª fase do estudo. Assim, esta fase foi iniciada dando a conhecer a estes professores os resultados preliminares obtidos na primeira fase do estudo.

Durante a análise e discussão dos resultados obtidos na primeira fase do estudo verificamos que estes professores (professores A e B) manifestaram alguma surpresa com determinados episódios que ocorreram nas suas aulas. Com esta análise começaram a tomar

consciência de determinados aspetos que, no momento da aula, lhes tinham passado despercebidos. Só com esta análise é que estes professores tomaram consciência (por exemplo) que as intervenções constantes de uma aluna não davam oportunidade aos outros alunos de participarem mais ativamente na aula (Professor A) e que também não deram oportunidade aos alunos de exporem as suas ideias e de lhes darem seguimento (Professores A e B). Ambos reconheceram ter por hábito centrar as aulas neles próprios e encaminhá-las para o que previamente haviam preparado, procedimento que justificaram pela limitação de tempo para o cumprimento do programa.

No final, ambos concordaram com a análise efetuada. Acharam-na bastante interessante e enriquecedora e mostraram interesse em melhorarem as suas práticas. No entanto, mostraram também alguns receios em não conseguirem dar o seguimento certo à aula, caso não encaminhassem os alunos para o que tinham preparado. Acabaram por pedir sugestões no sentido de ultrapassarem o que lhes parecia ter corrido menos bem. Foram-lhes então apresentadas e explicadas as ferramentas de ajuda produzidas e validadas no projeto (PTDC/CED/66699/2006) para os ajudarem a estruturarem e melhorarem determinadas dimensões da mediação (ANEXO 2) com o intuito de ajudar o professor a: promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem; potenciar a aprendizagem através do processo de avaliação e *feedback*; melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas; aproximar o trabalho realmente solicitado ao do trabalho que se pretende que o aluno realize; promover práticas epistémicas na sala de aula. Como já foi explicado no capítulo 3 serviram para encaminhar os professores a “procurar” as respostas às suas dúvidas através da consulta, interpretação e aplicação da ferramenta que consideravam pertinente para esse fim. Devido ao foco deste estudo e perante os resultados preliminares obtidos na 1ª fase pedimos-lhes que dedicassem especial atenção às ferramentas sobre práticas epistémicas (ferramenta nº 5) e sobre o trabalho solicitado aos alunos (ferramenta nº 4), mais concretamente no que diz respeito à apresentação da tarefa. Todas as dúvidas apresentadas por estes professores, durante esta intervenção bem como a metodologia usada para esse fim foram devidamente esclarecidas no capítulo 3.

Nesta fase do estudo, foram analisadas um total de dezasseis aulas, como consta da tabela que se segue (Tab. 4.5).

	Sumários das aulas	Tempo de aula	Nº de episódios	Nº de interações
Prof A 9º ano	A evolução do modelo atómico.	1h; 29min; 57s	1	8
	Modelo atómico.	1h; 20min; 21s	1	25
	Formação de iões. Localização dos elementos na Tabela Periódica.	1h; 15min; 52s	2	12
	Tamanho de átomos e iões.	1h; 16min; 21s	3	17
	Ligação covalente.	1h; 15min; 42s	1	27
	Condutividade elétrica de soluções aquosas. Ligação iónica.	19min; 40s	1	7
Prof B 9º ano	Evolução do modelo atómico.	1h; 24min; 48s	2	7
	Constituição do átomo. Distribuição eletrónica.	1h; 25min; 22s	2	30
	Isótopos. Iões. Tabela Periódica .	1h; 22min; 08s	2	36
	Tabela Periódica.	1h; 1min; 55s	1	9
	Tabela Periódica. Iões.	1h; 28min; 41s	2	15
	Ligação covalente.	1h; 27min; 55s	4	21
Prof C 9º ano	Circuitos elétricos em série. Circuitos elétricos em paralelo.	1h; 27min; 20s	2	27
	Condutores. Intensidade da corrente elétrica.	41min	1	16
	Resistência. Diferença de potencial.	40min	1	16
	Lei de Ohm.	21min; 26s	Conclusão da anterior	

Tabela 4.5 – Aulas analisadas na 2ª fase do estudo

Na análise destas aulas seguiu-se procedimento idêntico ao já referido para a 1ª fase do estudo.

4.4.1 Identificação dos padrões de mediação da 2ª fase do estudo

Na 2ª fase do estudo ocorreram um total de 26 episódios, ou seja, 9 episódios em seis aulas do professor A, 13 episódios em seis aulas do professor B e 4 episódios em quatro aulas do professor C. No total, verificaram-se 38 variáveis.

A análise destes resultados é apresentada no dendrograma constante na figura 4.17.

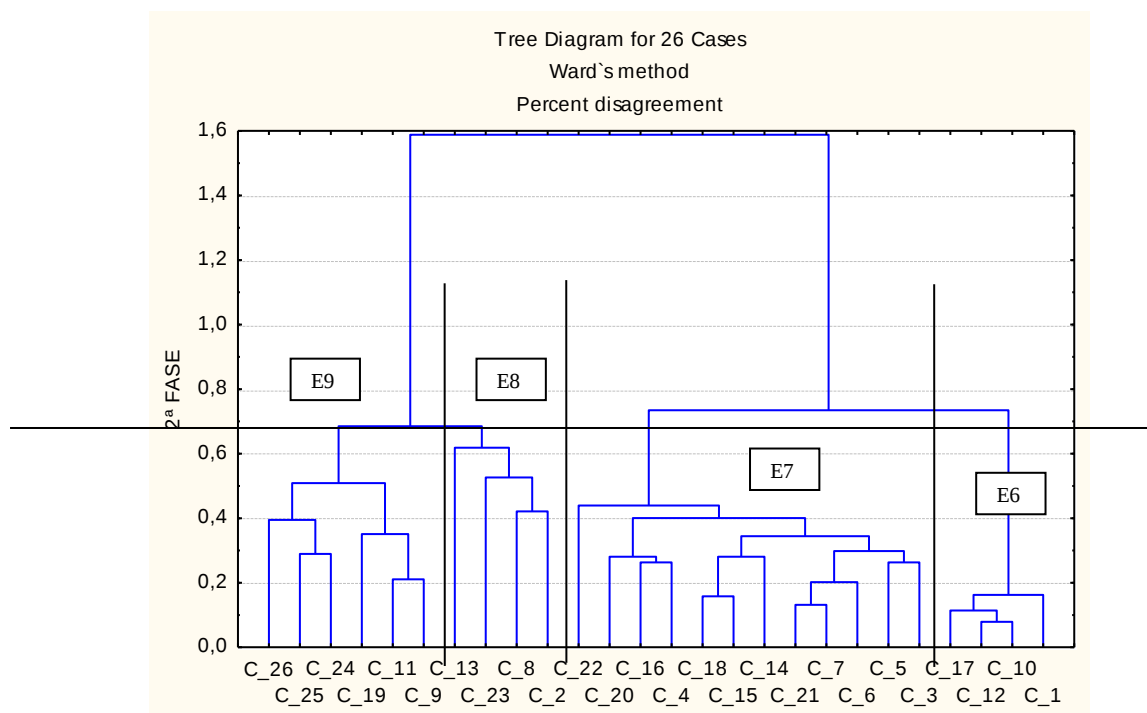


Figura 4.17 – Dendrograma relativo aos resultados obtidos na 2ª fase do estudo

Considerando a linha de corte em, sensivelmente, 0,65 (figura 4.17), e atendendo ao ordenamento dos casos (ANEXO 7), constata-se 4 padrões de mediação diferentes, como consta da tabela 4.6.

EPISÓDIOS 2ª FASE			
PADRÃO	PROF A	PROF B	PROF C
E6	1	3	-
E7	5	7	-
E8	2	1	1
E9	1	2	3

Tabela 4.6 – Padrões de mediação relativos à 2ª fase do estudo

O **padrão E6** ocorreu em 3 episódios de aulas do professor B e em 1 episódio de uma aula do professor A. Nestes 4 episódios todos os trabalhos solicitados requeriam a análise de informação, com situação física evocada pelos professores. No caso do professor A estes trabalhos foram solicitados nos finais das aulas anteriores, para os alunos os realizarem em casa, sob a forma de pesquisa. Os resultados destas pesquisas foram apresentados nas aulas correspondentes aos episódios mencionados, onde ocorreu geralmente a prática epistémica comunicação autónoma e/ou não autónoma, continuamente alimentadas pelo professor que solicitou aspetos adicionais às respostas dos alunos no sentido de as clarificar. No episódio da aula do professor A, o trabalho solicitado e a mediação do professor apresentaram as mesmas características. Apenas diferiu dos episódios do professor B pelo facto de a pesquisa e

organização de informação ter sido feita durante a aula, após o que os alunos comunicaram os seus resultados (de forma autónoma e não autónoma).

O **padrão E7**, caracterizado essencialmente pela solicitação de trabalho que requer a análise de informação, com apresentação de situação física e respetiva contextualização, onde os alunos se envolveram entre 1 a 7 práticas epistémicas devidamente alimentadas pelo professor, foi verificado em 12 episódios. Ocorreu em 5 episódios de aulas do professor A e em 7 episódios de aulas do professor B.

Exemplifiquemos com o 1º episódio da 3ª aula do professor A. Neste episódio o professor introduziu um mediador epistémico aquando da solicitação do trabalho que, contrariamente ao verificado na primeira fase, nunca utilizou. Constatou-se ao longo do episódio uma preocupação na apresentação do trabalho: além de formular a questão, apresentou-a em ppt e esperou que os alunos a copiassem para o caderno, questionando-os acerca de dúvidas sobre a mesma. Só deixou que os alunos prosseguissem com a sua resolução quando, do seu ponto de vista, não restavam dúvidas sobre o que lhes foi solicitado (Fig. 4.18).

De seguida apresenta a tarefa usando o videoprojector (Fig.4), lembrando que já falaram de iões no ano anterior.

Tarefa

- Identifica os iões presentes no rótulo.
- Quais os elementos que lhe deram origem?

Produto final: Representa esquematicamente e faz a distribuição electrónica dos iões para apresentares à turma, no quadro.

Sugestão: podes recorrer aos modelos.

Figura 4 – apresentação da 1ª tarefa

Depois de apresentada a tarefa, o professor questiona se há dúvidas quanto à mesma. Os alunos respondem negativamente. Todavia, o professor apercebe-se que a Inês ainda não está totalmente esclarecida. Explica-lhe novamente a tarefa com base no que está projectado. Pede para copiarem o enunciado.

Coding Density

PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-IEM)

TS_Trabalho Solicitado, Analisar Informação (TS-AI)

TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)

TE_Sintetiza (TE-SI)

TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)

TE_Estende (TE-E)

T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)

T_ASF_Descrição (T-ASF-DI)

PE_3_Comunica Autonomamente (PE-CA)

PE_3_Avalia Criticamente (PE-AC)

PE_2_Muda Representação de Formato (PE-MRF)

PE_2_Conceitualiza (PE-C)

PE_2_Comunica Não Autonomamente (PE-CNA)

Figura 4.18 – 1º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Permitiu aos alunos a utilização do mediador de forma autónoma, interpretando a informação contida no rótulo e comparando com a informação que, por iniciativa dos alunos, pesquisaram no manual. Os resultados assim obtidos foram comunicados pelos alunos dos diferentes grupos que ainda representaram esquematicamente, no quadro, passando de uma representação simbólica para outra (Fig. 4.19).

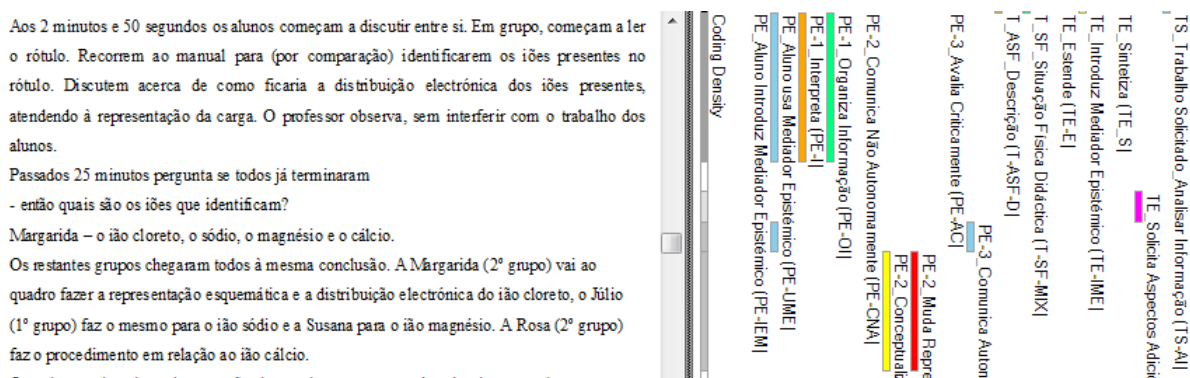


Figura 4.19 – 2º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Esses resultados foram avaliados criticamente por uma aluna, prática epistêmica que o professor ajudou a clarificar pela solicitação de aspetos adicionais, o que promoveu a interpretação de toda essa informação (Fig. 4.20).

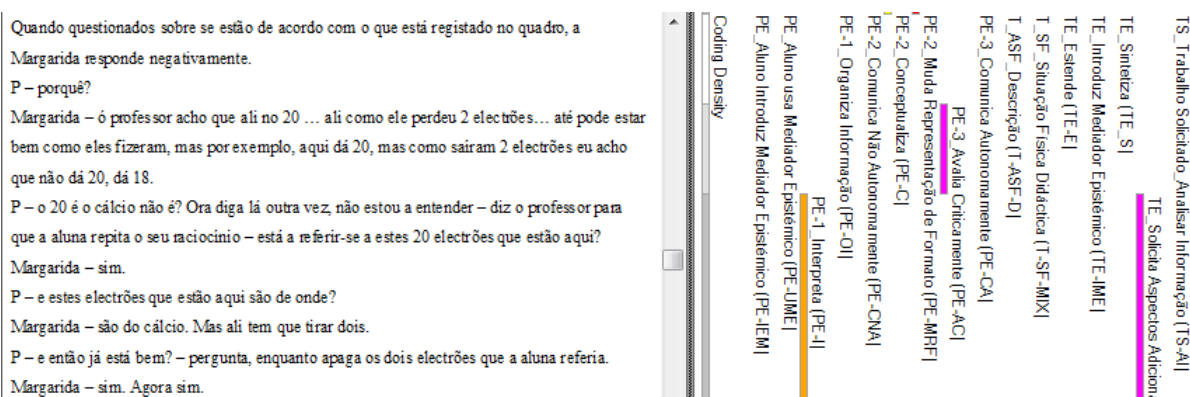


Figura 4.20 – 3º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

O professor continuou a solicitar aspetos adicionais, no sentido de ampliar as respostas dos alunos o que promoveu nova interpretação que o professor, novamente, sintetizou. Terminou este episódio com a solicitação de aspetos adicionais, a distribuição eletrónica de alguns elementos químicos, que os alunos realizaram, interpretando o fenómeno esquematizado (Fig. 4.21).

P – sim. E depois?... olhem lá para a distribuição electrónica de todos eles. O que é que podem concluir?

Margarida – é sempre 2, 8.

P – e porque é sempre dois o primeiro?

Margarida – porque é o 1º nível, que só tem dois.

P – e não podemos concluir mais nada? Essa é uma regra que nós já sabemos. Mas nós sabemos mais regras... olhando para a distribuição electrónica dos iões não podemos concluir mais nada?

Margarida – que o cloro e o cálcio, a distribuição é a mesma (fig.5).

Após concluírem o mesmo para o ião sódio e o ião magnésio, o professor define “partículas isoelectrónicas”, como sendo partículas que apresentam a mesma distribuição electrónica. Escreve esta definição no quadro e espera que os alunos a copiem para o caderno. Relembra o conceito de electrões de valência. Os alunos verificam que os iões representados no quadro possuem 8 electrões de valência. Inferem ainda quanto ao número de electrões que os átomos perdem ou ganham para formar os respectivos iões. Após estas conclusões, o professor refere o conceito de estabilidade.

De seguida, pede aos alunos para fazerem a distribuição electrónica para o Ne e o Ar, para os quais fornece o nº atómico. A Rosa conclui que a configuração electrónica destes elementos coincide com a dos iões já representados. Após todos os alunos terem terminado a Margarida questiona admirada:

Margarida – são iguais?

A Margarida não parece muito convencida. O professor manda-a resolver no quadro. Imediatamente reconhece que são iguais. No entanto, o professor pede-lhe para fazer a representação no quadro (46min;00s), o que a aluna faz correctamente.

Coding Density

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação (TS-AI)

TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)

TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)

TE_Estende (TE-E)

T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)

T_ASF_Descrição (T-ASF-D)

PE-3_Comunicação Autónoma (PE-CA)

PE-3_Avalia Criticamente (PE-AC)

PE-2_Muda Representação de Formato (PE-MRF)

PE-2_Conceptualiza (PE-C)

PE-2_Comunicação Não Autónoma (PE-CNA)

PE-1_Organiza Informação (PE-OI)

PE-1_Interpreta (PE-I)

PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE-UME)

PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-IEM)

Coding Density

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Inform

TE_Solicita Aspectos Adicionais (T

TE_Sintetiza (TE-S)

TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-I

TE_Estende (TE-E)

T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-

T_ASF_Descrição (T-ASF-D)

PE-3_Comunicação Autónoma (PE-C

PE-3_Avalia Criticamente (PE-AC)

PE-2_Muda Representação de Format

PE-2_Conceptualiza (PE-C)

PE-2_Comunicação Não Autónoma (

PE-1_Organiza Informação (PE-OI)

PE-1_Interpreta (PE-I)

PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE

PE_Aluno Introduz Mediador Epistémic

Figura 4.21 – 4º excerto do 1º episódio da 3ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Este padrão de mediação também se verificou em episódios mais curtos. Por exemplo, no 3º episódio da 4ª aula deste mesmo professor, práticas de ensino semelhantes às descritas anteriormente, promoveram nos alunos a envolvimento em práticas epistémicas tipo 1 (interpretação) e tipo 3 (comunicação autónoma e avaliação crítica). Neste episódio, o trabalho solicitado “o tamanho do ião é maior ou menor que o tamanho do átomo que lhe deu origem?” promoveu imediatamente nos alunos a interpretação de informação que já possuíam (Fig. 4.22).

Prof.A_4ªAula

3ª Tarefa: tamanho de átomos e iões

O tamanho do ião é maior ou menor que o tamanho do átomo que lhe deu origem?

Figura 10 – apresentação da 3ª tarefa

Acréscima que quer a resposta tanto para os iões positivos como para os iões negativos. Pede para pensarem e raciocinarem com base no que já aprenderam, para responderem à questão apresentada. Os alunos debatem, em grupo, o facto do ião ter mais ou menos electrões. Com base no que já tinham registado em relação ao tamanho do átomo produziram as suas respostas.

Coding Density

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Inform

TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-S)

TE_Sintetiza (TE-S)

TE_Professor Introduz Mediador Simbó

TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-I

TE_Estende (TE-E)

T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-

T_ASF_Descrição (T-ASF-D)

PE-3_Avalia Criticamente (PE-AC)

PE-2_Muda Representação de Format

PE-2_Conceptualiza (PE-C)

PE-1_Organiza Informação (PE-OI)

PE-1_Interpreta (PE-I)

PE_Aluno Usa Mediador Simbólico (PE-

PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE

Figura 4.22 – 1º excerto do 3º episódio da 4ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Autonomamente, os alunos comunicaram os seus resultados após o que o professor sintetizou toda a informação recorrendo a uma analogia. Finalizou este episódio, solicitando aos alunos uma confrontação crítica entre os modelos atómicos elaborados na 2ª aula (1º e único episódio) e o que aprenderam nesta aula. Ou seja, apesar de ser um episódio curto, tanto ocorreram práticas epistémicas tipo 1 como tipo 3 (Fig. 4.23).

Pede à Susana (G3) para ditar a conclusão para os seus colegas:

- quando um átomo perde um electrão, o tamanho do átomo diminui porque tem menos carga negativa. Logo, mais facilmente os electrões são atraídos pelo núcleo. Quando ganham um electrão, o tamanho aumenta porque têm mais carga negativa. Logo, é mais fácil afastarem-se do núcleo.

As respostas obtidas pelos outros dois grupos, foram as seguintes:

G1: quando perde um electrão, o tamanho do átomo diminui e quando ganha, o tamanho do átomo aumenta.

...

Para os alunos ficarem com uma ideia acerca da escala, o professor faz a analogia entre o átomo e um berlimde (núcleo) no centro de um campo de futebol com os electrões a "girarem" nas bancadas.

De seguida, o professor confronta os alunos com os modelos que elaboraram, relativamente à escala dos mesmos. Olham para os modelos (fig.11) e todos são unânimes em reconhecer que nenhum deles está à escala.

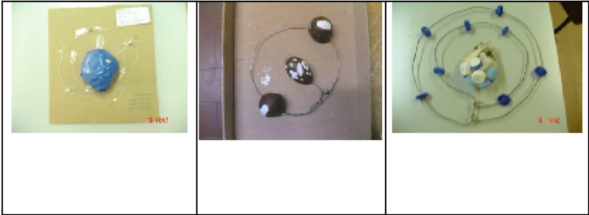


Figura 11 – modelos elaborados pelo 1º, 2º e 3º grupo, respectivamente

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação (TS-AI)
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)
TE_Sintetiza (TE-SI)
TE_Professor Introduz Mediador Simbólico (TE-IMS)
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)
TE_Estende (TE-E)
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)
T_ASF_Descrição (T-ASF-DI)
PE-3 Comunica Autonomamente (PE-CA)
PE-3 Avalia Criticamente (PE-ACI)
PE-2 Muda Representação de Formato (PE-MRFI)
PE-2 Conceitualiza (PE-CI)
PE-1 Organiza Informação (PE-OI)
PE-1 Interpreta (PE-I)
PE_Aluno Usa Mediador Simbólico (PE-UMSI)
PE_Aluno Usa Mediador Epistémico (PE-UMEI)
Coding Density

Figura 4.23 – 2º excerto do 3º episódio da 4ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Nas aulas do professor B ilustra-se este padrão de mediação com o 2º episódio da 3ª aula, cuja conclusão se verificou no início da 4ª aula. O trabalho solicitado “*Como se formam os iões?*” foi apresentado através de uma ficha de trabalho que um aluno leu em voz alta (Fig. 4.24).

Prof.B_3ªAula

Ficha de trabalho 2: Como se formam os iões?

Considera os seguintes átomos e iões

$^{55}_{25}\text{Cl}$	Cl^-
$^{40}_{20}\text{Ca}$	Ca^{2+}
$^{39}_{19}\text{K}$	K^+
$^{16}_8\text{O}$	O^{2-}

- Representa, no caderno, as partículas apresentadas na tabela. (podes utilizar o modelo para te ajudar)
- Indica a constituição de cada um deles.
- Compara-os (observando o último nível de energia) e explica como se formam os iões. (Porque formam iões? Os átomos têm tendência a completar o último nível de energia, dessa forma ficam mais estáveis)

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação (TS-AI)
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)
TE_Explicita Epistemicamente (TE-EEI)
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)
T_ASF_Descrição (T-ASF-DI)
PE-3 Comunica Autonomamente (PE-CA)
PE-2-Questiona Conceitualmente (PE-QCI)
PE-2 Muda Representação de Formato (PE-MRFI)
PE-2 Conceitualiza (PE-CI)
PE-1 Interpreta (PE-I)
PE-1 Identifica Condições Empíricas (PE-ICEI)
PE_Aluno Usa Mediador Epistémico (PE-UMEI)
Coding Density

Figura 4.24 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

Os alunos, trabalhando em grupos, interpretaram as informações constantes na ficha de trabalho e elaboraram os seus resultados que, posteriormente, escreveram no quadro, comunicando-os à turma. Para tal, tiveram necessidade de passar da linguagem comum para

uma representação esquemática. Ou seja, mudaram a representação de formato e concetualizaram (Fig. 4.25).

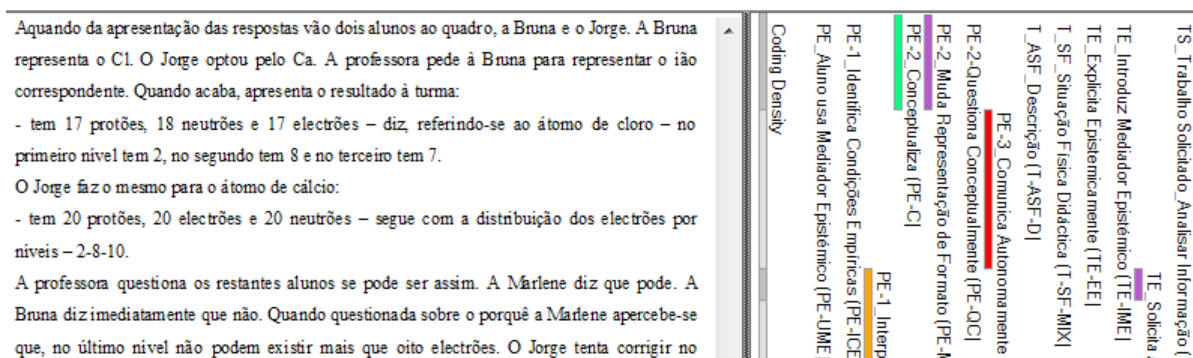


Figura 4.25 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

A solicitação de aspetos adicionais à comunicação efetuada pelo aluno promoveu nova interpretação dos resultados obtidos.

A aula terminou sem os alunos concluírem a ficha de trabalho que ficaram de terminar em casa. Na aula seguinte este episódio foi retomado. O professor, ao verificar que nem todos os alunos terminaram a resolução da ficha, retomou a solicitação de aspetos adicionais às respostas até então obtidas promovendo, novamente, novas interpretações dos resultados obtidos (Fig. 4.26).

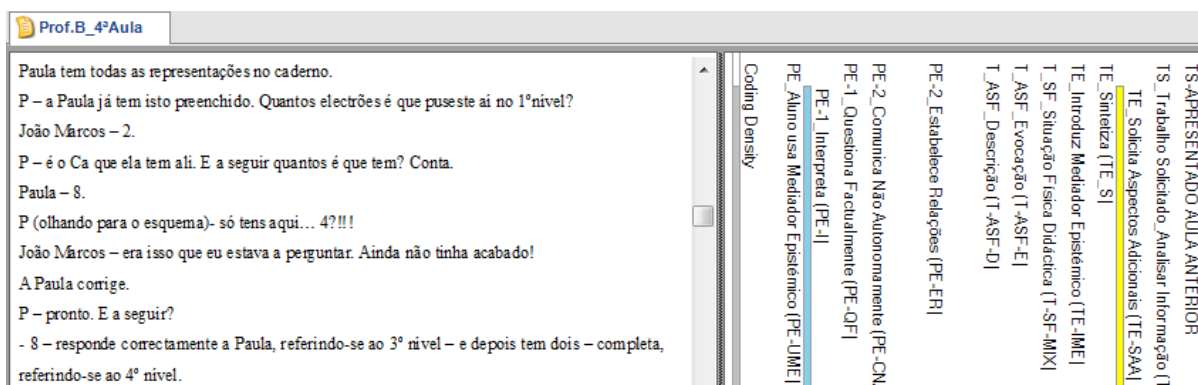


Figura 4.26 – 1º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

Constatando a existência de dúvidas em alguns alunos continuou a solicitar aspetos adicionais no sentido de clarificar essa interpretação, promovendo ainda a mudança da representação do formato e a concetualização do fenómeno (Fig. 4.27).

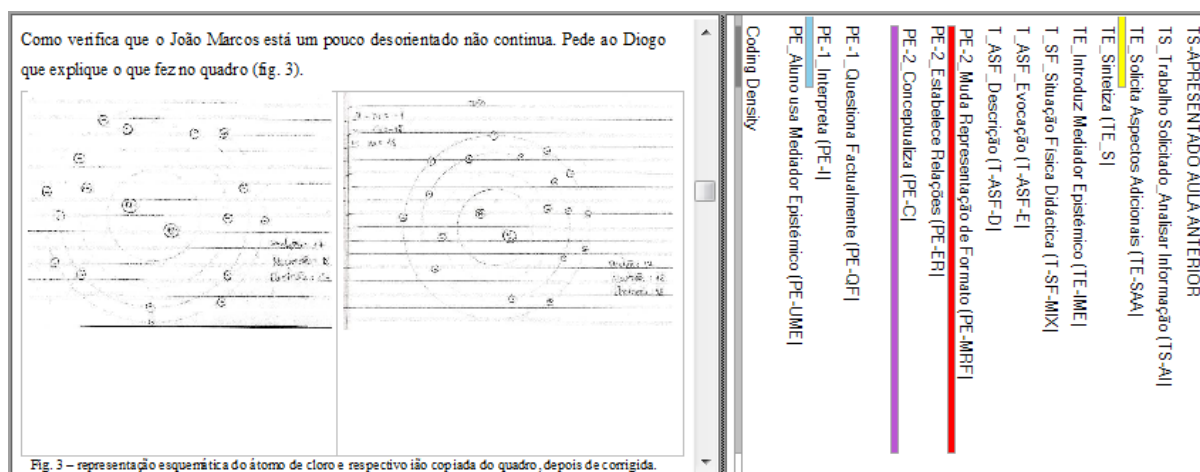


Figura 4.27 – 2º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

Este tipo de interação por parte do professor (a solicitação de aspetos adicionais) repetiu-se até final do episódio, no sentido de clarificar as interpretações que ocorreram enquanto os alunos comunicavam os seus resultados. Neste caso, a comunicação de resultados ocorreu sempre sob a orientação do professor que terminou o episódio reforçando essas práticas epistémicas através de uma síntese (Fig. 4.28).

A Márlene explica à Margarida e à Eliana (2 alunas muito pouco participativas) os exercícios que acabaram de realizar.
 P – o que é que acontece a um átomo para se transformar num ião? – pergunta à Bruna.
 - retiram electrões – diz o Bernardo
 - ou dão – acrescenta o João M.
 A professora, baseando-se nas respostas dadas pelos alunos pede à Bruna que escreva no quadro, em jeito de síntese: “os iões formam-se quando os átomos cedem ou captam electrões”. Pede também aos alunos que completem as suas respostas no caderno alertando-os que vai verificar.
 Acrescenta:
 - outra conclusão a que vocês chegaram é que ficavam com o último nível de energia ... - completo – acrescenta a Bruna.

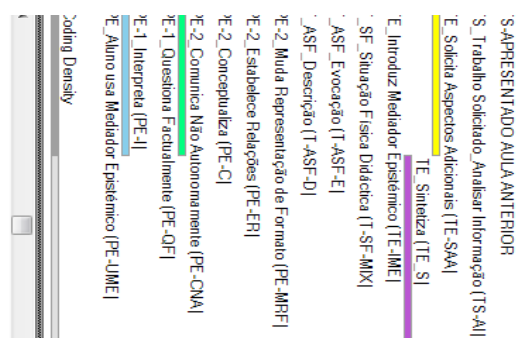


Figura 4.28 – 3º excerto do 1º episódio da 4ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

O **padrão E8**, caracterizado pela solicitação de trabalho que requer a elaboração de uma resposta, com apresentação e contextualização de situação física e onde ocorrem entre 7 a 10 práticas epistémicas dos 3 tipos, sempre alimentadas pelo professor, ocorreu em 4 episódios (2 episódios em aulas do professor A; 1 episódio de uma aula do professor B; 1 episódio de uma aula do professor C).

Relativamente ao professor A ilustramos este padrão com 1º episódio da 2ª e 5ª aula. Nestes episódios, constatou-se que as intervenções do professor foram sempre constantes nomeadamente no que diz respeito à solicitação de aspetos adicionais às respostas dadas pelos alunos, tanto no sentido de clarificar as práticas epistémicas que ocorreram como também no sentido de ampliar as suas respostas ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado. Verificou-se também que, por vezes, o professor retomou as práticas epistémicas

dos alunos e, ou elaborou sínteses, ou então deu informação adicional com vista a reforçar a compreensão dos alunos. Ocorreu ainda a introdução de mediadores epistémicos pelo professor que, ao não os utilizar, promoveu nos alunos PE dos 3 tipos. No 1º e único episódio da 2ª aula, verificou-se ainda uma interação do professor que nunca tinha ocorrido antes, a explicitação epistémica.

Relativamente às práticas epistémicas constatou-se que ocorreram com grande frequência, dos 3 tipos identificados. Ainda que tenham ocorrido frequentemente práticas epistémicas de tipo 1, tais como a interpretação, a procura e seleção de informação, a utilização dos mediadores epistémicos e o manuseamento de material, ocorreram sobretudo práticas epistémicas tipo 2 e tipo 3. No caso das práticas epistémicas consideradas de tipo 2 verificou-se grande frequência da mudança de uma representação simbólica para outra (mudança de representação de formato) associada à própria representação simbólica do fenómeno em estudo (concretização). A apresentação de resultados também ocorreu com alguma frequência e o questionamento concetual ocorreu pontualmente. Já no que diz respeito às práticas epistémicas consideradas de tipo 3 constatou-se que a que ocorreu com mais frequência foi a avaliação crítica dos resultados obtidos, seguida da comunicação de resultados, de modo autónomo. Outro facto que sobressaiu foi a introdução de mediadores epistémicos pelo próprio aluno e o uso que ele fez desses mesmos mediadores. Quando foi o próprio aluno a introduzir o mediador ele utilizou-o associado a práticas epistémicas dos diferentes tipos. No caso em que o mediador epistémico foi introduzido pelo professor os alunos utilizaram-no associado a PE tipo 1 e tipo 2.

Este 1º (e único) episódio da 2ª aula foi apresentado no final da primeira aula, após todos os grupos terem apresentado o trabalho sobre a evolução do modelo atómico. O professor solicitou para trabalho de casa a elaboração de um modelo do átomo de Bohr, baseado nas características apresentadas pelos trabalhos dos diferentes grupos, para apresentarem à turma. *“Eu quero que elaborem este modelo de átomo, com qualquer material. Usem materiais que tenham lá em casa (plasticina, diz imediatamente um aluno). O que queiram. Vocês podem fazer o esquema, primeiro em papel, depois passam-no para um modelo físico)* (Fig. 4.29).

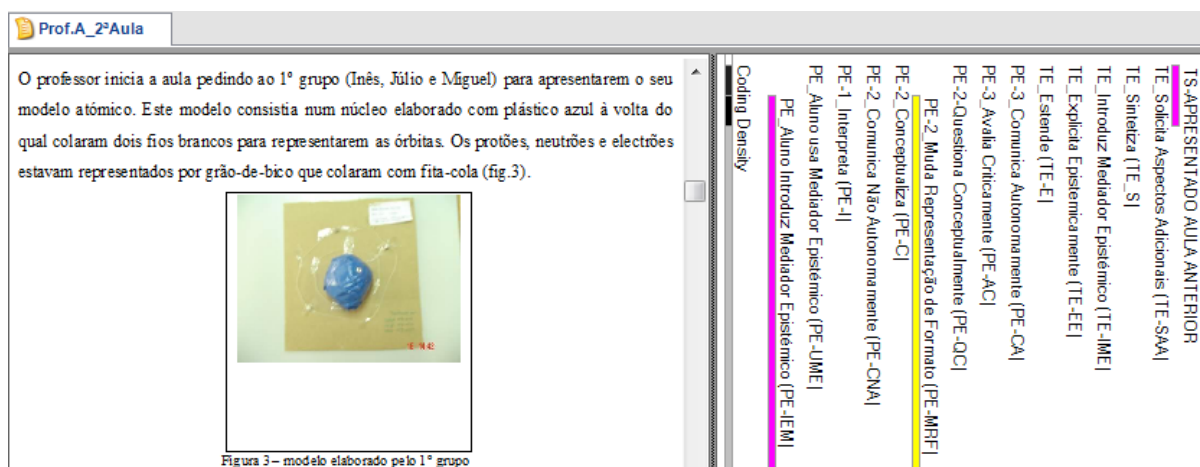


Figura 4.29 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Assim, a aula teve início com a apresentação dos modelos elaborados pelos diferentes grupos após o que o professor solicitou aspetos adicionais a essa apresentação no sentido de ampliar as suas respostas ou então no sentido de clarificar as práticas epistémicas que ocorreram como a própria representação simbólica (modelo) e a mudança de uma representação simbólica para outra (constituintes do modelo atómico) (Fig. 4.30).

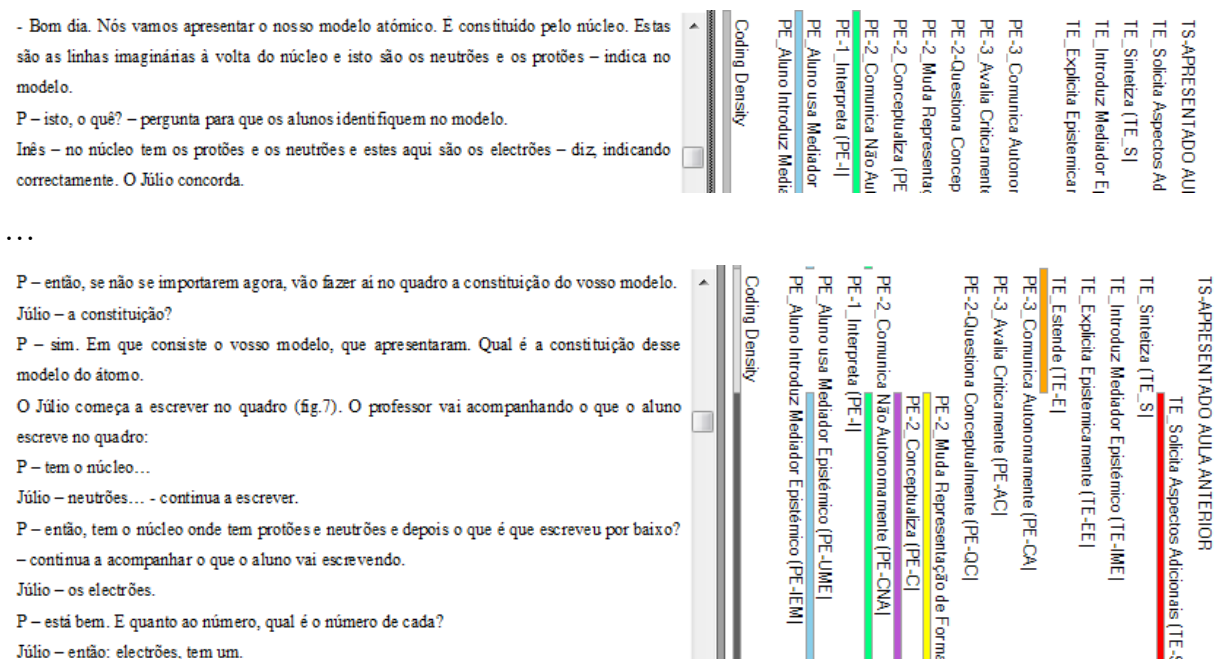


Figura 4.30 – 2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Nesse seguimento, os próprios alunos acabaram por avaliar criticamente os resultados que apresentaram (Fig. 4.31).

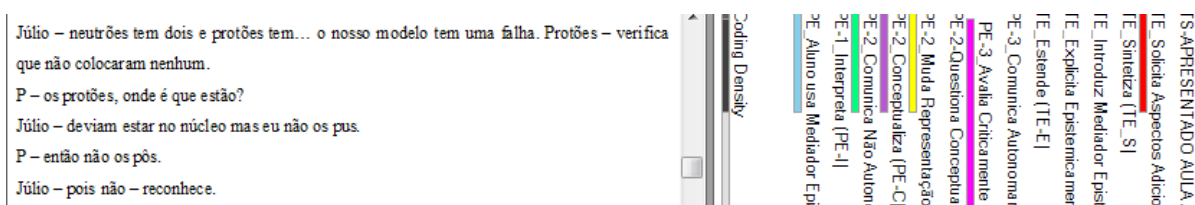


Figura 4.31 – 3º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Este tipo de interação e estas práticas epistémicas repetiram-se nos 3 grupos de trabalho.

No final das 3 apresentações, o professor questionou os alunos na tentativa de ampliar esses conhecimentos. Essa interação promoveu a interpretação dos 3 modelos de um modo mais crítico (Fig. 4.32).

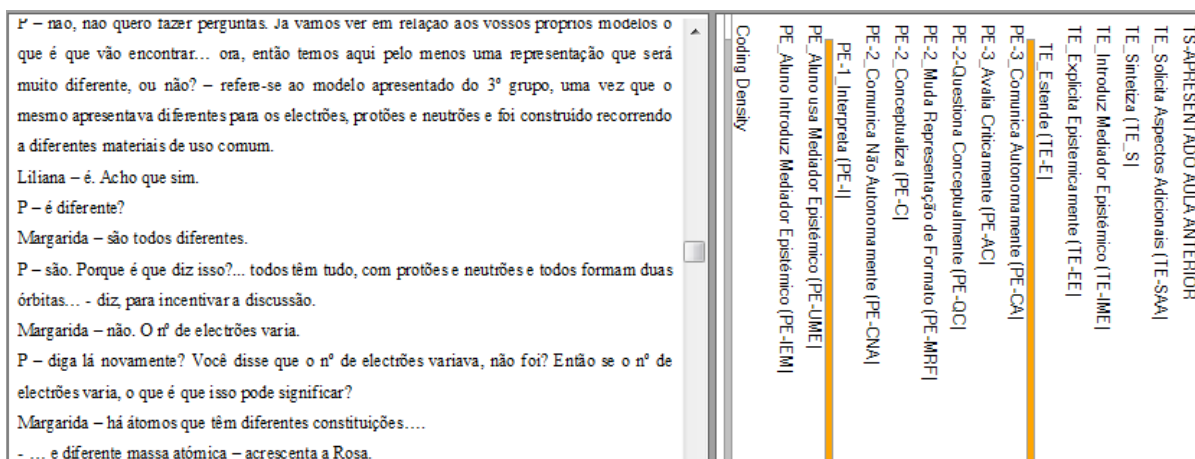


Figura 4.32 – 4º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

A aula prosseguiu com solicitações frequentes de aspetos adicionais às respostas obtidas, por vezes recorrendo a mediadores epistémicos, que os alunos interpretaram e utilizaram. Dessas práticas resultou, por exemplo, a dedução teórica dos diferentes níveis de energia, a confrontação desses resultados com o próprio modelo, sua consequente reformulação e posterior representação simbólica (Fig. 4.33).

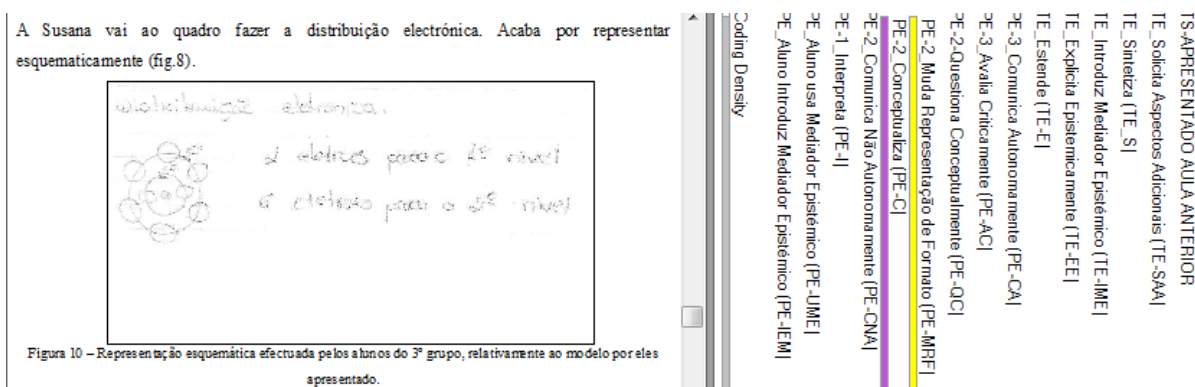


Figura 4.33 – 5º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

A contínua interpretação dos alunos dos esquemas efetuados e dos resultados obtidos foi promovida pela frequente solicitação de aspetos adicionais a essas mesmas práticas que acabaram por ser explicitadas pelo professor (Fig. 4.34).

P – então como é que passaram para o 3º nível?

Pede à Sofia para ir ao quadro. Faz correctamente. O professor explica que só mudam de nível quando o anterior estiver completo. Um aluno questiona ainda se não poderia estar 2; 7; 9. O professor refere o estado fundamental e faz a analogia entre os níveis de energia e os degraus de uma escada em que só se muda de degrau quando o anterior estiver completo.

Pede para representarem o Cálcio. Informa que tem 20 electrões. Imediatamente o Júlio diz que vai ter 4 níveis de energia. Passado algum tempo já diz que vai ter 3.

A Jéssica vai ao quadro e representa: 2-8-10.

TS-APRESENTADO AULA ANTERIOR
TE_Solicita Aspectos Adicionais (T)
TE_Sintetiza (TE-SI)
TE_Introduz Mediador Epistémico
TE_Explicita Epistemicamente
TE_Estende (TE-EI)
PE_3_Comunica Autonomamente (PE-CA)
PE_3_Avalia Criticamente (PE-ACI)
PE_2_Questiona Conceitualmente (PE-QCI)
PE_2_Muda Representação de Formato (PE-MRF)
PE_2_Conceitualiza (PE-CI)
PE_2_Comunica Não Autonomamente (PE-CNA)
PE_1_Interpreta (PE-I)
PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE-UEM)
PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-LEM)

Figura 4.34 – 6º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Este tipo de interações repetiu-se ao longo da aula, onde o professor continuou a solicitar aspetos adicionais às respostas dos alunos no sentido de ampliar as perspetivas do trabalho solicitado, como por exemplo, no que diz respeito ao nº de massa e a isótopos.

No decorrer dessa aula ocorreu uma situação pertinente: no momento em que os alunos fizeram a distribuição eletrónica para o cálcio, colocaram 10 eletrões na última camada. Com o prosseguimento da aula o professor não chegou a corrigir essa situação. Propositadamente deixou essa representação no quadro com o intuito de a retomar quando o momento fosse oportuno. Todavia, acabou por apagar o quadro inadvertidamente. Tentou retomar a situação. Referiu o nº atómico e o nº de massa do átomo de carbono e solicitou a constituição química desse elemento. Pediu a uma aluna, que aparentava ter dúvidas sobre este assunto, para ir ao quadro resolver. Com estas interações levou os alunos a concluir que o nº de protões tinha que ser igual ao nº de protões para o átomo ser neutro. Nesse seguimento novas práticas epistémicas foram promovidas nos alunos nomeadamente a interpretação promovida pela solicitação de aspetos adicionais que culminaram com a explicitação epistémica desta situação (Fig. 4.35).

Com toda esta informação no quadro pede (para colmatar o esquecimento já referido) para fazerem novamente a distribuição para o átomo de Ca, para o qual dá a seguinte informação:

A=40; Z=20. Passado 1 minuto o Júlio chega à conclusão que vai dar tudo igual e a Sónia vai ao quadro responder à questão: p=20; e=20; n=40 (imediatamente corrige para 20). Faz de seguida a distribuição eletrónica. Escreve novamente 2-8-10. O professor manda-a sentar e admite que estão a fazer novamente este exercício devido ao seu esquecimento. Explica que retomou este exemplo para acrescentar que os electrões do último nível são chamados os electrões de valência. Acrescenta que existe uma regra que não permite ter como electrões de valência 10 (toca à saída). Diz ainda que o número máximo de electrões de valência são 8 (o que escreve no quadro) e explica que a distribuição eletrónica não pode ficar do modo que está. Faz a devida correção (2-8-8-2) enquanto explica.

Deixa os alunos saírem aos 1h; 20min; 22s pedindo-lhes desculpa por não ter corrigido logo na altura.

TS-APRESENTADO AULA ANTERIOR
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)
TE_Sintetiza (TE-SI)
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IMEI)
TE_Explicita Epistemicamente (TE-EI)
TE_Estende (TE-EI)
PE_3_Comunica Autonomamente (PE-CA)
PE_3_Avalia Criticamente (PE-ACI)
PE_2_Questiona Conceitualmente (PE-QCI)
PE_2_Muda Representação de Formato (PE-MRF)
PE_2_Conceitualiza (PE-CI)
PE_2_Comunica Não Autonomamente (PE-CNA)
PE_1_Interpreta (PE-I)
PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE-UEM)
PE_Aluno Introduz Mediador Epistémico (PE-LEM)

Figura 4.35 – 7º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Tal como o 1º episódio da 2ª aula também o 1º episódio da 5ª aula apresentou características semelhantes. Ambos são episódios extremamente longos, que ocorreram na

totalidade da aula, onde tanto a ocorrência de PE como as interações do professor foram constantes.

Neste episódio o trabalho foi apresentado aos alunos através do videoprojector. De seguida, o professor leu-a em voz alta e pediu aos alunos para o copiarem para o caderno. Os alunos só deram início à resolução do trabalho solicitado quando confirmaram não terem dúvidas (Fig. 4.36).

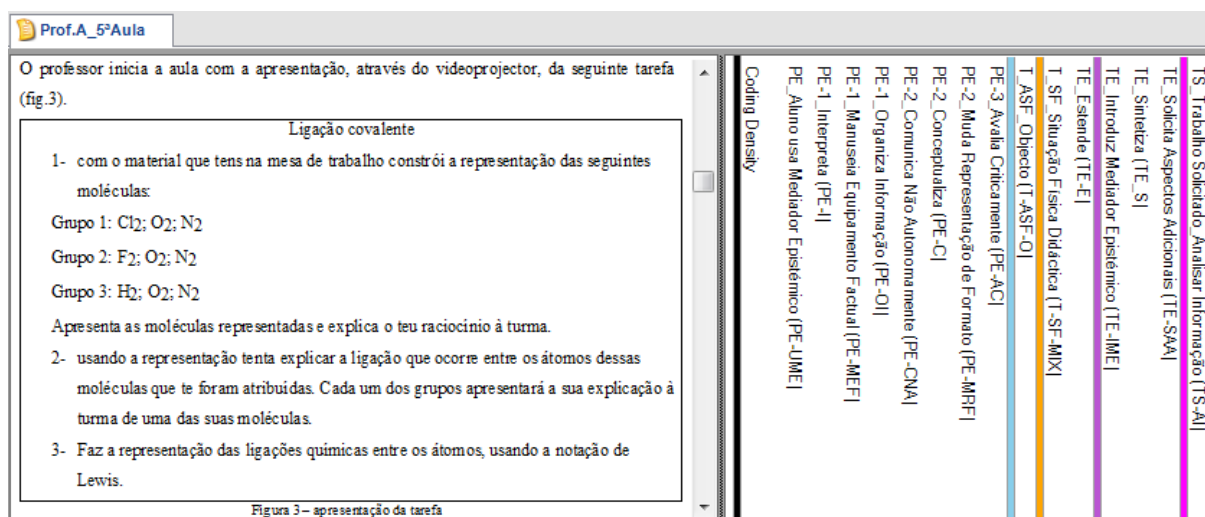


Figura 4.36 – 1º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

O professor também introduziu um mediador epistémico (modelos atómicos), que nunca chegou a utilizar. A utilização deste mediador foi realizada pelos alunos, de forma independente e em grupo após o que comunicaram os resultados obtidos sob a orientação do professor (Fig. 4.37).

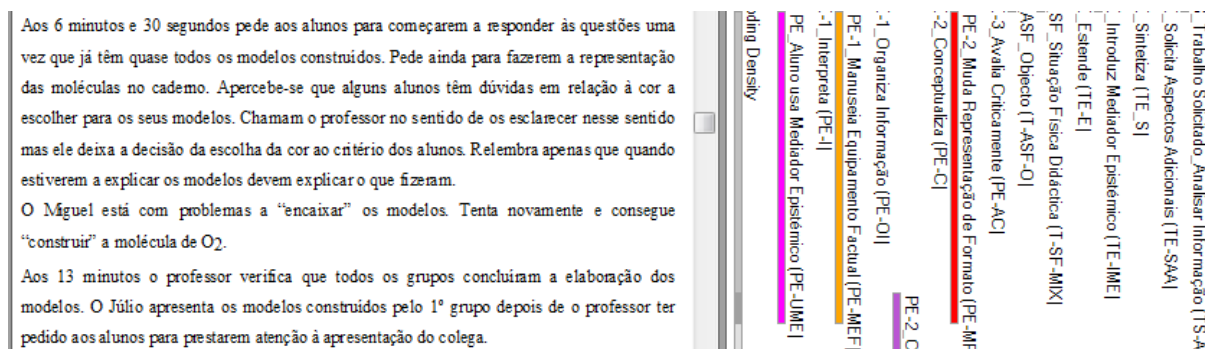


Figura 4.37 – 2º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Este procedimento foi repetido pelos 3 grupos de trabalho. Pela confrontação de todos os modelos apresentados o professor, solicitando aspetos adicionais às respostas dos alunos, acabou por promover a interpretação (Fig. 4.38).

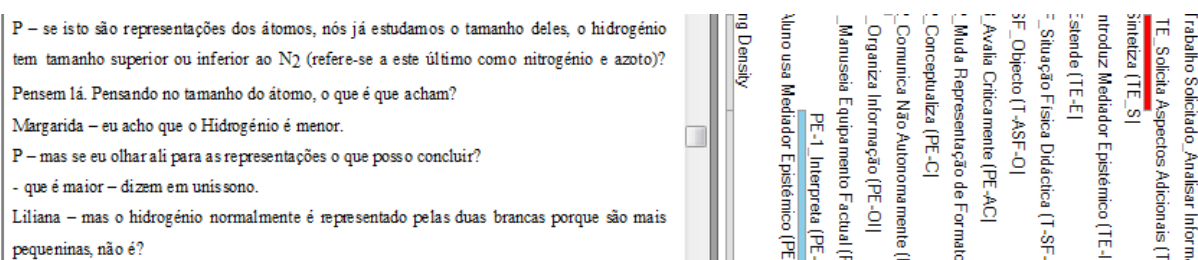


Figura 4.38 – 3º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Quando os alunos resolveram a 2ª questão, pesquisaram e organizaram informação do manual de modo autónomo. Durante essa atividade o professor solicitou frequentemente aspetos adicionais às práticas epistémicas que ocorreram, principalmente o manuseamento de material, a utilização do mediador epistémico e a interpretação do fenómeno, que representaram simbolicamente (Fig. 4.39).

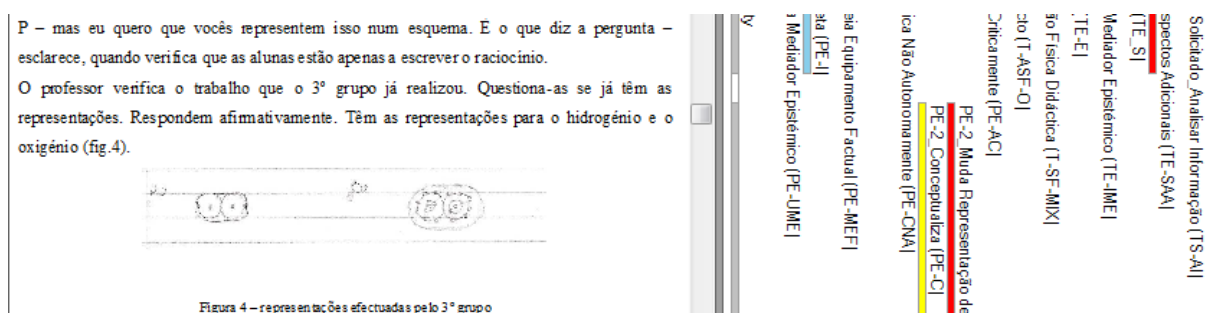


Figura 4.39 – 4º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Este tipo de interações e de práticas epistémicas repetiram-se nos 3 grupos de trabalho, com bastante frequência. Ocorreu ainda a avaliação crítica dos esquemas apresentados promovida pela solicitação de aspetos adicionais (Fig. 4.40 e Fig. 4.41).

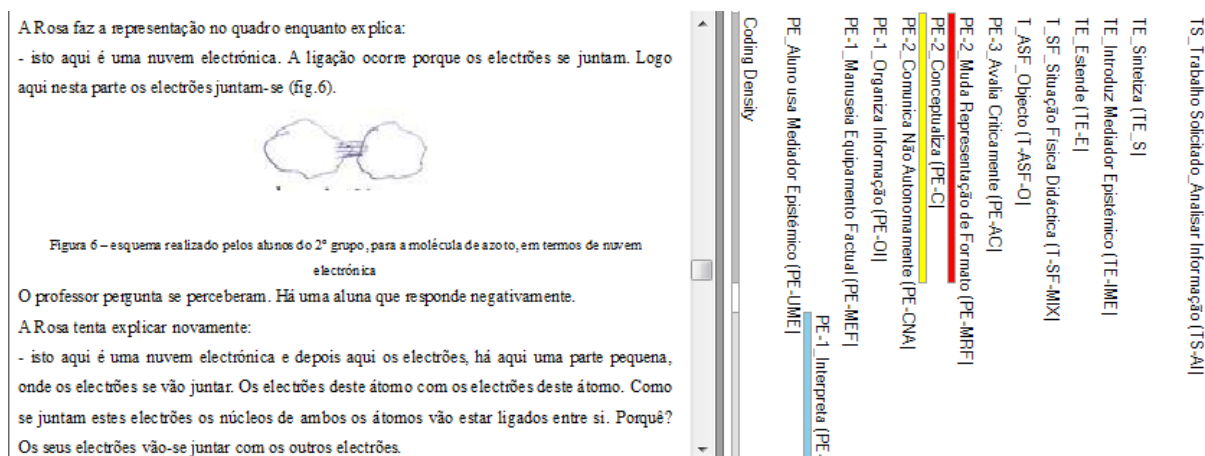


Figura 4.40 – 5º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Neste caso, a avaliação crítica que outro aluno fez ao esquema da colega promoveu ainda outra representação simbólica do mesmo fenómeno (Fig. 4.41).

P – então quais é que são? São só esses dois? – a aluna na sua explicação indica no quadro. Na representação “parece” haver apenas dois electrões que se juntam – você estava a dizer que é entre os dois!

Sofia – eu acho que são seis.

Margarida – não. Eu acho que são 4 que se juntam porque são os que estão no meio.

P – quais 4?

Margarida – são dois que vão por ali e dois que vão por ali. Está a perceber?

O professor não percebeu. A Rosa tenta no quadro explicar a sua ideia através de uma representação (fig.7).



TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação (TS-AI)
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)
TE_Sintetiza (TE-S)
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)
TE_Estende (TE-E)
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)
T_ASF_Objeto (T-ASF-O)
PE-3_Avalia Criticamente (PE-AC)
PE-2_Muda Representação (PE-MR)
PE-2_Conceptualiza (PE-C)
PE-2_Comunica Não Autonomamente (PE-CNA)
PE-1_Organiza Informação (PE-OI)
PE-1_Manuseia Equipamento Factual (PE-MEF)
PE-1_Interpreta (PE-I)
PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE-UME)

Figura 4.41 – 6º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Neste episódio o professor retomou as práticas epistémicas dos alunos e reforçou a sua compreensão através de informação adicional, ou seja, informou da existência de uma forma mais simples para visualizar a ligação química. Referiu a notação de Lewis e explicou que, na mesma, os eletrões de valência se representam por cruzes ou pontos. Os alunos, recorrendo ao manual, interpretaram toda esta informação, repetindo as práticas epistémicas já mencionadas e comunicando os seus resultados. O professor finalizou a aula reforçando a compreensão através de uma síntese (Fig. 4.42).

Explica que também se podem juntar os dois electrões de cada “lado” do símbolo e representá-los também com um traço (fórmula de estrutura). Exemplifica nas representações que estão no quadro. Para o N_2 os alunos concluem que é uma ligação covalente tripla pois tem 3 pares de electrões partilhados (fig.9).



Figura 9 – representações finais e respectivas conclusões

Para finalizar, questiona os alunos em relação às representações que estão no quadro de modo a levá-los a registarem as conclusões relativas ao nº de electrões partilhados, pares de electrões e tipo de ligação covalente: “2 electrões partilhados, um par de electrões, ligação covalente

TS_Trabalho Solicitado_Analisar Informação (TS-AI)
TE_Solicita Aspectos Adicionais (TE-SAA)
TE_Sintetiza (TE-S)
TE_Introduz Mediador Epistémico (TE-IME)
TE_Estende (TE-E)
T_SF_Situação Física Didáctica (T-SF-MIX)
T_ASF_Objeto (T-ASF-O)
PE-3_Avalia Criticamente (PE-AC)
PE-2_Muda Representação de Formato (PE-MRF)
PE-2_Conceptualiza (PE-C)
PE-2_Comunica Não Autonomamente (PE-CNA)
PE-1_Organiza Informação (PE-OI)
PE-1_Manuseia Equipamento Factual (PE-MEF)
PE-1_Interpreta (PE-I)
PE_Aluno usa Mediador Epistémico (PE-UME)

Figura 4.42 – 7º excerto do 1º episódio da 5ª aula do professor A (2ª fase do estudo)

Também os episódios do professor B são mais extensos quando comparados com os da 1ª fase. Embora no 2º episódio da 2ª aula o professor tenha iniciado a sua intervenção com cedência de excesso de informação, que fez com que os alunos apenas realizassem os aspetos mecânicos da mesma (Fig. 4.43), retomou de imediato práticas de ensino que promoveram a ocorrência de práticas epistémicas consistentes e diversificadas, dos 3 tipos.

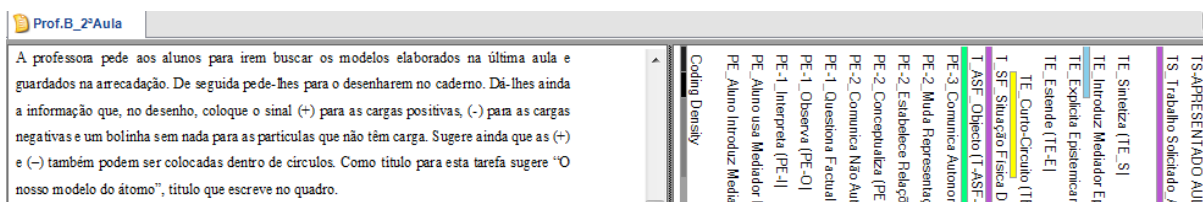


Figura 4. 43 – 1º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

Neste episódio verificou-se, de uma forma contínua, a solicitação de aspetos adicionais ao trabalho solicitado inicialmente ou então às práticas epistémicas que entretanto ocorreram, promovendo nos alunos novas interpretações. Promoveu ainda, nos 3 grupos de trabalho, a observação e a descrição do modelo atómico que os alunos construíram; a comunicação destes resultados no quadro com a respetiva representação simbólica do modelo construído e consequente mudança da representação do formato. A solicitação de aspetos adicionais a estas práticas, continuou a promover novas interpretações (Fig. 4.44).

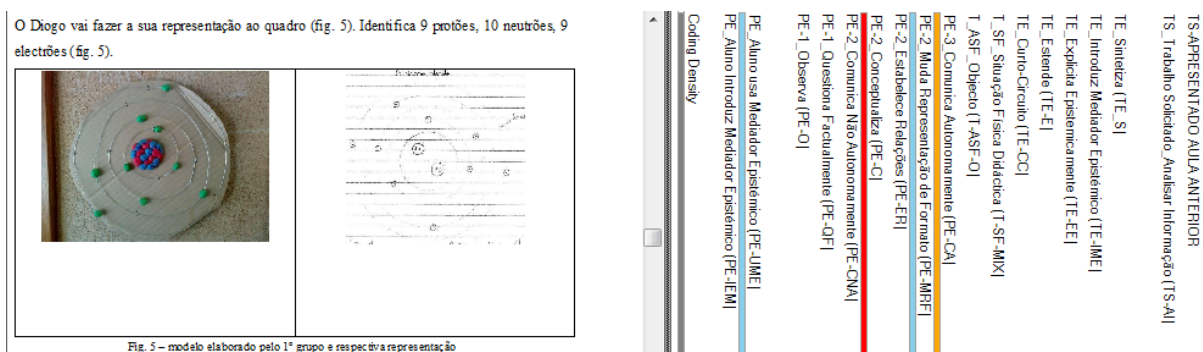


Fig. 5 – modelo elaborado pelo 1º grupo e respetiva representação

Figura 4.44 – 2º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

Este tipo de interação e de práticas epistémicas foi semelhante nos 3 grupos de trabalho. No final, os 3 grupos confrontaram os seus resultados, escrevendo-os no quadro negro. Acabaram por estabelecer relações entre os resultados obtidos que o professor reforçou, sintetizando e explicitando.

O professor solicitou ainda novos aspetos adicionais no sentido de ampliar as respostas dos alunos bem como da utilização do mediador epistémico que acabara de introduzir e que os alunos acabaram por utilizar (4.45).

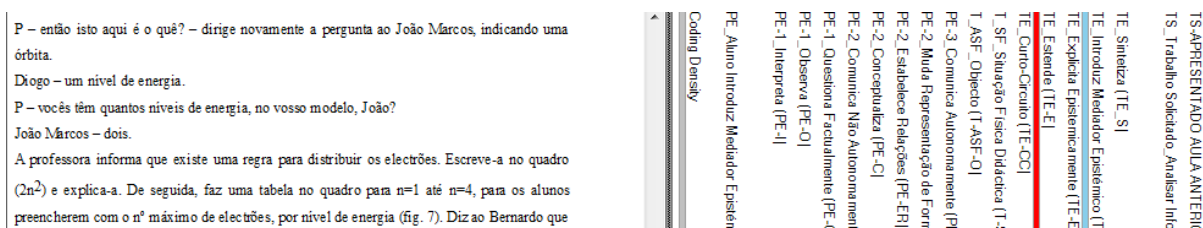


Figura 4. 45 – 3º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

A solicitação de aspetos adicionais às respostas que foi obtendo ocorreu de forma sistemática durante todo este episódio. Também de forma sistemática os alunos realizaram

novas interpretações dos fenómenos estudados. Ocasionalmente, e quando verificava que ainda persistiam algumas dúvidas, o professor explicitava essas mesmas interpretações retomando, por vezes, as práticas epistémicas dos alunos através de pequenas sínteses.

Este episódio terminou com o professor a solicitar aspetos adicionais às respostas dos alunos no sentido de as ampliar o que promoveu nova interpretação pelos alunos, recorrendo a um mediador epistémico que eles próprios introduziram (Fig. 4.46).

Para finalizar (1h; 20min; 30s) a professora informa que para representar o átomo não precisam de o desenhar. Há uma representação universal para o efeito. Explica a fórmula Z^+N^- .
 Informa que o nº de prótons é diferente de átomo para átomo. Pede para, em casa, verificarem o átomo que “descobriram” com o modelo construído. Dá o exemplo do átomo que tem 10 electrões, o Ne. Os alunos verificam na Tabela Periódica do manual e identificam imediatamente o átomo que têm no modelo.
 A aula termina aos 1h; 25 min; 23s.

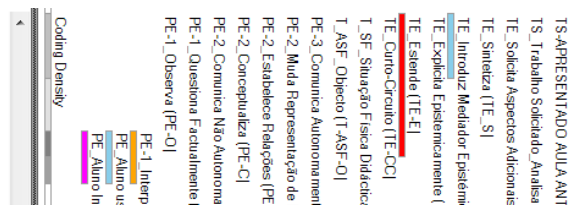


Figura 4. 46 – 4º excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor B (2ª fase do estudo)

O *padrão E9*, caracterizado essencialmente pela solicitação de trabalho que requer a elaboração de uma resposta, com apresentação de situação física e respetiva contextualização, onde ocorrem entre 3 a 9 práticas epistémicas dos 3 tipos, sempre alimentadas pelo professor, foi verificado em 6 episódios: 1 episódio de uma aula do professor A; 2 episódios de aulas do professor B e 3 episódios de aulas do professor C.

Exemplificamos com o *2º episódio da 1ª aula do professor C*: “*Porque será que, em tua casa, quando funde uma lâmpada as outras não fundem?*” (Fig. 4.47).

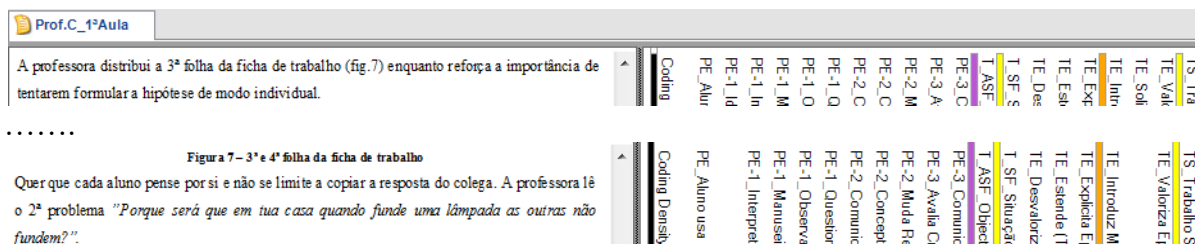


Figura 4. 47 – 1º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)

Imediatamente os alunos identificaram as condições empíricas da situação física em que o fenómeno ocorre, após o que o professor solicitou aspetos adicionais no sentido de clarificar essa prática epistémica (Fig. 4.48).

Passados três minutos a Carlota lê a sua resposta:
 - porque o circuito tem mais que um caminho para a corrente eléctrica.
 Ana – porque as lâmpadas não estão ligadas pelo mesmo fio, ou seja, não têm o mesmo circuito.
 - não tem o mesmo circuito – repete a professora – então tem vários circuitos lá pelo meio.
 A aluna fica pensativa mas concorda.
 Cláudia – este circuito é diferente do circuito em série.
 Andreia – porque o circuito tem mais que um caminho para a corrente eléctrica.

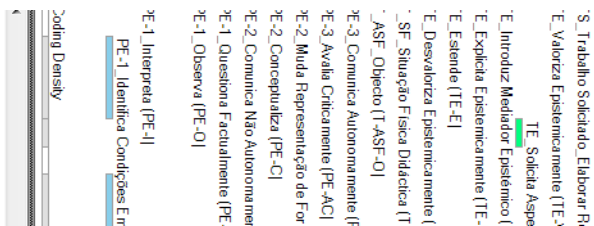


Figura 4. 48 – 2º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)

Esse tipo de interação pela parte do professor repetiu-se por mais duas vezes durante este episódio, sempre no sentido de clarificar as práticas epistémicas dos alunos que ocorreram, dos 3 tipos, de modo continuado e sistemático. Ou seja, neste episódio ocorreram com frequência práticas epistémicas tipo 1, tais como a identificação de condições empíricas, a interpretação e o manuseamento do equipamento ainda que de modo factual; práticas epistémicas tipo 2, tais como a mudança da representação do fenómeno e sua concetualização, como a comunicação de resultados ainda que de modo não autónomo e, pontualmente, ocorreu ainda uma prática epistémica tipo 3, a comunicação de resultados de modo autónomo (Fig. 4.49).

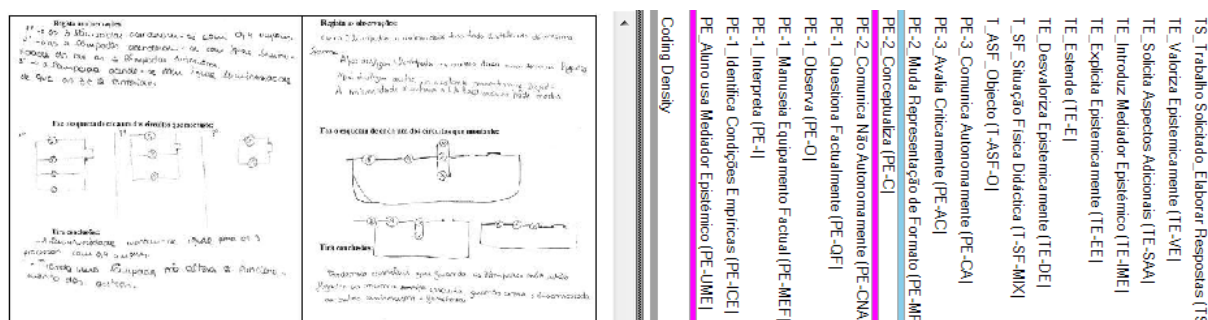


Figura 4. 49 – 3º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor C (2ª fase do estudo)

Constatou-se ainda que os alunos utilizaram o mediador epistémico simultaneamente com práticas epistémicas tipo 1 e tipo 2.

A síntese dos resultados obtidos na 2ª fase do estudo relativamente aos padrões de mediação é apresentada na subsecção 4.2.3.

4.4.2. Resultados obtidos nos questionários ministrados na 2ª fase do estudo

No final da 2ª fase do estudo pretendemos também saber a opinião dos professores A e B acerca das ferramentas de ajuda disponibilizadas (ANEXO 2). Para esse fim foi-lhes ministrado um questionário composto por 7 questões. Tendo em conta as respostas obtidas nesse questionário (ANEXO 6) constatou-se o seguinte:

1ª Questão: Leu todas as ferramentas de ajuda? (Se não, quais leu?)

Ambos os professores leram todas as ferramentas de ajuda.

2ª Questão: Quais as ferramentas de ajuda que lhe suscitaram mais interesse? Porquê?

Professor A	Professor B
As ferramentas que me suscitaram mais interesse foram a D4 (como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno realize), D5 (como promover práticas epistémicas na sala de aula), D1 (como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem).	A ferramenta que me suscitou mais interesse foi a D3 (como melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas) porque, dependendo das tarefas propostas, para além de relacionar a física com fenómenos ou acontecimentos do dia-a-dia tornando a física mais aliciante, permite também combater concepções alternativas, caso existam.

Tabela 4. 7 – Respostas à 2ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda**3ª Questão:** Que reflexões lhe suscitaram cada uma das ferramentas de ajuda?

Professor A	Professor B
O conjunto de todas as ferramentas de ajuda fez-me refletir acerca das minhas práticas na sala de aula. Antes deste estudo eu tinha sempre a aula totalmente encaminhada e pensava que estava a fazer o melhor. Nunca me tinha questionado em adaptar a aula às questões dos alunos. Como eu a encaminhava sempre para o resultado que pretendia nunca pensava sequer nessa hipótese. Depois da tua intervenção e de ler estas ferramentas de ajuda chego à conclusão que tenho de ter a capacidade de intervir em tempo real na sala de aula, o que nem sempre é fácil. Contudo, vou continuar a esforçar-me pois quero mesmo que este trabalho me ajude a desenvolver profissionalmente. O meu objetivo enquanto professor é fazer o meu melhor.	Dado o tema trabalhado nas aulas, procurei selecionar material e tarefas, tendo sempre em conta o desenvolvimento das práticas epistémicas. Foi fundamental a ferramenta D4, trabalho realmente solicitado ao aluno, pois a tarefa é fundamental e nem sempre é fácil de encontrar.

Tabela 4. 8 – Respostas à 3ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda**4ª Questão:** Que ferramentas/dimensões usou nas suas aulas? (qual o *mix*?)

Professor A	Professor B
As ferramentas que tentei utilizar nas aulas foram a avaliação e <i>feedback</i> ; práticas epistémicas; Trabalho realmente solicitado ao aluno; como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem.	Procurei promover o envolvimento produtivo do aluno através do envolvimento em tarefas de aprendizagem, da cooperação com os colegas, da persistência e do reforço positivo. Verifiquei envolvimento e participação em alunos que não participavam na aula anteriormente. Promovi também recolha e tratamento de informação, estimulando a autonomia dos alunos.

Tabela 4.9 – Respostas à 4ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda**5ª Questão:** Quais os aspetos específicos de cada ferramenta que lhe chamaram a atenção?

Professor A	Professor B
<u>Avaliação e feedback:</u> Desenvolver sentido crítico relativamente ao seu trabalho e aprendizagem; Autoavaliar-se, tomando conhecimento dos seus pontos fortes e fracos; Desenvolver uma atitude reflexiva; Competências sociais, por exemplo, trabalharem cooperativamente com os outros. <u>Trabalho realmente solicitado ao aluno:</u> Escrever a tarefa, para se afinar a sua clareza, bem como documentá-la na medida do necessário; Os alunos devem saber o que deles é esperado desde o início da tarefa; Antes do início da tarefa, o professor deve confirmar que o enunciado da tarefa é claro e inequívoco para os alunos; Ao solicitar aos alunos que respondam a uma questão importa dar-lhes tempo para pensar devidamente na resposta e, no caso de serem solicitadas respostas imediatas, estas devem ser aproveitadas pelo professor para levar os alunos a evoluir no conhecimento. <u>Práticas epistémicas:</u> Descrever fenómenos físicos ou acontecimentos; Formular questões e problemas; Confrontar previsões com resultados utilizando um modelo; Colocar hipóteses; Relacionar a física com fenómenos do dia-a-dia; Identificar e utilizar contextos e leis básicas das Ciências Físicas nos grandes problemas da humanidade; Recolher, tratar e organizar informação relevante; Avaliar modelos (de situações físicas, ou de utilização de conceitos); Calcular; Estabelecer e utilizar relações (funcionais, causais...); Explicar um fenómeno / acontecimento; Planear experiências. <u>Como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem:</u> Colocar tarefas sob a forma de desafio; Garantir acesso dos alunos aos recursos; Incentivar a autonomia dos alunos; Incentivar o sentido de responsabilidade dos alunos; Monitorizar e corrigir o envolvimento.	As competências que podem ser desenvolvidas nos alunos.

Tabela 4.10 – Respostas à 5ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda

6ª Questão: Quais destes aspetos específicos usou nas suas aulas?

Professor A	Professor B
<u>Na Avaliação e feedback:</u> Desenvolver uma atitude reflexiva; Competências sociais, por exemplo, trabalharem cooperativamente com os outros; Desenvolver sentido crítico relativamente ao seu trabalho e aprendizagem. <u>No trabalho realmente solicitado ao aluno:</u> Escrever a tarefa, para se afinar a sua clareza, bem como documentá-la na medida do necessário; Os alunos devem saber o que deles é esperado desde o início da tarefa; Ao solicitar aos alunos que respondam a uma questão importa dar-lhes tempo para pensar devidamente na resposta. <u>Nas práticas epistémicas:</u> Identificar e utilizar contextos e leis básicas das Ciências Físicas nos grandes problemas da humanidade; Recolher, tratar e organizar informação relevante; Avaliar modelos (de situações físicas, ou de utilização de conceitos); Calcular; Explicar um fenómeno / acontecimento; Planear experiências. <u>Em como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem:</u> Colocar tarefas sob a forma de desafio; Garantir acesso dos alunos aos recursos; Incentivar a autonomia dos alunos; Incentivar o sentido de responsabilidade dos alunos.	Procurei desenvolver competências utilizando interação verbal, recolha, tratamento e organização de informação; construção de modelos; mobilização de conhecimentos, sistematização da aprendizagem.

Tabela 4.11 – Respostas à 6ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda

7ª Questão: Que resultados/impacto acha que as contribuições das ferramentas de ajuda tiveram nas suas aulas?

Professor A	Professor B
Estas ferramentas foram muito importantes pois ajudaram-me na preparação das aulas, nomeadamente na questão central para poder definir melhor as tarefas que sejam realmente tarefas para os alunos. Assim, com a ajuda destas ferramentas consegui levar o aluno a realizar o trabalho que realmente pretendia, adquirindo desta forma uma aprendizagem mais significativa. Consegui que os alunos, de uma forma geral e orientados por mim, conseguissem trabalhar mais autonomamente, colocando em prática os seus saberes e recorrendo à pesquisa na internet, elaborassem materiais, fizessem previsões e testassem experimentalmente. Consegui um aumento na autonomia do aluno e da responsabilidade. Também contribuíram para ajudar no trabalho cooperativo, trabalho em grupos, factor socialização, como na comunicação dos resultados.	As ferramentas de ajuda foram fundamentais para alterar o método utilizado por mim anteriormente. Os alunos revelaram mais empenho, mais participação e maior interajuda.

Tabela 4.12 – Respostas à 7ª questão do questionário implementado no final da 2ª fase do estudo, relativo às ferramentas de ajuda

Ambos os professores (A e B) leram todas as ferramentas disponibilizadas (ANEXO 2). Enquanto as ferramentas D4 (como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno realize), D5 (como promover práticas epistémicas na sala de aula) e D1 (como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem) suscitaram um maior interesse ao professor A, o professor B foi à D3 (como melhorar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas) que dedicou mais interesse porque, na sua opinião, relacionando a física com fenómenos ou acontecimentos do dia-a-dia torna-a mais aliciante, permitindo ainda combater concepções alternativas, caso existam.

Estas ferramentas suscitaram ainda algumas reflexões nos professores intervenientes. Ao professor A fizeram-no refletir acerca das suas práticas na sala de aula. Reconheceu que

antes deste estudo tinha sempre a aula totalmente encaminhada para o resultado que pretendia, pensando estar a fazer o melhor, pois nunca tinha pensado antes em adaptar a aula às questões dos alunos. Chegou à conclusão que tinha de ter a capacidade de intervir em tempo real na sala de aula, o que nem sempre é fácil. Contudo, mostrou-se empenhado em esforçar-se uma vez que queria desenvolver-se profissionalmente e fazer o seu melhor enquanto professor. Já o professor B reconheceu a importância crucial da tarefa e a dificuldade em a encontrar. Esforçou-se em procurar e selecionar material e tarefas, tendo sempre em conta o desenvolvimento das práticas epistémicas, para o que recorreu à ferramenta D4.

Relativamente às ferramentas utilizadas nas suas aulas, o professor A referiu 4: o trabalho realmente solicitado ao aluno (D4); práticas epistémicas (D5); envolvimento produtivo na disciplina (D1) e avaliação e *feedback* (D2). O professor B deu uma maior ênfase à D1 procurando promover o envolvimento produtivo dos alunos através do envolvimento nas tarefas propostas, da cooperação com os colegas, da persistência e do reforço positivo. Referiu ter verificado um maior envolvimento e participação de alunos que não participavam na aula anteriormente.

Quando questionados sobre aspetos específicos de cada ferramenta que mais lhes chamaram à atenção e que usaram nas suas aulas, o professor B referiu, no geral, as competências que podiam ser desenvolvidas nos alunos. Para o efeito, utilizou a interação verbal; a recolha, tratamento e organização de informação; a construção de modelos; a mobilização de conhecimentos e a sistematização da aprendizagem. Nesta questão o professor A foi mais específico e referiu aspetos relativos a 4 ferramentas:

- Trabalho solicitado ao aluno (D4), destacando a clarificação e documentação da tarefa proposta; o dar tempo de resposta aos alunos e seu aproveitamento no sentido de levar os alunos a evoluir no seu conhecimento;
- Práticas epistémicas (D5), destacando a descrição de fenómenos relacionados com a Física; a formulação de questões, problemas e hipóteses; a confrontação de previsões com resultados; a recolha, tratamento e organização de informação; o estabelecimento de relações, entre outros;
- Envolvimento produtivo dos alunos (D1), destacando a importância da colocação de tarefas sob a forma de desafio, garantido os recursos necessários à exequibilidade das mesmas; o incentivo da autonomia e do sentido de responsabilidade dos alunos; a monitorização e correção do envolvimento dos alunos;

- Avaliação e *Feedback* (D2), destacando o desenvolvimento do sentido crítico relativamente ao seu trabalho e aprendizagem e o desenvolvimento de uma atitude reflexiva e de competências sociais, como o trabalho cooperativo;

Em relação à última questão do questionário, sobre os resultados ou impacto que as contribuições das ferramentas tiveram nas suas aulas, o professor A referiu a sua importância na preparação das aulas, nomeadamente na questão central para poder definir melhor as tarefas que fossem realmente tarefas para os alunos. Com a ajuda destas ferramentas pensou ter conseguido levar o aluno a realizar o trabalho realmente pretendido, adquirindo desta forma uma aprendizagem mais significativa, de um modo mais autónomo, colocando em prática os seus saberes e recorrendo à pesquisa na internet, elaboração de materiais e fazendo previsões para depois testarem experimentalmente. O professor B também considerou as ferramentas de ajuda fundamentais para alterar o seu método de ensino, tendo os alunos revelado um maior empenho, uma maior participação e uma maior interajuda.

4.4.3. Síntese dos resultados obtidos na 2ª fase do estudo

Na 2ª fase do estudo verificaram-se 26 episódios dos quais, 9 episódios pertencem ao professor A, 13 episódios ao professor B e 4 episódios ao professor C. Todos estes episódios representaram 4 padrões de mediação diferentes, como explicado na secção anterior. Na figura 4.50 apresenta-se a frequência desses mesmos padrões relativamente aos 3 professores envolvidos no estudo, seguindo raciocínio idêntico ao explicado na 1ª fase. Ou seja, o padrão de mediação E6 é verificado em 11,1% dos episódios do professor A e em 23,1% dos episódios do professor B. O padrão E7 é verificado em cerca de 55,6% dos episódios do professor A e em 53,8% dos episódios do professor B. O padrão de mediação E8 é verificado em 22,2% dos episódios do professor A, em 7,7% dos episódios do professor B e em 25,0% dos episódios do professor C. O padrão E9 é verificado em 11,1% dos episódios do professor A, em 15,4% dos episódios do professor B e em 75,0% dos episódios do professor C.

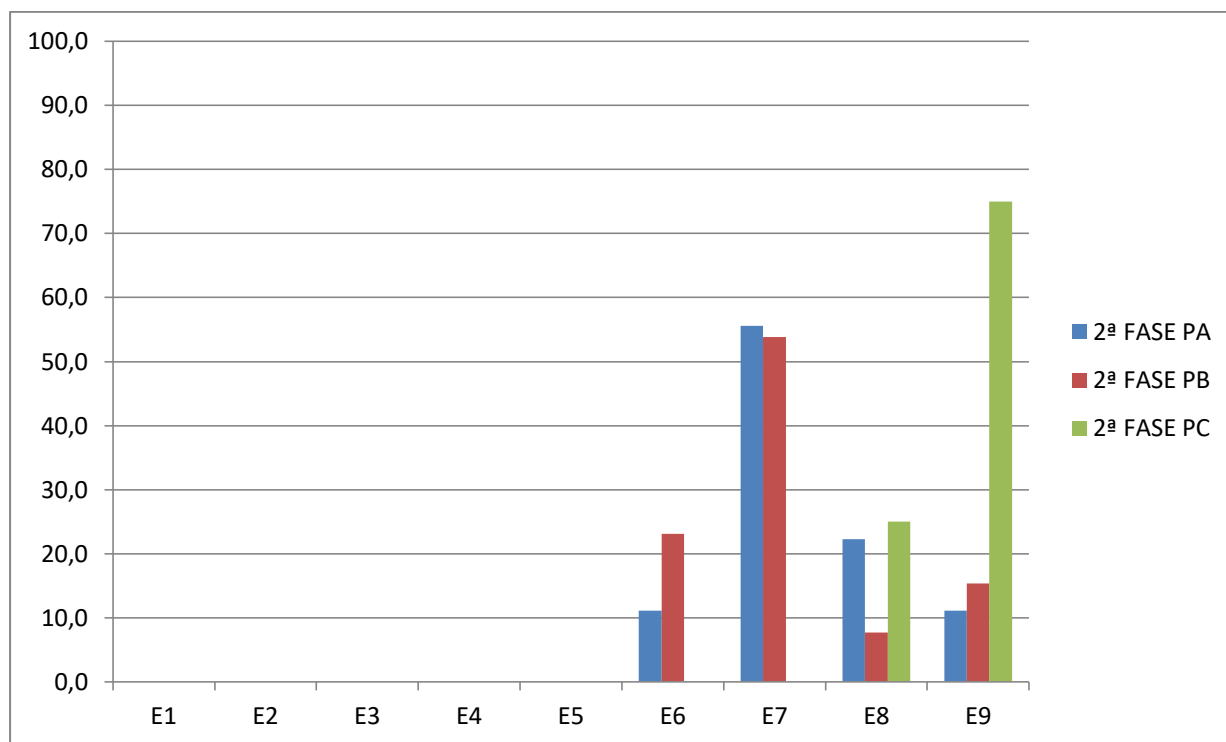


Figura 4.50 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 2ª fase do estudo, em percentagem.

Relativamente às **variáveis em estudo** (ANEXO 7), foram verificadas 38 variáveis, num total de 26 episódios. O professor A, com 9 episódios apresentou 27 variáveis; o professor B, com 13 episódios, apresentou 31 variáveis; o professor C, com 4 episódios, apresentou 26 variáveis. A ocorrência destas variáveis, em percentagem, está apresentada na tabela 4.13. Os resultados nela constante seguiram raciocínio idêntico ao descrito para a 1ª fase do estudo.

		1ª FASE			2ª FASE		
		PROF A	PROF B	PROF C	PROF A	PROF B	PROF C
CARACTERÍSTICAS DO TS	TS-RQ	63,2	63,6	50,0	-	-	-
	TS-AI	36,8	-	-	66,7	84,6	-
	TS-O	-	36,4	-	-	7,7	-
	TS-ER	-	-	50,0	33,3	7,7	100,0
	T-SF-MIX	36,8	9,1	-	100,0	100,0	100,0
	T-SF-DD	31,6	81,8	-	-	-	-
	T-SF-MD	-	9,1	100,0	-	-	-
	T-ASF-D	52,6	-	-	55,6	53,8	-
PRÁTICAS DE ENSINO (TE's)	T-ASF-E	15,6	54,5	-	11,1	30,8	-
	T-ASF-O	-	45,5	100,0	33,3	15,4	100,0
	TE-CC	12,2	17,6	-	-	5,1	-
	TE-DA	22,0	-	-	-	-	-
	TE-I	17,0	23,5	-	1,6	1,3	-
	TE-DE	-	-	-	-	2,5	2,5
	TE-IME	12,2	25,5	12,5	11,1	11,4	20,0
	TE-UME	4,9	21,6	25,0	-	2,5	-
	TE-IMS	14,6	5,9	-	1,6	-	-
	TE-UMS	4,9	3,9	-	-	-	-
	TE-SAA	7,3	2,0	37,5	55,5	59,5	52,5
	TE-E	-	-	-	11,1	2,5	2,5
	TE-EE	-	-	-	4,8	6,3	17,5
PE1	TE-S	4,9	-	18,8	14,3	8,9	-
	TE-VE	-	-	6,2	-	-	5,0
	PE1-IME	-	2,5	-	0,7	1,4	1,4
	PE1-UME	18,2	28,2	14,8	7,0	10,0	15,1
	PE1-UMS	9,1	5,1	-	-	-	-
	PE1-AIM	9,1	12,8	-	-	-	1,4
	PE1-ICE	18,2	10,3	-	-	1,4	6,8
	PE1-I	18,2	10,3	18,6	25,2	32,9	16,4
	PE1-MEF	-	10,3	-	2,8	2,1	11,0
	PE1-O	-	-	-	-	2,9	2,7
PE2	PE1-OI	-	-	-	4,2	0,7	4,1
	PE1-QF	27,2	20,5	-	-	3,6	1,4
	PE2-IME	-	-	-	3,5	-	-
	PE2-UME	-	-	14,8	4,2	3,6	6,8
	PE2-CNA	-	-	7,4	5,6	7,1	5,5
	PE2-C	-	-	14,8	15,4	7,8	8,2
	PE2-ER	-	-	7,4	-	3,6	1,4
	PE2-MEC	-	-	3,7	-	-	1,4
PE3	PE2-MRF	-	-	11,1	16,0	9,3	8,2
	PE2-QC	-	-	-	0,7	-	-
	PE3-UME	-	-	3,7	2,1	0,7	-
	PE3-AC	-	-	-	6,3	-	2,7
	PE3-CA	-	-	3,7	6,3	12,9	5,5

Tabela 4.13 – Distribuição das variáveis existentes na 1ª e 2ª fase do estudo, em percentagem

Atendendo à figura 4. 50, verificamos que o **padrão E6** apenas se verificou nos professores A e B, com 11,1% e 23,1%, respetivamente. O **padrão E7** foi verificado nos professores A e B com 55,6% e 53,8%, respetivamente. O **padrão E8** verificou-se nos 3 professores com 22,2% dos episódios para o professor A, 7,7% dos episódios para o professor B e 25,0% dos episódios para o professor C. Por fim, o **padrão E9** foi verificado em 11,1% dos episódios do professor A, 15,4% dos episódios do professor B e 75,0% dos episódios do professor C.

Quando comparamos estes resultados com os obtidos na 1ª fase do estudo, constatamos diferenças significativas nas práticas de ensino dos **professores A e B**. Estes professores

substituíram práticas de ensino consideradas, à partida, não promotoras de práticas epistémicas por outras que promoveram práticas epistémicas diversificadas e consistentes nos seus alunos substituindo padrões de mediação de menor qualidade (Padrões E1, E2, E3 e E4) por padrões de mediação de qualidade superior (Padrões E6, E7, E8 e E9). O seja, os padrões de mediação não promotores de práticas epistémicas nos alunos, verificados nas aulas dos professores A e B, foram substituídos por padrões onde coexistem práticas de ensino promotoras de PE, como a solicitação de aspetos adicionais, práticas de ensino diversificadas que promoveram nos alunos não somente práticas epistémicas tipo 1 (na 1ª fase pontuais e pouco consistentes) mas também práticas epistémicas tipo 2 e tipo 3.

O **professor C**, cujas práticas de ensino nos serviram de referência, continuou a apresentar apenas padrões de mediação promotores de práticas epistémicas nos alunos. Apesar de na 2ª fase do estudo ter apresentado 2 padrões de mediação diferentes (padrões E8 e E9), o padrão E9 continua a ser o predominante. Na 1ª fase com 100% dos episódios, na 2ª fase com 75,0% dos episódios.

Relativamente às **características dos trabalhos solicitados** aos alunos constatou-se que nesta fase do estudo os professores A e B deram primazia a tarefas que requerem a análise de informação (66,7% e 84,6%, respetivamente), todas com contexto reconstruído em ambiente escolar com intenção didática e, geralmente, apresentado através de descrições orais e/ou escritas (55,6% e 53,8%, respetivamente). Ocorreram ainda alguns episódios onde estes professores apresentaram a situação física através da evocação ou de materiais de laboratório ou de uso comum. Na 2ª fase do estudo todos os episódios do professor C iniciaram com a apresentação de tarefa que requer a elaboração de uma resposta, com contexto reconstruído em ambiente escolar com intenção didática e com situação física apresentada através de materiais.

Em relação às **variáveis em estudo**, foram identificadas um total de 38 variáveis. O professor A, com 9 episódios, apresenta 27 variáveis; o professor B, com 13 episódios, apresenta 31 variáveis; o professor C, com 4 episódios, apresenta 26 variáveis. Relativamente a estas mesmas variáveis, as diferenças mais significativas recaem novamente nos professores A e B. Ainda que o número de variáveis relativas ao trabalho solicitado sejam idênticas para os 3 professores nas duas fases do estudo, o mesmo não se pode afirmar em relação às práticas de ensino.

Cruzando os dados apresentados na figura 4.50 e tabela 4.13 constata-se o seguinte:

O professor A evoluiu de padrões de mediação E1, E2, E3 e E4 para padrões de mediação E6, E7, E8 e E9. Na 1ª fase do estudo este professor apresentou 9 variáveis relativas às práticas de ensino (TEs). Na 2ª fase apresentou 7 variáveis. Deixou de existir o curto-circuito e a dispersão na abordagem de situações. O não aproveitamento do trabalho do aluno passou de 17,0% de ocorrências na 1ª fase para 1,6% na 2ª fase, sendo esta a única prática de ensino existente, considerada não promotora de práticas epistémicas nos alunos. Deixou ainda de se verificar a introdução e utilização do mediador simbólico pelo professor. Em contrapartida, prevaleceram práticas de ensino consideradas promotoras de PE, sobretudo a solicitação de aspetos adicionais, com 55,5% de ocorrências e a retoma do trabalho de aluno no sentido de o clarificar através de sínteses ou informações adicionais (14,3%). Adotou ainda outras práticas de ensino que não se verificaram na 1ª fase como, a solicitação de aspetos adicionais no sentido de ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado (11,1%) e a explicitação epistémica (4,8%). O professor A continuou a introduzir mediadores epistémicos mas, nesta fase e contrariamente ao verificado na 1ª fase, nunca os utilizou dando total autonomia de utilização aos alunos que o fazem associado a práticas epistémicas dos 3 tipos.

Relativamente **às práticas epistémicas** constatou-se que, as consideradas tipo 1, apresentaram diferenças significativas (em qualidade) entre as duas fases do estudo. Todavia, se atendermos à consistência das mesmas verificamos uma grande persistência em práticas epistémicas dos diferentes tipos. No que concerne às práticas epistémicas tipo 1 destacamos a interpretação 25,2% e a utilização do mediador epistémico com 7,0%, por vezes introduzido pelos alunos (0,7%). Deixou de se verificar a utilização limitada do mediador simbólico, a apresentação de ideia mobilizadora, a identificação de condições empíricas, a observação e o questionamento factual (que na 1ª fase ocorriam de modo, geralmente, espontâneo e não alimentadas pelo professor) mas verificou-se o manuseamento de equipamento de modo factual (2,8%), a pesquisa e organização de informação (4,2%). No que concerne a práticas epistémicas tipo 2 e tipo 3, não tinha sido verificada qualquer ocorrência na 1ª fase do estudo. Na 2ª fase verificou-se a existência de 6 PE tipo 2 e 3 PE tipo 3, de modo continuado e consistente. Destacou-se a mudança da representação do formato (16,0%) e a concetualização (15,4%). Verificou-se ainda a comunicação não autónoma (5,6%) e o questionamento concetual (0,7%). A utilização do mediador epistémico associado a práticas deste tipo ocorreu em 4,2% das PE sendo 3,5% das ocorrências introduzido pelos alunos. A utilização dos mediadores epistémicos também ocorreu associada a PE tipo 3 (2,1% dos casos), nomeadamente à comunicação autónoma e à avaliação crítica, ambas com 6,3% das ocorrências.

Quanto ao **professor B** verificamos também uma grande diminuição de práticas de ensino consideradas não promotoras de práticas epistémicas. Não ocorreu nenhuma dispersão na abordagem de situações. Ocorreram apenas 5,1% de curto-circuitos, 2,5% de desvalorizações epistémicas e 1,3% de não aproveitamento de práticas epistémicas dos alunos. No entanto, todas estas práticas de ensino foram imediatamente secundadas por práticas de ensino promotoras de PE nos alunos, nomeadamente a solicitação de aspetos adicionais, com 59,5% e a retoma do trabalho dos alunos no sentido de o clarificar com sínteses ou informação adicional, com 8,9% de ocorrências. Adotou ainda 2 outras práticas de ensino não verificáveis na 1ª fase: a solicitação de aspetos adicionais no sentido de ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado (2,5%) e a explicitação epistémica (6,3%). Relativamente aos mediadores epistémicos continuou a verificar-se a sua introdução (11,4%) mas com uma menor utilização do mesmo (2,5%), o que promoveu a sua utilização pela parte dos alunos, nos diferentes tipos epistémicos identificados.

No que respeita às práticas epistémicas dos alunos obtiveram-se resultados semelhantes aos do professor A. Relativamente às práticas epistémicas tipo 1, apesar de deixar de se verificar a utilização do mediador simbólico e a apresentação de ideia mobilizadora, todas as outras ocorreram de um modo muito mais consistente e continuado, nomeadamente a interpretação e o questionamento factual com 32,9% e 3,6% de ocorrências, respetivamente. A observação, o manuseamento de equipamento factual, a identificação de condições empíricas e a pesquisa e organização de informação (não verificadas na 1ª fase do estudo) ocorreram com 2,9%, 2,1%, 1,4% e 0,7%, respetivamente. Os alunos também utilizaram o mediador epistémico de modo autónomo associado a estas PE (10,0%). Tanto utilizam os mediadores introduzidos pelo professor como os que eles próprios sentiram necessidade de introduzir (1,4%).

Práticas epistémicas tipo 2 e tipo 3 foram inexistentes na 1ª fase do estudo. Na 2ª fase verificou-se a existência de 5 PE tipo 2 e 2 PE tipo 3, de modo continuado e consistente. Destacou-se a mudança da representação do formato (9,3%), a concetualização (7,8%), a comunicação não autónoma (7,1%) e o estabelecimento de relações (3,6%). Usaram ainda o mediador epistémico associado a estas práticas em 3,6% das ocorrências. O mediador epistémico foi ainda utilizado associado a PE tipo 3 (0,7%), mais concretamente à comunicação autónoma (12,9%).

Relativamente às práticas de ensino do **professor C**, ainda que se tenha verificado a ocorrência de uma desvalorização epistémica (2,5%), continuou a apresentar uma variedade de

práticas de ensino promotoras de práticas epistémicas, das quais 52,5% recaíram na solicitação de aspetos adicionais. Além destas, ocorreram na 2ª fase do estudo a explicitação epistémica (17,5%), solicitação de aspetos adicionais no sentido de ampliar ou levar os alunos a considerarem novas abordagens do trabalho solicitado (2,5%) e a valorização epistémica (5,0%). Deu total liberdade aos alunos na utilização dos mediadores epistémicos que introduziu (20,0%), o que fizeram associado a PE tipo 1 e tipo 2.

No que concerne à qualidade das práticas epistémicas do tipo 2 e tipo 3, verificou-se existir consistência relativamente à 1ª fase do estudo (6 PE tipo 2 e 2 PE tipo 3, em ambas as fases). Coexistindo com estas PE verificou-se um aumento significativo tanto na qualidade como na quantidade de PE tipo 1. Enquanto na 1ª fase apenas se verificou a interpretação (18,6% na 1ª fase; 16,4% na 2ª fase) e a utilização do mediador epistémico (14,8% na 1ª fase; 15,1% na 2ª fase), na 2ª fase verificou-se ainda o manuseamento de equipamento de modo factual (11,0%), a identificação de condições empíricas (6,8%), a pesquisa e organização de informação (4,1%), a observação (2,7%), o questionamento factual e a apresentação de ideia mobilizadora, ambas com 1,4% de ocorrências. O mediador epistémico foi usado pelos alunos tanto associado a práticas tipo 1 (15,1%), por vezes introduzido pelos alunos (1,4%), como tipo 2 (6,8%). Relativamente às práticas epistémicas do tipo 2 a que ocorreu com maior frequência foi a mudança da representação do formato e a concetualização (ambas com 8,2%), logo seguidas pela comunicação não autónoma com 5,5% de ocorrências. Verificou-se ainda o estabelecimento de relações e o manuseamento de equipamento de modo concetual, ambas com 1,4%. As práticas epistémicas tipo 3 que ocorreram foram a comunicação autónoma (5,5%) e a avaliação crítica (2,7%).

Atendendo a estes resultados tentamos agora responder à 2ª questão de investigação: *Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores? A que se devem estas alterações?*

Constatou-se que relativamente ao **professor A e ao professor B** essas alterações foram bastante significativas. Estes professores evoluíram de práticas de ensino geralmente não promotoras de PE nos seus alunos, para práticas de ensino diversificadas que promoveram nos seus alunos PE dos diferentes tipos. Enquanto na 1ª fase estes professores, além de nem sempre solicitarem trabalhos devidamente contextualizados nem suportados em situações físicas, também o curto-circuitavam imediatamente, ou pelo excesso de informação ou porque apresentavam de imediato outra tarefa aos alunos. Recorreram essencialmente ao trabalho que

requeria a resposta a uma questão. O que requeria a análise de informação apenas foi verificado (ainda que com menor frequência) nas aulas do professor A. Os alunos, por sua vez, não tinham oportunidade de se envolverem em práticas epistêmicas de modo mais efetivo, a não ser a utilização do mediador epistémico, sempre de modo muito limitado pois a sua utilização pela parte do professor também lhes limitava o seu uso. Pontualmente, de modo espontâneo, ocorriam algumas PE tipo 1 que estes professores não alimentavam convenientemente. Ou porque as ignoravam ou então porque as curto-circuitavam. Além destas, o professor A também apresentava muita tendência à dispersão na abordagem das situações.

No decorrer da 2ª fase estas práticas de ensino praticamente deixaram de ocorrer. Os professores apresentaram um maior cuidado na escolha dos trabalhos solicitados (tanto os que requeriam a análise de informação como os que implicavam a elaboração de uma resposta, ou então a observação (no caso do professor B)) com situação física devidamente contextualizada e apresentada, bem como no modo de os conduzir durante a aula. Recorreram a práticas de ensino como a solicitação de aspetos adicionais às PE dos alunos por forma a clarificar as PE dos alunos, mas também para ampliar ou considerar novas perspetivas do trabalho solicitado, retomaram PE dos alunos reforçando a compreensão através de sínteses ou de informação adicional e explicitaram epistemicamente. Também o modo como lidaram com os mediadores sofreu alterações. Ambos os professores tiveram cuidado em não limitarem a sua utilização pela parte dos alunos, ou não os utilizando ou então utilizando-os apenas para promoverem novas PE nos alunos, dentro das quais a utilização desses mesmos mediadores associados a PE dos diferentes tipos. Nestas condições os alunos, além de utilizarem os mediadores existentes associados a PE dos diferentes tipos, utilizaram ainda o que eles próprios introduziram. Ocorreram, continuamente PE dos 3 tipos identificados, sistematicamente alimentadas pelos professores. Ou seja, enquanto na 1ª fase as práticas epistêmicas dos alunos eram espontâneas e pontuais, todas do tipo 1, na 2ª fase verificou-se 45,4% de PE do tipo 2 e 14,7% de PE do tipo 3 para o professor A; 31,4% de PE do tipo 2 e 13,6% de PE do tipo 3 para o professor B.

Estes professores reconheceram a importância das ferramentas de ajuda na mudança das suas práticas de ensino, nomeadamente acerca das características do trabalho apresentado aos alunos. Levaram-nos a refletir sobre as suas práticas de sala de aula e a reconhecerem que habitualmente encaminhavam a aula para o que pretendiam, não tendo em atenção as necessidades dos alunos. As ferramentas de ajuda foram referidas como as responsáveis pela preparação das aulas em torno de uma questão central para assim definirem melhor todas as tarefas a apresentar de modo a levarem os alunos a realizarem o trabalho realmente solicitado.

Reconheceram a importância de terem de saber intervir, em tempo real, de acordo com as práticas epistémicas dos seus alunos, promovendo-as continuamente. Com as ferramentas aprenderam a reconhecer a importância da tarefa proposta aos alunos, a preocuparem-se com a seleção do material necessário para que a mesma se mantivesse como um desafio e que envolvesse os alunos de forma produtiva. Tiveram ainda atenção à avaliação e *feedback* cedido aos alunos durante a aula. Estas ferramentas promoveram ainda nestes professores a necessidade de incentivarem a autonomia dos alunos e a implementarem o trabalho cooperativo entre eles.

Em relação ao **professor C** não se constatarem diferenças significativas nem nas suas práticas de ensino nem nas práticas epistémicas que as mesmas promoveram nos seus alunos pois continuou a apresentar padrões de mediação de qualidade superior. Este professor era membro do projeto de investigação e os seus resultados serviram-nos como referência. Na 1ª fase este professor apresentou 2 trabalhos: um que requeria a resposta a uma questão para o qual apresentou mediador epistémico e que utilizou em simultâneo com outras práticas de ensino não inibindo a utilização do mediador pelos alunos, o que fizeram associado a PE tipo 1; outro que requeria a elaboração de uma resposta para o qual também introduziu mediador epistémico mas que, neste caso, nunca utilizou permitindo a sua utilização pela parte dos alunos, o que fizeram associado a PE dos 3 tipos identificados. Em ambos os casos os alunos, além da utilização dos mediadores referidos envolveram-se, de forma consistente e continuada, em PE dos diferentes tipos identificados.

Na 2ª fase apenas se verificou a solicitação de trabalho que requeria a elaboração de uma resposta e que envolveram a reflexão e a manipulação de materiais. Em todos, o professor introduziu mediador epistémico que, excetuando uma utilização para reforçar a compreensão dos alunos, nunca utilizou. O professor solicitou sistematicamente aspetos adicionais às PE dos alunos que, geralmente, explicitava epistemicamente. Também valorizou epistemicamente as práticas dos alunos e retomou-as no sentido de as reforçar com sínteses ou informações adicionais. Recorreu ainda à solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos no sentido de ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado. Nestas condições, os alunos utilizaram os mediadores existentes associados a PE de diferentes tipos e, por vezes, utilizaram ainda o que eles próprios introduziram, associado a PE do tipo 1. Tal como na 1ª fase, ocorrem PE diversificadas, consistentes e sistemáticas, continuamente alimentadas pelo professor. Todavia, verificou-se uma maior percentagem de PE do tipo 1. Enquanto na 1ª

fase ocorreram 33,4% de PE tipo 1; 59,4% de PE tipo 2 e 7,4% de PE tipo 3, na 2ª fase a maior percentagem ocorreu nas PE do tipo 1 (60,3%), seguidas de PE tipo 2 (31,5%) e de PE tipo 3 (13,6%).

Na 2ª fase de estudo, quando qualquer um destes professores apresentava alguma prática de ensino considerada não promotora de PE, o que aconteceu muito pontualmente, retomava de imediato as práticas de ensino já referidas, promovendo de novo novas PE nos seus alunos.

Ou seja, verificou-se que na 2ª fase do estudo, tanto o professor A como o professor B, apresentaram uma evolução bastante significativa na qualidade dos seus padrões de mediação, apresentando em alguns episódios padrões de mediação semelhantes aos do professor C. Nesta fase são visíveis as alterações das práticas de ensino dos professores A e B em termos de mediação e promoção da ocorrência de PE nos seus alunos mais consistentes, diversificadas e continuadas. Tendo em conta o papel fundamental das ferramentas de ajuda e da reflexão promovida pela análise das NM para estes resultados pretendia-se, na 3ª fase, verificar em que condições a melhoria destas práticas se mantinha consistente. Neste sentido, a implementação da 3ª fase do estudo decorreu de modo análogo à 1ª fase. Ou seja, sem qualquer intervenção por parte do investigador a não ser as necessárias para a elaboração das NM. A opção de recorrer aos materiais disponibilizados na 2ª fase do estudo ficou ao critério de cada professor. Os resultados obtidos são apresentados na seção que se segue com vista à resposta da Q3 *“Em que condições, a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?”*

4.5 Resultados obtidos sobre as práticas de ensino na terceira fase do estudo

Na terceira fase do estudo pretendíamos verificar a consistência das práticas de ensino dos professores intervenientes, nomeadamente dos professores A e B. Ou seja, perante as melhorias verificadas na 2ª fase pretendíamos verificar se estes professores mantinham essas mesmas práticas ou se, pelo contrário, retomavam as práticas de ensino da 1ª fase do estudo. Como tal, o procedimento em termos de intervenção, foi semelhante ao descrito para a 1ª fase do estudo. Durante esta 3ª fase não houve qualquer interação do investigador com os docentes envolvidos no sentido de interferir nas suas práticas de ensino. Todos os contactos estabelecidos recorreram da necessidade de recolha de dados para a posterior elaboração das narrações multimodais, seguindo a metodologia já descrita no capítulo 3.

Nesta 3ª fase, foram analisadas um total de oito aulas, como consta da tabela que se segue:

Sumários das aulas		Tempo de aula	Nº de episódios
Prof A 8º ano	Reflexão da luz. Características das imagens formadas pelos espelhos	1h; 40min	2
	Refração. Reflexão total. Características das imagens formadas através das lentes	1h; 30min	3
	A cor da luz e dos objetos	1h; 30min	3
Prof B 11º ano	Reflexão e refração	1h; 30min	2
	Refração da luz	1h; 30min	2
	Chuvas ácidas. Reações de oxidação-redução	1h; 30min	2
Prof C 8º ano	Feixes luminosos paralelos, convergentes e divergentes. Corpo translúcido. Corpo transparente. Corpo opaco	1h; 25min; 56s	3
	Corpos opacos, transparentes e translúcidos. Leis da reflexão	1h; 25min; 35s	2

Tabela 4.14 – Aulas analisadas na 3ª fase do estudo

A análise destas aulas seguiu procedimento idêntico ao descrito nas fases anteriores.

4.5.1 Identificação dos padrões de mediação da 3ª fase do estudo

Na 3ª fase do estudo ocorreram um total de 19 episódios, dos quais, 8 verificados em três aulas do professor A; 6 verificados em três aulas do professor B; 5 verificados em duas aulas do professor C. verificou-se um total de 36 variáveis, como consta do dendrograma da figura 4.51.

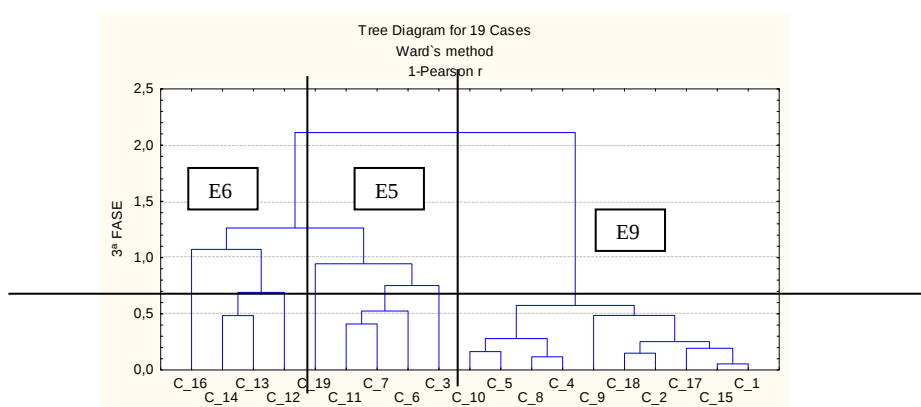


Figura 4.51 – Dendrograma relativo aos resultados obtidos na 3ª fase do estudo

Considerando a linha de corte em 0,65 (Fig. 4.51), e atendendo ao ordenamento dos casos (ANEXO 7) verificam-se 3 padrões de mediação diferentes. Nesta análise verificamos que existem episódios que não apresentam as características dos grupos onde estão inseridos. É o caso do padrão E6 ao qual apenas correspondem 2 episódios (C14 e C13), ambos verificados em aulas do professor B. Pela análise do dendrograma constata-se que os episódios correspondentes aos casos C16 e C12 apresentam características diferentes, como a seguir se explicará. O mesmo acontece relativamente ao padrão de mediação E5. Os episódios correspondentes aos casos C19 e C3 não apresentam as características dos padrões onde estão inseridos. São episódios com características pontuais que a seguir descreveremos e que, por essas razões não serão tidos em conta para os resultados do nosso estudo. Excluindo estes

episódios contaremos para esta fase do estudo os padrões de mediação constantes na tabela 4.15.

EPISÓDIOS 3ª FASE			
PADRÃO	PROF A	PROF B	PROF C
E5	2	1	-
E6	-	2	-
E9	5	2	3

Tabela 4.15 – Padrões de mediação relativos à 3ª fase do estudo

Como já foi referido há 2 episódios incluídos no padrão de mediação E5 que não apresentam as características definidas para este padrão. São os episódios correspondentes aos casos C3 e C19, de curta duração onde, apesar da ocorrência de práticas epistémicas, estas ocorrem em menor número e frequência dos restantes episódios onde este padrão se verifica. O C3 corresponde ao *1º episódio da 2ª aula do professor A*, com a duração de 12 minutos, que serviu para o professor dar início ao tema em estudo. Neste episódio o professor introduziu o mediador epistémico em simultâneo com a apresentação da tarefa, o que promoveu uma interpretação imediata. Ou seja, o trabalho solicitado que consistiu na observação de uma situação física do dia-a-dia, modelizada pelo professor através de objetos do conhecimento do aluno, promoveu a interpretação imediata dos alunos da situação física apresentada. O mesmo foi verificado imediatamente após o professor ter solicitado aspetos adicionais a essa mesma interpretação, para o qual introduziu novo mediador epistémico (Fig. 4.52).

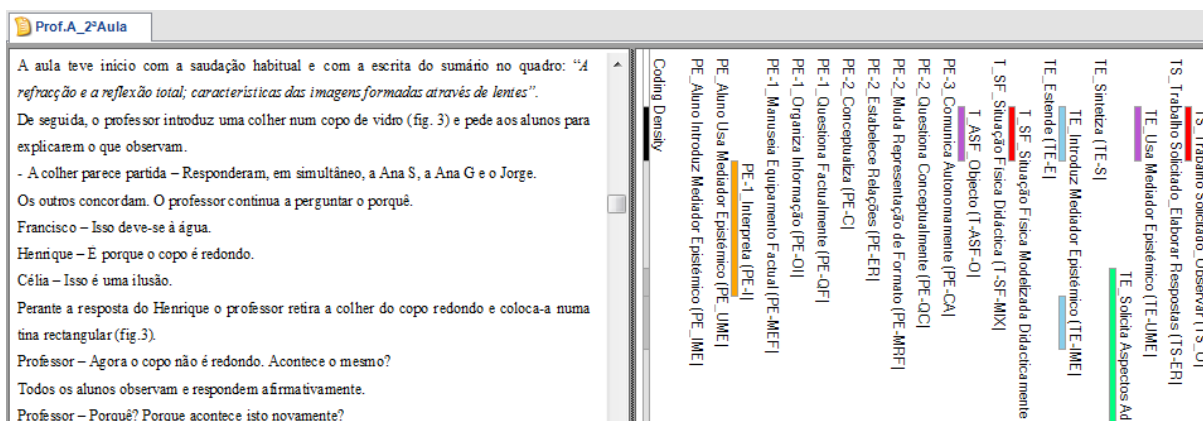


Figura 4. 52 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

O professor introduziu ainda novo mediador epistêmico que utilizou para reforçar a compreensão dos alunos, através de informação adicional. Ao solicitar aspectos adicionais às respostas dos alunos no sentido de clarificar as práticas epistêmicas que ocorreram, os alunos realizaram uma representação simbólica do fenómeno observado, mudando o tipo de representação simbólica (Fig. 4.53).

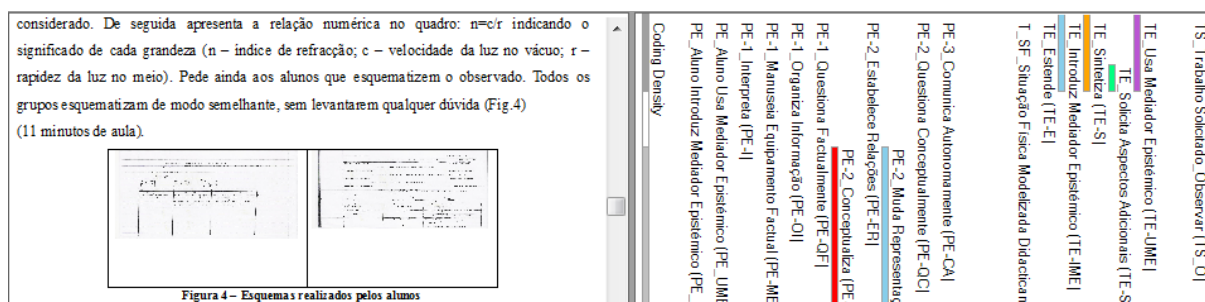


Figura 4. 53 –2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Relativamente ao episódio correspondente ao C19, coincidente com o 2º e último episódio da 2ª aula do professor C, o professor apenas solicitou a resolução de um exercício do manual que não foi concluído devido ao toque de saída.

Os episódios incluídos no padrão E6 que não apresentam as características definidas para este padrão de mediação são os correspondentes aos casos C12 e C16, relativos ao 2º episódio da 2ª aula do professor B e ao 2º episódio da 1ª aula do professor C, respetivamente e apresentam características semelhantes às descritas anteriormente para os 2 episódios anteriores.

Relativamente ao 2º episódio da 2ª aula do professor B, o professor coloca a seguinte questão “Qual é a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração?” através de uma ficha de trabalho, para a qual não propõe nenhuma atividade experimental. Os alunos apenas interpretaram a informação disponibilizada na ficha de trabalho, tendo por base os conhecimentos adquiridos na aula anterior e cujos resultados comunicaram à turma, ainda que orientados pelo professor. Terminaram a aula (e o episódio) consultando o manual para realizarem novas interpretações que os levou a completarem as Leis da Reflexão.

Em relação ao 2º episódio da 1ª aula do professor C, com a duração 5min, o professor apenas solicitou aos alunos a realização de um esquema que elucidasse o modo como viam os objetos.

O **padrão E5**, caracterizado essencialmente pela solicitação de trabalho que requer a resposta a uma questão, com apresentação e contextualização de situação física, onde ocorrem entre 1 a 5 práticas epistémicas, geralmente tipo 1, ocorreu em 3 episódios: 2 episódios em aulas do professor A; 1 episódio em aula do professor B.

Exemplificamos com o 2º episódio da 3ª aula do professor A, onde o professor introduziu mediador epistémico (caixa de papelão, filtros coloridos e pedaços de plasticina com cores diferentes), que os alunos manusearam de modo a interpretarem o solicitado pelo professor “E se observássemos os objetos coloridos com luz colorida, a cor mantinha-se ou

alterava-se?”. Estas práticas repetiram-se após o professor solicitar aspetos adicionais no sentido de as clarificar (Fig. 4.54).

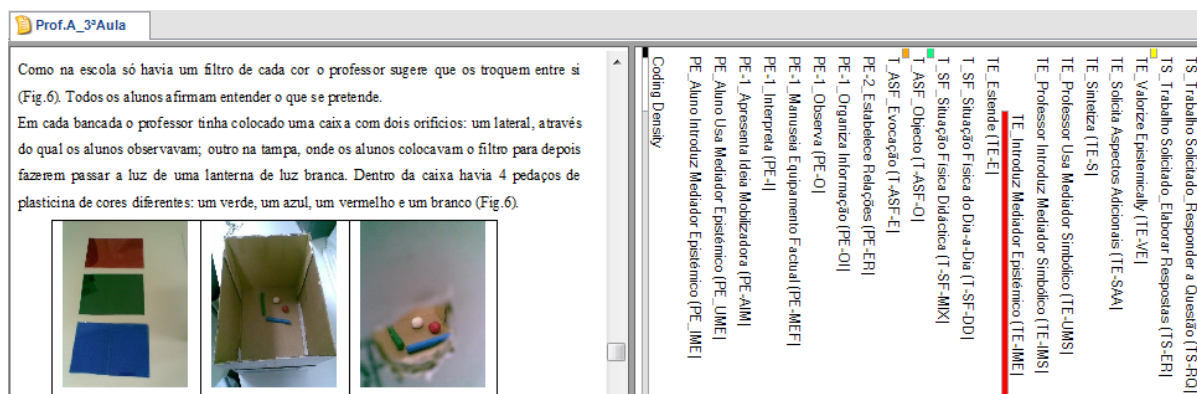


Figura 4. 54 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

O episódio terminou com novas interpretações dos alunos como consequência de mais uma solicitação de aspetos adicionais, pela parte do professor (Fig. 4.55).

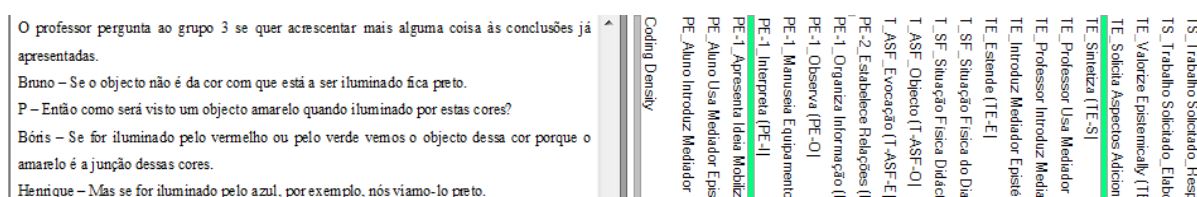


Figura 4. 55 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Nas aulas do **professor B** o padrão de mediação E5 é ilustrado no 1º episódio da 2ª aula. Neste episódio, o professor apresentou o trabalho (“*Porque vemos o arco-íris?*”) numa ficha de trabalho que distribuiu no início da 2ª aula sobre “Refração, reflexão e leis da refração”. Como nessa mesma ficha também solicitou o 2º trabalho, o professor pediu aos alunos para lerem apenas a informação relativa a esta questão. Logo de seguida, alguns alunos formularam uma questão baseada em conhecimento “*Ó stor, se a velocidade for menor o índice é superior?*”. Tentando não dar a resposta a esta questão, o professor direcionou para a informação constante na ficha de trabalho e introduziu o único material disponibilizado pela escola (unicamente um prisma de vidro e uma lâmpada de Reuter), para que alguns alunos (voluntários) pudessem realizar a atividade proposta enquanto os outros observavam (Fig. 4.56).

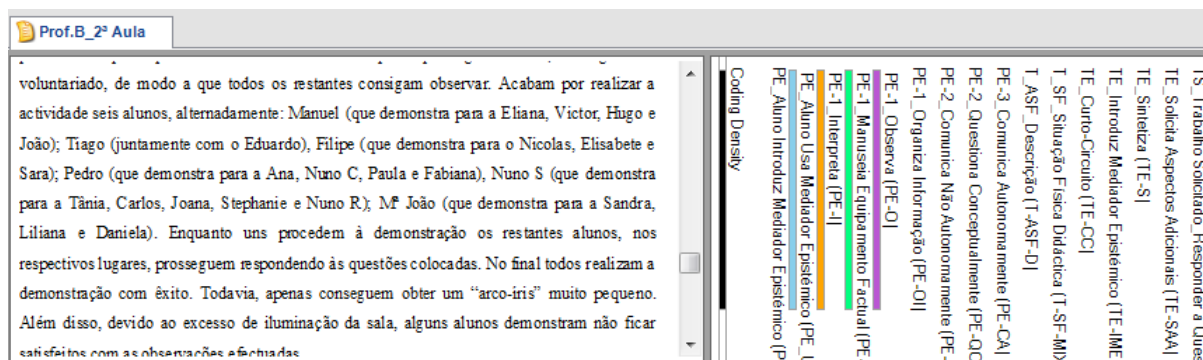


Figura 4. 56 – 1º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

Devido às limitações de material e ao excesso de luminosidade da sala, o professor decidiu colocar na ficha de trabalho a esquematização do fenómeno ao invés de solicitar aos alunos a sua esquematização como inicialmente tinha pensado. Deste modo, apesar de alguns alunos realizarem a dispersão da luz branca, em pequenos grupos e, posteriormente, um aluno repetir este procedimento para a turma inteira no local mais escurecido da sala, toda esta atividade foi realizada mecanicamente, ou seja, o trabalho solicitado foi curto-circuitado. Todavia, os alunos prosseguiram com a realização do trabalho solicitado inicialmente respondendo às questões constantes na ficha de trabalho de modo autónomo, cujas respostas comunicaram à turma. A solicitação de aspetos adicionais a esta prática epistémica promoveu novas interpretações que o professor sintetizou no sentido de reforçar a compreensão dos alunos (Fig. 4.57).

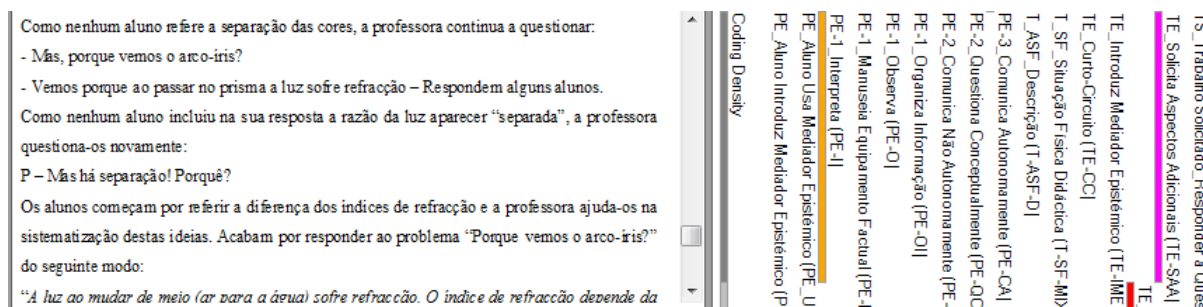


Figura 4. 57 – 2º excerto do 1º episódio da 2ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

De seguida, os alunos começaram a ler a informação constante na mesma ficha de trabalho e passaram a novo episódio, onde se verificou o padrão de mediação E6.

O **padrão E6** apenas foi verificado em 2 episódios de aulas do professor B. Exemplificamos com o 2º episódio da 3ª aula, onde a situação física apenas foi evocada no título de uma ficha de trabalho que o professor distribuiu à medida que os alunos terminaram o 1º episódio da mesma aula (3ª aula) “*Chuvas ácidas / corrosão dos metais / reações de oxidação-redução*”, sem qualquer esclarecimento sobre a mesma.

Este procedimento pela parte do professor fez com que os alunos se questionassem factualmente, acabando por se limitarem a interpretar a informação que possuíam (Fig. 4.58).

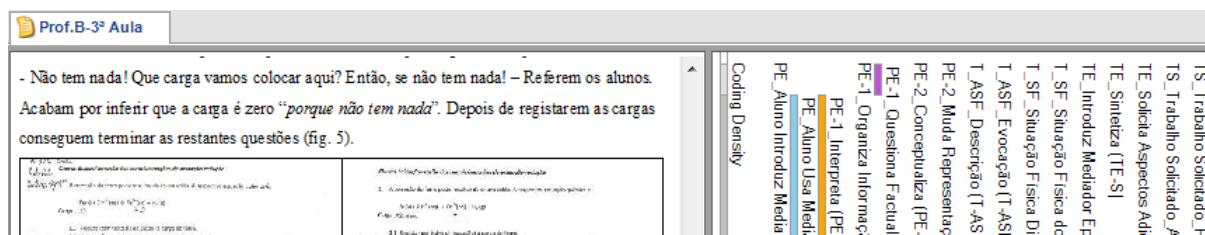


Figura 4. 58 – 1º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

Surgiu ainda novo questionamento factual, relativo a uma reação química constante na ficha de trabalho, para a qual o professor cedeu alguma informação adicional. Na resolução desta ficha de trabalho os alunos realizaram representações simbólicas efetuando as respetivas mudanças de representações (Fig. 4.59).

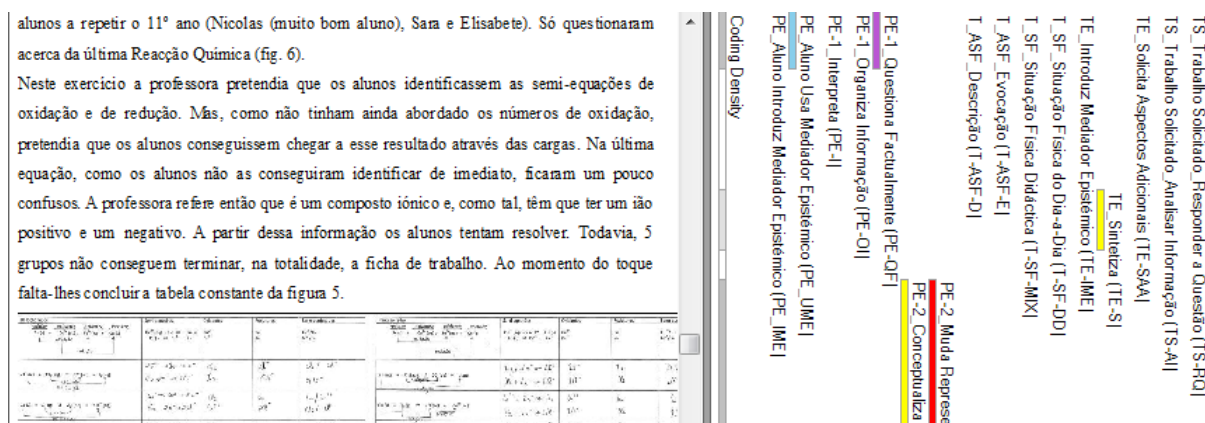


Figura 4. 59 – 2º excerto do 2º episódio da 3ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

O **padrão E9** ocorreu em 10 episódios, mais concretamente, em 5 episódios de aulas do professor A, em 2 episódios de aulas do professor B e em 3 episódios de aulas do professor C.

Relativamente ao professor A ilustramos este padrão com o 1º episódio da 1ª aula. Neste episódio o professor solicitou aos alunos a dedução das leis da reflexão, para as quais disponibilizou o material que julgou pertinente à exequibilidade da tarefa proposta. Após a distribuição da ficha de trabalho, o professor solicitou aspetos adicionais que ajudaram a clarificar o trabalho proposto. Neste seguimento, os alunos acabaram por identificar algumas condições empíricas onde o fenómeno ocorreu (reflexão) e deram início à execução do trabalho solicitado, manuseando o equipamento disponibilizado de modo factual. Fizeram ainda a representação simbólica do que observaram, ou seja concetualizaram o fenómeno, mudando a representação do formato. Estas práticas epistémicas foram explicadas pelo professor (Fig. 4.60).

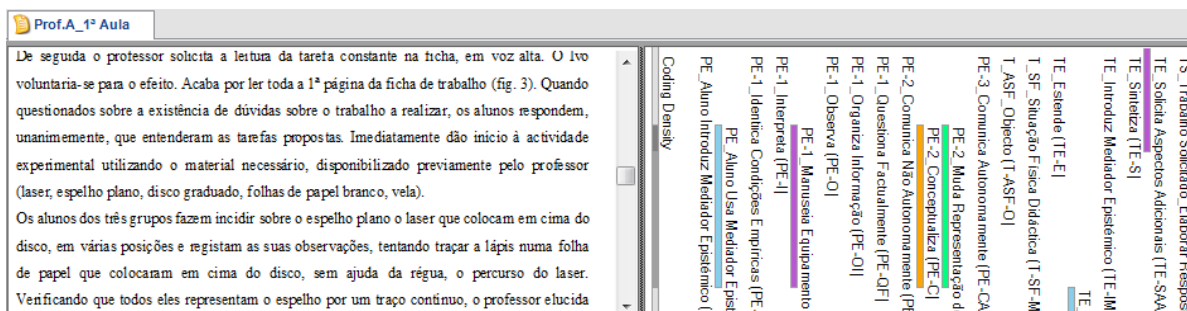


Figura 4. 60 – 1º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Os alunos prosseguiram a aula continuando, os diferentes grupos de trabalho, a manusearem o equipamento disponibilizado pelo professor e a interpretarem as suas observações. Ocorreu ainda um questionamento factual relativamente ao procedimento experimental “Ó professor, os ângulos que temos que relacionar são os ângulos entre o feixe laser e a perpendicular ao espelho ou entre os dois raios?” (Fig. 4.61).

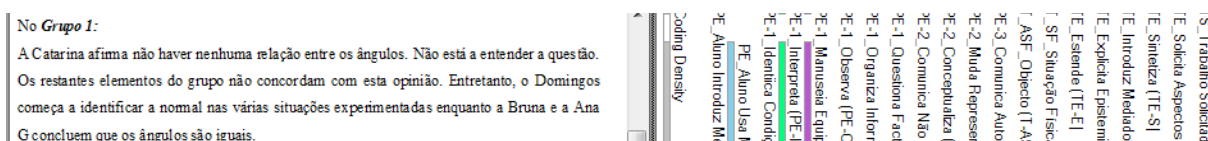


Figura 4. 61 – 2º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

O professor continuou a solicitar aspetos adicionais no sentido de clarificar as práticas epistémicas dos alunos que continuaram a realizar representações simbólicas das suas observações, concetualizando e mudando a representação do formato (Fig. 4.62).

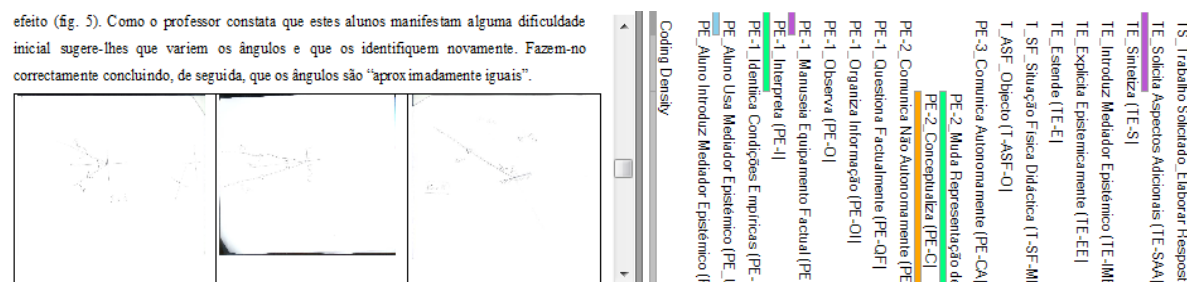


Figura 4. 62 – 3º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Todas as conclusões obtidas pelos alunos foram comunicadas, ainda que de forma não autónoma, que o professor ajudou a clarificar através de informação adicional. Continuando a questionar os alunos no sentido de clarificar as práticas epistémicas obtidas promoveu ainda uma nova interpretação que o professor clarificou novamente com nova informação adicional (Fig. 4.63).

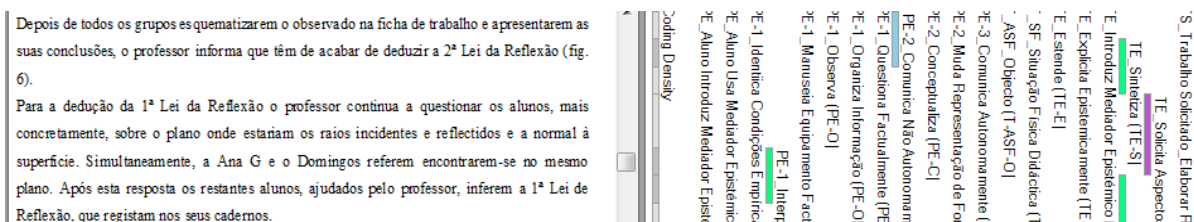


Figura 4. 63 – 4º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

O episódio terminou com a comunicação autónoma dos resultados obtidos, pelos diferentes grupos.

Também no 2º episódio da 1ª aula o trabalho solicitado “*Como é que vemos as imagens nos espelhos planos?*”, promoveu nos alunos o manuseamento imediato do material disponibilizado, de modo factual, interpretando as suas observações.

O professor solicitou aspetos adicionais no sentido de clarificar o trabalho solicitado promovendo nos alunos novas interpretações que o professor reforçou através de informação adicional (Fig. 4.64).

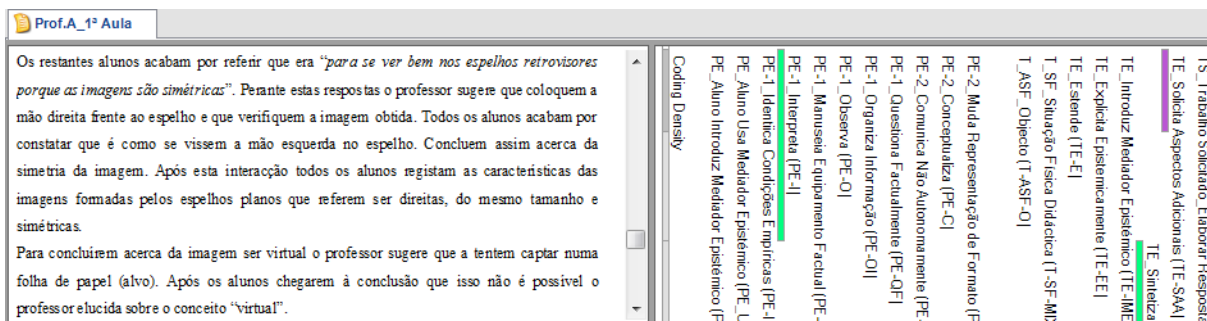


Figura 4. 64 – 1º excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Os alunos comunicaram os seus resultados, escrevendo-os no quadro, de modo autónomo. O professor solicitou aspetos adicionais no sentido de ampliar o trabalho solicitado inicialmente, levando-os à identificação de novas condições empíricas que continuaram a surgir após nova solicitação do professor com vista à clarificação desta prática epistémica.

Manuseando o material inicialmente disponibilizado, os alunos continuaram a interpretar as suas observações. A identificação de novas condições empíricas ocorreu novamente após o professor ter colocado nova questão que ampliou o trabalho inicialmente solicitado (Fig. 4.65).

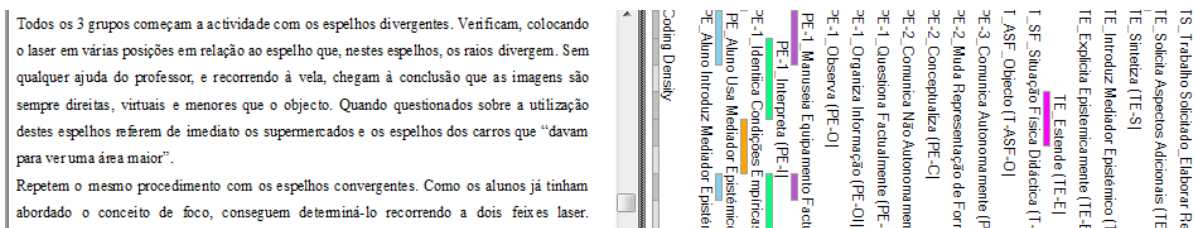


Figura 4. 65 – 2º excerto da 2º episódio da 1ª aula do professor A (3ª fase do estudo)

Estas práticas epistémicas ocorreram nos diferentes grupos de trabalho. Ocorreu ainda a introdução de um mediador epistémico pela parte dos alunos (manual adotado) que utilizaram para procurar e organizar informação e realizarem novas interpretações, promovidas também pela solicitação de aspetos adicionais às práticas epistémicas que iam ocorrendo e que o professor sintetizava através de informação adicional. Estas práticas epistémicas repetiram-se ao longo de todo o episódio terminando pela comunicação (não autónoma) de todos os resultados obtidos, que os alunos registaram na ficha de trabalho distribuída inicialmente. O professor questionou ainda no sentido de promover a identificação de novas condições empíricas onde o fenómeno ocorreu. Neste caso, acerca de situações onde os espelhos convergentes eram utilizados.

Nas aulas do professor B este padrão foi verificado nos *1º e 2º episódios da 1ª aula*, onde o professor solicitou dois trabalhos em simultâneo, que apresentou numa ficha de trabalho “*Quais são as leis da reflexão*”, que consideramos como 1º episódio, e “*Quando a luz encontra a superfície de separação de dois meios sofrerá sempre refração?*”, considerada como 2º episódio, que os alunos realizaram alternadamente. Os grupos 3, 4 e 5 iniciaram com as leis da reflexão enquanto os grupos 1 e 2 com a refração. Relativamente ao 1º episódio, os alunos iniciaram a atividade, manuseando os materiais fornecidos pelo professor e interpretando as suas observações. Uma aluna questionou factualmente no sentido de esclarecer uma dúvida de procedimento após o que o professor solicitou aspetos adicionais na tentativa de ajudar a clarificar esta prática epistémica. Posteriormente, os alunos acabaram por representar simbolicamente o que observaram, mudando a representação do fenómeno e comunicando autonomamente os seus resultados. Este procedimento repetiu-se, tanto ao nível das interações do professor como das práticas epistémicas dos alunos, com os alunos dos grupos 1 e 2 (Fig. 4.66).

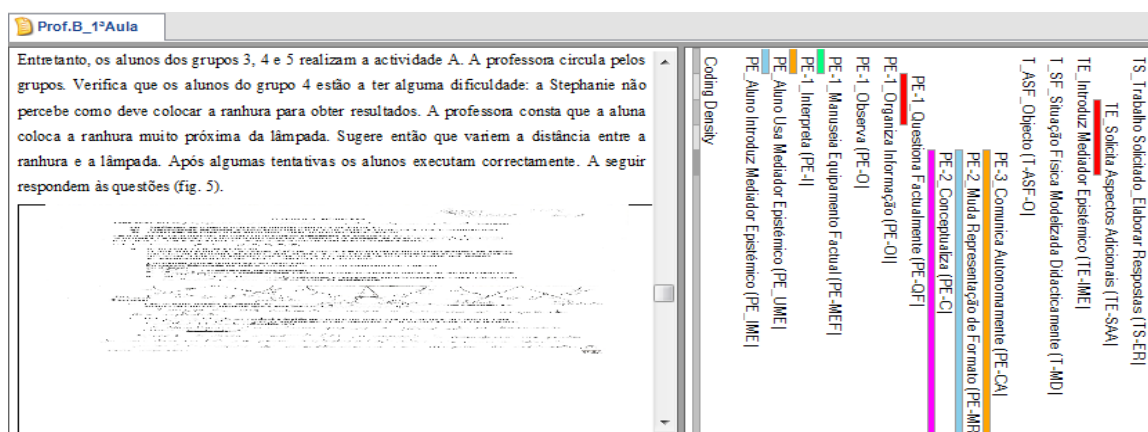


Figura 4. 66 – Excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

Relativamente ao 2º episódio, e devido aos constrangimentos referidos na NM (ANEXO 1), ou seja ao excesso de luminosidade e escassez de material manifestado por um dos grupos, o professor decidiu levar os alunos para a sala anexa ao laboratório (mais escura) onde apenas um elemento do grupo pôde realizar a atividade, enquanto os restantes observavam e interpretavam as suas observações. Acabaram por introduzir novo mediador epistémico (manual) para pesquisarem mais informações, que organizaram, no sentido de realizarem novas interpretações.

De seguida, representaram simbolicamente o observado, mudando a representação do formato, respondendo às questões colocadas e comunicando estes resultados, de modo autónomo. O mesmo procedimento foi repetido pelos alunos dos grupos 3, 4 e 5 (Fig. 4.67).

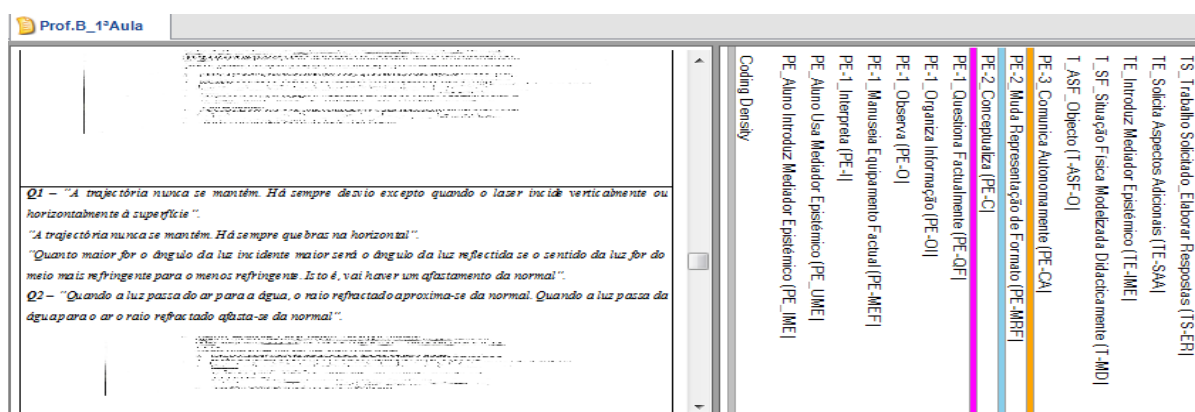


Figura 4. 67 – Excerto do 2º episódio da 1ª aula do professor B (3ª fase do estudo)

Em relação às aulas do professor C, ilustramos este padrão de mediação com o 1º episódio da 1ª e 2ª aula. Na 1ª aula o professor recorreu a uma ficha de trabalho para apresentar a tarefa (Fig. 4.68).

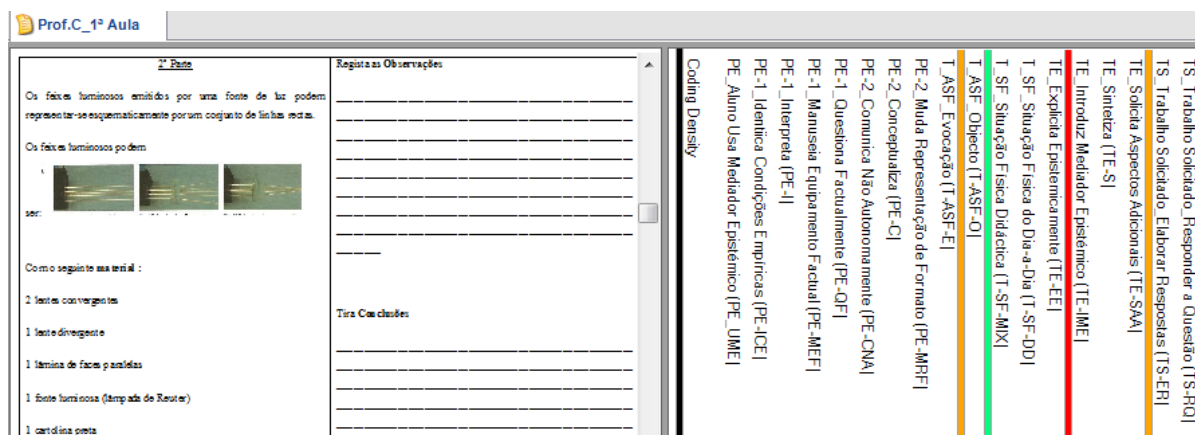


Figura 4. 68 – 1º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)

Os alunos deram início à atividade manuseando o equipamento disponibilizado pelo professor e realizando as respetivas interpretações, após o que o professor solicitou aspetos adicionais a estas práticas, no sentido de as tentar clarificar. Durante o manuseamento do

material surgiu um questionamento factual, que o professor explicitou e que promoveu a repetição destas mesmas práticas de modo mais continuado, sustentadas, em parte, pela solicitação de aspetos adicionais a essas mesmas práticas (Fig. 4.69).

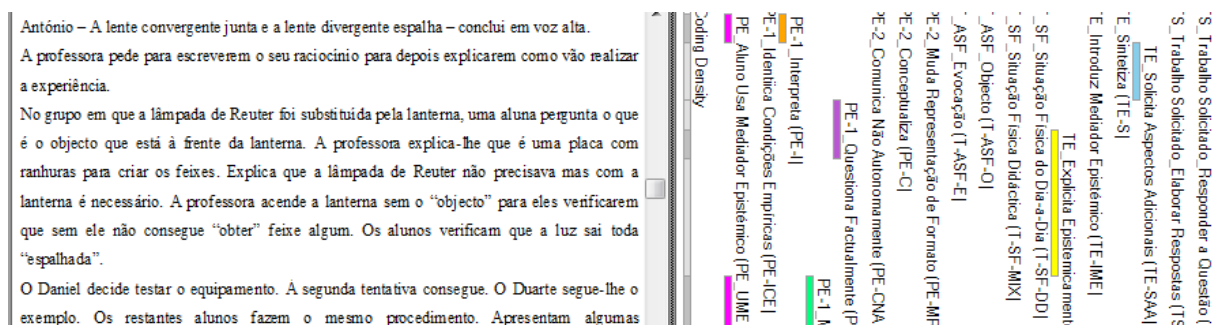


Figura 4. 69 – 2º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)

Ocorreu ainda a comunicação de resultados, sempre sob a orientação do professor assim como a concetualização do fenómeno observado e respetiva mudança de representação simbólica. Neste episódio, além da constante solicitação de aspetos adicionais, pela parte do professor, no sentido de clarificar as práticas epistémicas que surgiram nos alunos, verificaram-se ainda duas situações em que o professor retomou essas mesmas práticas e reforçou a sua compreensão através de uma síntese adicional (Fig. 4.70).

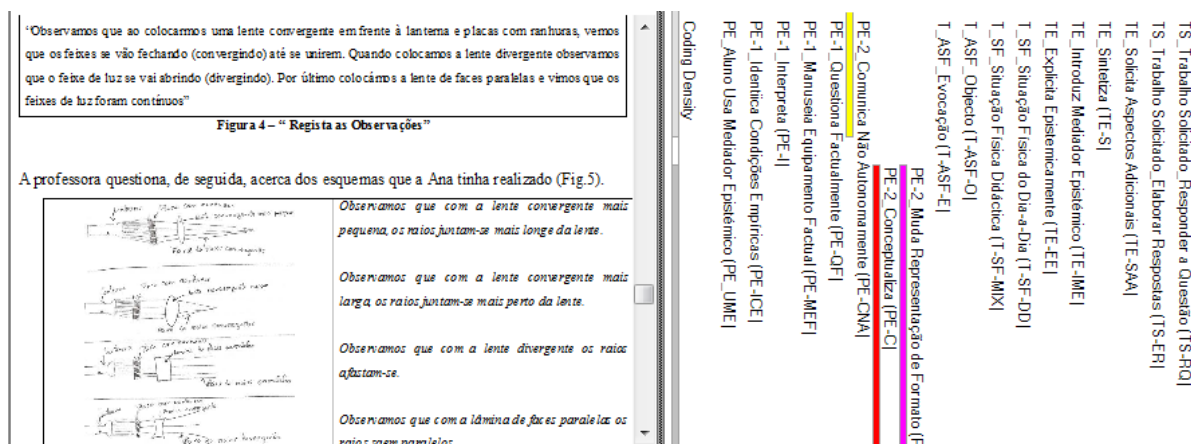


Figura 4. 70 – 3º excerto do 1º episódio da 1ª aula do professor C (3ª fase do estudo)

No 1º episódio da 2ª aula, o professor também apresentou a tarefa recorrendo a ficha de trabalho (Fig. 4.71).

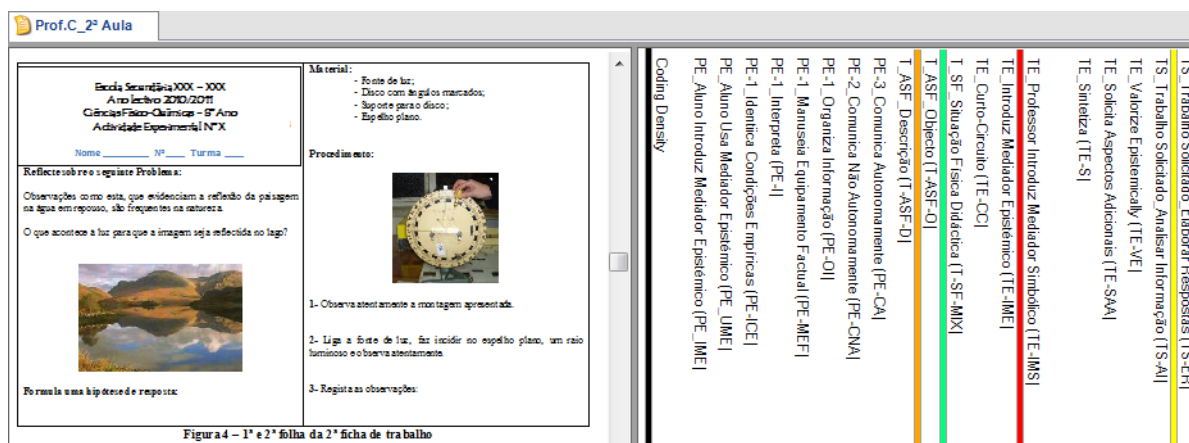


Figura 4. 71 – Excerto do 2º episódio da 2ª aula do professor C (3ª fase do estudo)

Recorrendo à imagem constante na 1ª folha da ficha de trabalho, o professor solicitou aspetos adicionais no sentido de clarificar o trabalho solicitado o que promoveu nos alunos, a identificação de condições empíricas onde o fenómeno ocorreu. Recorrendo ao manual, organizaram informação, interpretaram-na e comunicaram-na sob a orientação do professor.

O professor prosseguiu a aula, disponibilizando o material considerado necessário para a realização do trabalho solicitado. Solicitou ainda novos aspetos de forma a clarificar o trabalho em curso. Os alunos, recorrendo ao material, interpretaram os resultados que iam obtendo. O professor questionou os alunos no sentido de clarificar esta prática epistémica. No entanto, transformou esse questionamento em sucessivas questões de resposta imediata, não dando aos alunos a oportunidade de desenvolverem essa prática, ou seja, acabando por curto-circuitá-la. Todavia, permitiu aos alunos novo manuseamento de material e a realização de novas interpretações que comunicaram autonomamente. O professor prosseguiu a aula com nova solicitação de aspetos adicionais no sentido de levar os alunos a concluírem sobre o trabalho em curso. Os alunos, por sua vez, consultaram o manual, organizaram toda a informação disponível, realizaram novas interpretações e identificaram novas condições empíricas onde o fenómeno ocorreu. Todas estas práticas epistémicas foram valorizadas pelo professor que, terminou o episódio, reforçando a sua compreensão, através de uma síntese adicional.

4.5.2. Resultados obtidos nos questionários ministrados na 3ª Fase do estudo

Com vista a relacionar estes resultados com o desenvolvimento profissional do docente e a inferir de que modo as suas participações neste estudo contribuíram para as suas reflexões pessoais sobre o ensino e sobre as suas práticas letivas, foi ministrado um questionário final, cujos resultados são apresentados a seguir.

1ª Questão: Durante 3 anos letivos colaborou no estudo intitulado “Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores em contexto de Ciências Físicas – o papel de ferramentas de ajuda”. No primeiro ano da sua participação (ano letivo 2007/2008) apenas lhe foi solicitado a recolha de documentos que nos permitiram elaborar narrações multimodais das suas aulas. Durante esse ano letivo (2007/2008) teve algum cuidado especial com a sua mediação em sala de aula? Se sim, refira qual ou quais (Tab. 4.16).

Professor A	Professor B
1 – Durante o ano letivo de 2007/2008, na recolha de documentos para a elaboração das narrações não tive cuidado especial com a mediação na sala de aula. Preparei as aulas e tentei desenvolver as competências dos alunos, como sempre o fizera até então.	1 – Durante esse ano letivo dei as aulas como sempre tinha dado. Não me preocupei com o trabalho realmente solicitado ao aluno. As aulas baseavam-se na exposição da matéria, na maioria das vezes não existia uma verdadeira tarefa.

Tabela 4. 16 – Respostas obtidas na 1ª questão do questionário final

2ª Questão: No início do segundo ano de colaboração (ano letivo 2008/2009) apresentámos-lhe a análise, por nós efetuada, das narrações multimodais elaboradas no que concerne às características da sua mediação em termos da ocorrência de práticas epistémicas nos seus alunos, bem como as características que nos permitiram concluir acerca dos seus esforços (ou insucessos) na promoção destas práticas. Apresentamos-lhe ainda ferramentas de mediação que visavam uma maior qualidade de aprendizagens dos seus alunos, bem como ajudá-lo a estruturar e a melhorar a sua mediação. Durante esta análise e apresentação, quais os aspetos que achou mais relevantes para refletir nas suas práticas de ensino (Tab. 4.17)?

Professor A	Professor B
2 – Os aspetos mais relevantes para refletir, após a apresentação das ferramentas, foram sobre o trabalho realmente solicitado aos alunos, sobre a forma de promover o envolvimento dos alunos na aprendizagem, sobre o <i>feedback</i> e as práticas epistémicas.	2 – Após a análise apercebi-me de alguns aspetos que até então não me tinha apercebido tais como a colocação de questões às quais dava a resposta quase imediatamente e a fraca colocação de tarefas com trabalho realmente solicitado aos alunos.

Tabela 4. 17 – Respostas obtidas na 2ª questão do questionário final

3ª Questão: Considera que as narrações multimodais foram úteis como ferramenta de reflexão e de aprendizagem? Explícite de que modos foram úteis (Tab. 4.18).

Professor A	Professor B
3 – Sim as narrações foram muito úteis como ferramenta de reflexão e de aprendizagem. Pois com estas narrações e a sua análise permitiu verificar aspetos em que não contribuía para um melhor e maior sucesso dos alunos, como por vezes colocava várias questões em simultâneo não lhes permitindo assim responder às questões e por vezes fazendo-lhes dispersar o pensamento sobre a questão. Também foram úteis para verificar que realmente não sabia elaborar uma tarefa para os alunos.	3 – Foram precisamente as narrações que me levaram a refletir nas práticas até então implementadas.

Tabela 4. 18 – Respostas obtidas na 3ª questão do questionário final

4ª Questão: Durante esse ano (2008/2009) foi-lhe novamente solicitada a recolha de documentos, com vista à elaboração de novas narrações multimodais. Todavia, nesta intervenção houve um acompanhamento permanente do investigador, no sentido de o esclarecer acerca de qualquer dúvida referente à implementação das ferramentas de mediação apresentadas. Este acompanhamento contribui de algum modo para “pensar” de outro modo acerca das suas práticas letivas (Tab. 4.19)?

Professor A	Professor B
4 – Esse acompanhamento foi essencial para poder mudar alguns aspetos sobre a forma de como elaborar uma tarefa, sobre o trabalho que realmente é pedido aos alunos. De uma certa forma, contribuiu para um evoluir da minha forma de pensar sobre as minhas práticas de ensino. Com a elaboração das tarefas consegui levar os alunos a refletirem sobre os fenómenos, a formularem questões e problemas, a colocarem hipóteses e a explicarem os fenómenos ou os acontecimentos. Considero essencial o desenvolvimento destas práticas epistémicas pelos alunos.	4 – O acompanhamento constante do investigador foi fundamental. Sem ele teria tido muitas mais dificuldades na implementação das ferramentas nomeadamente no trabalho solicitado ao aluno, no envolvimento produtivo e nas práticas epistémicas. Esta interação com o investigador fez-me repensar as minhas práticas de ensino. Ajudou-me a ultrapassar o receio que tinha em não saber dar seguimento à aula dando mais autonomia aos alunos assim como envolver os alunos em trabalho cooperativo de modo a promover mais práticas epistémicas. Perante as minhas dúvidas encaminhava-me sempre para a ferramenta adequada, o que me ajudou a superar estes receios.

Tabela 4. 19 – Respostas obtidas na 4ª questão do questionário final

5ª Questão: Pode descrever um incidente crítico que o fez repensar nas suas práticas de ensino (Tab. 4.20)?

Professor A	Professor B
5 – O incidente crítico que me fez repensar as práticas de ensino foi o constatar que podia melhorar o processo de ensino e aprendizagem, após a análise da primeira implementação, realizada em 2007/2008. Por exemplo, numa aula comecei por distribuir uns rótulos de uma garrafa de água e depois de apresentar a tarefa os alunos começaram logo a recolher e a tratar a informação relevante, com base nos conceitos, o que normalmente não faziam.	5 – Um incidente que me fez refletir foi que, neste ano lectivo, uma aluna se recordou dos conteúdos do ano anterior pela forma como foram abordados, já que tinha existido um trabalho realmente solicitado aos alunos.

Tabela 4. 20 – Respostas obtidas na 5ª questão do questionário final

6ª Questão: Durante o terceiro ano de colaboração (2009/2010) foi-lhe novamente apresentada a análise das suas aulas. Foi-lhe ainda solicitada nova recolha de documentos, com vista à elaboração de novas narrações multimodais para podermos concluir acerca da importância que este trabalho teve para o seu desenvolvimento profissional. Durante esta intervenção não houve qualquer interação com o investigador, excetuando as necessárias para a recolha dos documentos necessários à elaboração das narrações multimodais. Pensa que a sua participação

neste estudo mudou o seu ponto de vista sobre as suas práticas de ensino? O que mudou (Tab. 4.21)?

Professor A	Professor B
6 – Sim penso que mudou e sinto que mudou o meu modo de pensar sobre as práticas de ensino. Mudou a forma como preparo as tarefas para os alunos. Tenho mais cuidado com o trabalho realmente solicitado aos alunos. Na forma mais produtiva de envolver os alunos na aprendizagem. Também relativamente à avaliação e <i>feedback</i> , no desenvolvimento de atitudes mais reflexivas, no desenvolvimento de competências sociais como o trabalho cooperativo. Mudou também relativamente às práticas epistémicas. Notei também a mudança no incentivo à autonomia e ao sentido de responsabilidade dos alunos. Elucidar com a importância de os alunos saberem o que se espera deles no final, da importância dos recursos, o de eu conter a minha resposta imediata (onde não havia tempo de reflexão...)	6 – Sim, de facto este estudo levou-me a pensar nas minhas práticas letivas e a modificá-las, dado que no momento penso que a tarefa proposta aos alunos é determinante. Esta deve ser o trabalho realmente solicitado ao aluno e deve permitir a construção do conhecimento. Nesse ano, apesar das dificuldades em implementar (dado que existiu uma mudança de nível de ensino) tentei, dentro dos possíveis, definir convenientemente a tarefa, que considero determinante.

Tabela 4. 21 – Respostas obtidas na 6ª questão do questionário final

7ª Questão: Se notou alguma mudança nas suas práticas, acha que elas podem ser continuamente sustentadas (Tab. 4.22)?

Professor A	Professor B
7 – Sim notei mudança nas minhas práticas e penso que elas podem ser continuamente sustentadas. Claro que sem a ajuda que tive, ou seja, a intervenção e o apoio do investigador nomeadamente no 2º ano da implementação, isso não seria possível ou teria mais dificuldade em implementar... Agora estou mais aberto e consigo dar sequência ao caminho que os alunos optarem em seguir em vez de seguirem eles o caminho que eu tinha previamente preparado.	7 – Um problema com que qualquer professor se debate é o cumprimento dos conteúdos programáticos. Penso que no ensino secundário, principalmente, não poderão ser continuamente sustentadas. Talvez com alguma ajuda ao nível do acompanhamento se pudesse sustentar.

Tabela 4. 22 – Respostas obtidas na 7ª questão do questionário final

8ª Questão: Como pensa usar o que aprendeu em planificações futuras (Tab. 4.23)?

Professor A	Professor B
8 – Penso usar o que aprendi na planificação das minhas aulas, com a proposta de tarefas em forma de desafio aos alunos; na forma de identificação e utilização de contextos e leis para responderem a problemas; na forma de recolher, tratar e organizar a informação; nas explicações de fenómenos e acontecimentos e até na planificação de experiências. No tempo a dar-lhes para responderem claramente e no desenvolvimento de uma atitude mais reflexiva e crítica relativamente ao seu trabalho e aprendizagem. Elaborar as tarefas para que sejam um desafio, em vez das tradicionais receitas. Penso usar as ferramentas de ajuda e tentar melhorar o que aprendi.	8 – Em planificações futuras preocupar-me-ei sobretudo na definição da tarefa e no trabalho solicitado aos alunos. O meu papel será o de mediador na construção do conhecimento, sempre que possível.

Tabela 4. 23 – Respostas obtidas na 8ª questão do questionário final

9ª Questão: Durante este estudo qual (ou quais) aspetos achou mais determinantes para a sua aprendizagem (Tab. 4.24)?

9 – Os aspetos que foram mais determinantes para a minha aprendizagem foram a análise da primeira implementação, que me levou a refletir e à mudança de pensamento sobre as práticas de ensino e o acompanhamento durante a segunda implementação. Este acompanhamento foi muito bom, pois permitiu trabalhar cooperativamente, e ter sempre um <i>feedback</i> sobre o trabalho que estava a desenvolver para poder evoluir. Durante a terceira implementação foi o registo sistemático do que acontecia na sala de aula, numa espécie de “diário de bordo”.	9 – A reflexão das práticas letivas até então implementadas, a interação com a investigadora, o seu acompanhamento e ainda as ferramentas fornecidas.
---	---

Tabela 4. 24 – Respostas obtidas na 9ª questão do questionário final

10ª Questão: De que modo acha que este estudo contribuiu para o seu desenvolvimento profissional (Tab. 4.25)?

10 – Penso que este estudo contribuiu para o meu desenvolvimento profissional. Ao melhorar as minhas práticas de ensino proporcionei uma melhor aprendizagem aos meus alunos, tornando-os mais autónomos e reflexivos e fazendo-os sentir parte integrante de todo o sistema de ensino e aprendizagem. Pois, o meu desenvolvimento profissional também passa pelo mudar (para melhor) as práticas de ensino e as aprendizagens, com sucesso, dos alunos. Os alunos passaram a ser uma parte muito mais ativa no processo de ensino. Eu, simplesmente, passei a ter um papel mais de mediador... As primeiras aulas davam para fazer um livro ou uma enciclopédia, tanta era a informação que eu debitava! Agora, penso que o aluno está no lugar certo pois deixei de ser transmissor de conhecimento e passei a ser mais orientador do mesmo.	10 – Este estudo permitiu refletir e mudar as práticas letivas. Foi muito importante o acompanhamento por parte do investigador, sem ele não me teria apercebido das minhas práticas e sendo assim não as alteraria também.
--	---

Tabela 4. 25 – Respostas obtidas na 10ª questão do questionário final

Perante as respostas obtidas neste inquérito, ambos os professores reconheceram não terem tido qualquer cuidado especial com as suas mediações na 1ª fase do estudo. Ou seja, nesta fase, as suas mediações refletiram as suas práticas de ensino habituais onde não tinham qualquer cuidado específico na solicitação do trabalho aos alunos (desconheciam o que era uma verdadeira tarefa) e as quais recaiam, essencialmente, na exposição de matéria.

A análise dos resultados obtidos na 1ª fase e a apresentação das ferramentas de ajuda, promoveu nestes professores uma reflexão crítica das suas práticas de ensino anteriores. Tomaram consciência de aspetos das suas mediações que, até então, lhes passavam despercebidos. Mais concretamente, ao excessivo número de questões que colocavam, geralmente de resposta imediata, para as quais não davam tempo de resposta aos alunos e a que,

geralmente, eles próprios respondiam. Tomaram consciência que não tinham por hábito solicitar verdadeiras tarefas aos alunos. Outra reflexão importante que referiram foi sobre a forma de promover nos alunos um envolvimento mais produtivo em todo o processo de ensino e aprendizagem no sentido de lhes promover a ocorrência de práticas epistémicas.

Esta reflexão foi ainda reforçada pelas narrações multimodais e pela intervenção (acompanhamento) do investigador, na 2ª fase do estudo. Ambos consideraram esta intervenção de crucial importância, tanto na reflexão das suas práticas de ensino como na importância do trabalho solicitado (reconhecem que não o sabiam fazer) para o desenvolvimento de um envolvimento produtivo nos alunos, mais cooperativo, e mais facilitador da ocorrência das práticas epistémicas. Com esta intervenção conseguiram ultrapassar os receios iniciais de não conseguirem dar seguimento à aula se dessem uma maior autonomia aos alunos, bem como relativos ao não cumprimento dos conteúdos programáticos.

A importância de manterem (ou evoluírem) as práticas de ensino verificadas na 2ª fase do estudo foi reforçada quando constataram que os alunos se recordavam (no ano seguinte) dos conceitos abordados em determinadas tarefas onde se tinham envolvido mais eficazmente.

Ambos os docentes foram unânimes no reconhecimento da importância deste estudo no seu desenvolvimento profissional uma vez que, ao promover-lhes a reflexão das suas práticas de ensino iniciais sentiram necessidade de as mudar com vista a envolver os alunos num papel mais ativo nas suas aprendizagens, mais autónomo e reflexivo. Neste processo reconheceram a necessidade de substituir o papel que desempenhavam na sala de aula, ou seja, passarem de transmissores de conhecimento a mediadores das aprendizagens.

No que diz respeito à sustentabilidade destas práticas de ensino, verificaram-se alguns constrangimentos ao nível do ensino secundário (professor B) que referiu tornar-se mais difícil nomeadamente na gestão dos tempos letivos para o cumprimento dos conteúdos programáticos. Contudo referiu que, com acompanhamento neste nível de ensino, semelhante ao tido na 2ª fase do estudo, essa sustentabilidade teria sido possível. No entanto, ambos os professores consideraram a definição prévia de verdadeiras tarefas (e não meras receitas) aos alunos como prioritária nas suas planificações futuras. Ressalvaram ainda a importância do tempo cedido aos alunos para refletirem criticamente no trabalho solicitado não esquecendo o uso constante das ferramentas de ajuda para tentarem melhorar continuamente o que aprenderam neste estudo.

Em síntese, destacaram os aspetos determinantes que contribuíram para o seu desenvolvimento profissional: a reflexão das suas práticas iniciais; a interação (acompanhamento) do investigador (2ª fase do estudo) e as ferramentas de ajuda.

As conclusões deste estudo apresentam-se no capítulo seguinte.

4.5.3. Síntese dos resultados obtidos na 3ª fase do estudo

Na 3ª fase do estudo verificaram-se 19 episódios dos quais, 8 episódios pertencem ao professor A, 6 episódios ao professor B e 5 episódios ao professor C. Como foi explicado na seção anterior, 4 destes episódios não apresentaram características comuns aos padrões de mediação definidos. Os restantes 15 episódios, apresentam 3 padrões de mediação diferentes, de acordo com as definições apresentadas nas secções anteriores. Na figura 4.72 apresenta-se a frequência desses mesmos padrões relativamente aos 3 professores envolvidos no estudo, seguindo o mesmo raciocínio das fases anteriores. Ou seja, o padrão de mediação E5 foi verificado em 28,6% dos episódios do professor A e em 20,0% dos episódios do professor B. O padrão de mediação E6 apenas foi verificado em 40,0% dos episódios do professor B. O padrão de mediação E9 foi verificado em 71,4% dos episódios do professor A; 40,0% dos episódios do professor B e 100,0% dos episódios do professor C.

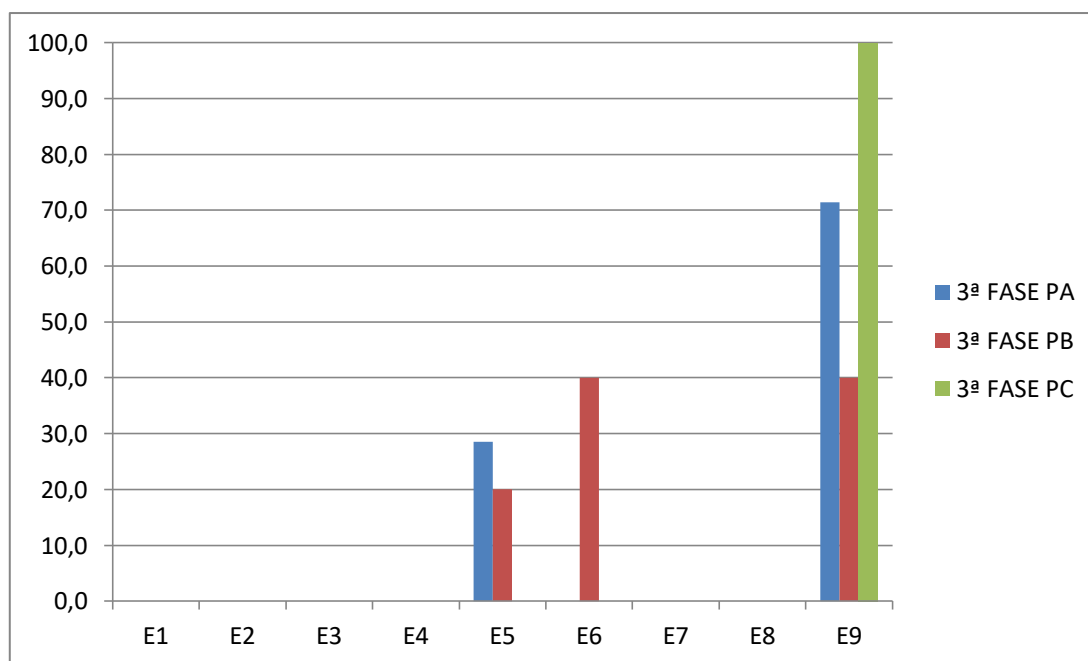


Figura 4. 72 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação da 3ª fase do estudo, em percentagem

Relativamente às variáveis em estudo (ANEXO 7), foram verificadas 36 variáveis num total de 19 episódios. O professor A, com 8 episódios, apresentou 33 variáveis; o professor B, com 6 episódios, apresentou 24 variáveis; o professor C, com 5 episódios, apresentou 27 variáveis. A ocorrência destas variáveis, em percentagem, está apresentada na tabela 4.26. Os resultados nela constante seguiram raciocínio idêntico ao descrito para as fases anteriores.

		1ª FASE			2ª FASE			3ª FASE		
		PROF A	PROF B	PROF C	PROF A	PROF B	PROF C	PROF A	PROF B	PROF C
CARACTERÍSTICAS DO TS	TS-RQ	63,2	63,6	50,0				25,0	50,0	20,0
	TS-AI	36,8			66,7	84,6			16,7	20,0
	TS-O		36,4			7,7		12,5		
	TS-ER			50,0	33,3	7,7	100	62,5	33,3	60,0
	T-SF-MIX	36,8	9,1		100	100	100	50,0	83,3	80,0
	T-SF-DD	31,6	81,8					25,0	16,7	20,0
	T-SF-MD		9,1	100				25,0		
	T-ASF-D	52,6			55,6	53,8			50,0	20,0
	T-ASF-E	15,6	54,5		11,1	30,8		37,5	16,7	20,0
	T-ASF-O		45,5	100	33,3	15,4	100	62,5	33,3	60,0
PRÁTICAS DE ENSINO (TEs)	TE-CC	12,2	17,6			5,1			6,2	6,2
	TE-DA	22,0								
	TE-I	17,0	23,5		1,6	1,3				
	TE-DE					2,5	2,5			
	TE-IME	12,2	25,5	12,5	11,1	11,4	20,0	16,4	31,2	12,5
	TE-UME	4,9	21,6	25,0		2,5		4,1		
	TE-IMS	14,6	5,9		1,6			2,0		6,2
	TE-UMS	4,9	3,9					2,0		3,1
	TE-SAA	7,3	2,0	37,5	55,5	59,5	52,5	49,0	43,8	53,2
	TE-E				11,1	2,5	2,5	8,2		
	TE-EE				4,8	6,3	17,5	2,0		3,1
	TE-S	4,9		18,8	14,3	8,9		14,3	18,8	9,5
	TE-VE			6,2			5,0	2,0		6,2
	PE1-IME		2,5		0,7	1,4	1,4	2,5	6,8	2,0
PE1	PE1-UME	18,2	28,2	14,8	7,0	10,0	15,1	22,0	16,2	23,1
	PE1-UMS	9,1	5,1							
	PE1-AIM	9,1	12,8				1,4	0,8		
	PE1-ICE	18,2	10,3			1,4	6,8	3,4		5,8
	PE1-I	18,2	10,3	18,6	25,2	32,9	16,4	31,1	21,6	25,0
	PE1-MEF		10,3		2,8	2,1	11,0	19,3	9,5	15,4
	PE1-O					2,9	2,7	2,5	4,0	
	PE1-OI				4,2	0,7	4,1	2,5	5,4	3,8
	PE1-QF	27,2	20,5			3,6	1,4	1,7	8,1	2,0
	PE2-IME				3,5					
PE2	PE2-UME			14,8	4,2	3,6	6,8	0,8		
	PE2-CNA			7,4	5,6	7,1	5,5	3,4	2,7	11,5
	PE2-C			14,8	15,4	7,8	8,2	2,5	8,1	3,8
	PE2-ER			7,4		3,6	1,4	2,5		
	PE2-MEC			3,7			1,4			
	PE2-MRF			11,1	16,0	9,3	8,2	2,5	8,1	3,8
	PE2-QC				0,7			0,8	1,4	
	PE3-UME			3,7	2,1	0,7				
PE3	PE3-AC				6,3		2,7			
	PE3-CA			3,7	6,3	12,9	5,5	1,7	8,1	3,8

Tabela 4. 26 – Distribuição das variáveis existentes nas 3 fases do estudo, em percentagem.

Atendendo à figura 4.72, verificamos que os professores A e C apresentaram maioritariamente o **padrão E9**, com 71,4% e 100,0%, respetivamente. O professor B apresentou igual frequência nos padrões de mediação **E8** e **E9** com 40,0% dos episódios. Quando comparamos estes resultados com as fases anteriores verificamos que, semelhantemente ao que se verificou na 2ª fase, também não se verificaram os padrões de mediação de mais baixo nível (padrões E1, E2, E3 e E4). Todavia, ocorreu o padrão de mediação **E5**, o que ainda não se tinha verificado nas fases anteriores, em 37,5% dos episódios das aulas do professor A e em 16,7% dos episódios das aulas do professor B. Este padrão também é considerado promotor de práticas

epistémicas apesar de ser um padrão de curta duração. Na 3ª fase, além do **padrão E5**, verificado em 28,6% dos episódios do professor A e em 20,0% dos episódios do professor B, verificaram-se mais dois padrões promotores de práticas epistémicas: o **padrão E6**, em 40,0% dos episódios do professor B e o **padrão E9** verificado em 71,4% dos episódios do professor A e na totalidade dos episódios (100,0%) dos episódios do professor C.

Relativamente aos **trabalhos solicitados aos alunos** (tabela 4.26) verificaram-se novamente os trabalhos que requerem a resposta a uma questão, não verificados na 2ª fase do estudo mas muito frequentes na 1ª fase do estudo, sendo este tipo de trabalho o mais solicitado pelo professor B (50% dos episódios). No entanto, na 3ª fase do estudo todos os professores conduziram esse trabalho de modo a promover nos seus alunos práticas epistémicas consistentes e diversificadas, à semelhança do verificado na 1ª fase com o professor C. Ainda que tenham sido solicitados trabalhos que requeriam a análise de informação (16,7% dos episódios do professor B e 20,0% dos episódios do professor C), o trabalho que requereu a elaboração de uma resposta foi o mais frequente nas aulas dos professores A e C (62,5% e 60%, respetivamente). A observação apenas foi solicitada em 12,5% dos episódios do professor A. Estes trabalhos foram maioritariamente contextualizados em torno do ambiente natural e reconstruídos em ambiente escolar com intenção didática, geralmente com situação física apresentada através de objetos ou material de laboratório (62,5% dos episódios do professor A; 60% dos episódios do professor C), ou então através de descrições escritas em ficha de trabalho (50,0% dos episódios do professor B).

Relativamente às **variáveis em estudo** (tabela 4.26) foram identificadas um total de 36 variáveis. O professor A, com 8 episódios, apresentou 33 variáveis; o professor B, com 6 episódios, apresentou 24 variáveis; o professor C, com 5 episódios, apresentou 27 variáveis.

Cruzando os resultados apresentados na figura 4.72 e na tabela 4.26 constamos o seguinte:

O **professor A** apresentou 2 padrões de mediação diferentes, sendo o padrão E9 o que prevaleceu, com 71,4% dos episódios. Os restantes 28,6% recaíram no padrão E5. No que concerne às práticas de ensino deste professor, verificamos ser o que apresenta um maior número de variáveis nesta secção (9 variáveis). Todavia, nunca se verificaram práticas consideradas não promotoras de práticas epistémicas nos seus alunos. Recorreu com grande frequência à solicitação de aspetos adicionais ao trabalho apresentado ou em curso (49,0%), sintetizou informação (14,3%), e introduziu mediador epistémico (16,4%) que raramente

utilizou (4,1%) promovendo a sua utilização aos alunos que o fizeram associado a práticas epistémicas tipo 1 e tipo 2. Este professor também solicitou aspetos adicionais às respostas dos alunos para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem das tarefas propostas (8,2%), explicitou e valorizou epistemicamente (2,0%). Ainda introduziu e utilizou mediador simbólico (2,0%) para continuar a promover a ocorrência de práticas epistémicas dos 3 tipos nos seus alunos.

Relativamente às práticas epistémicas tipo 1, a interpretação foi a que se verificou com maior frequência (31,1%) logo seguida do manuseamento de equipamento de modo factual (19,3%). Verificaram-se ainda a identificação de condições empíricas (3,4%), a observação e a organização de informação (ambas com 2,5%), o questionamento factual (1,7%) e a apresentação de ideia mobilizadora (0,8%). A ocorrência destas práticas foi associada à utilização de mediador epistémico (22,0%) introduzido ou pelo professor ou pelos próprios alunos (2,5%). Estes alunos também utilizaram o mediador epistémico associado a práticas epistémicas tipo 2 (0,8%). A comunicação não autónoma foi verificada em 3,4% da totalidade das PE destes alunos. Também se verificou a concetualização, a mudança da representação do formato e o estabelecimento de relações (2,5%), assim como o questionamento concetual (0,8%). A comunicação autónoma ocorreu em 1,7% da totalidade das práticas epistémicas destes alunos.

O **professor B** foi o que apresentou padrões de mediação mais diversificados, prevalecendo os Padrões E6 e E9, ambos com 40,0% dos episódios. 20,0% dos episódios recaem no padrão E5. Este professor apresentou apenas 4 práticas de ensino nesta fase do estudo sendo a solicitação de aspetos adicionais a mais frequente (43,8%), logo seguida pela introdução de mediador epistémico (31,2%), que nunca utilizou. A síntese de informação verificou-se em 18,8% das suas práticas de ensino e o curto-circuito voltou a ser verificado (6,2%). Os alunos envolveram-se em práticas epistémicas dos 3 tipos sendo a interpretação a mais frequente (21,6%) das consideradas tipo 1. Ocorreu ainda o manuseamento de equipamento de modo factual (9,5%), o questionamento factual (8,1%), a organização de informação (5,4%) e a observação (4,0%). A utilização do mediador epistémico associado a estas práticas epistémicas ocorreu em 16,2% da totalidade das PE dos alunos, por vezes introduzido por eles próprios (6,8%). Relativamente às práticas epistémicas tipo 2, verificou-se a concetualização e a mudança da representação simbólica (ambas com 8,1%), a comunicação

não autónoma (2,7%) e o questionamento concetual (1,4%). A comunicação autónoma foi verificada em 8,1% da totalidade das PE destes alunos.

A solicitação de aspetos adicionais também foi a prática de ensino mais frequente (53,2%) do **professor C**. Este professor também sintetizou informação (9,5%), valorizou e explicitou epistemicamente (6,2% e 3,1%, respetivamente). Tanto introduziu mediador epistémico (12,5%) como simbólico (6,2%), que nunca utilizou. Pela 1ª vez, com este professor, foi verificado o curto-circuito (6,2%). Os alunos além de utilizarem os mediadores epistémicos (23,1%) introduzidos pelo professor, utilizaram também os que eles próprios introduziram (2,0%) associados a práticas epistémicas tipo 1 como, por exemplo, a interpretação (25,0%), o manuseamento de equipamento de modo factual (15,4%), a identificação de condições empíricas (5,8%), a organização de informação (3,8%) e o questionamento factual (2,0%). As práticas epistémicas tipo 2 que se verificaram foram a comunicação não autónoma (11,5%), a concetualização e a mudança da representação do formato (ambas com 3,8%). Verificou-se ainda a comunicação autónoma com 3,8% da totalidade das PE destes alunos.

Resumindo podemos concluir que:

Relativamente ao **professor A**, constatou-se que a ocorrência de padrões de mediação onde não são verificáveis nenhuma, ou uma única prática epistémica, devido à ausência de práticas de ensino ou de apenas ocorrerem práticas de ensino consideradas não promotoras de práticas epistémicas, apenas são verificáveis na 1ª fase do estudo (Padrões E1 a E4). Na 2ª fase do estudo este professor apenas apresentou os 4 padrões de mediação considerado de mais alto nível (Padrões E6 a E9). Ainda que na 3ª fase do estudo se tenha verificado o padrão E5 (também promotor de práticas epistémicas mas de curta duração), com 28,6% dos episódios, o professor A conseguiu manter maioritariamente o padrão E9 em 71,4% dos episódios. Na 3ª fase, exceptuando dois episódios onde o trabalho solicitado consistiu na resposta a uma questão, com situação física evocada pelo professor e contextualizada em situações do dia-a-dia e um episódio onde solicitou a observação, com situação física apresentada através de materiais e modelizada pelo professor, todos os outros requereram a elaboração de uma resposta com situação física apresentada através de materiais e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática.

Semelhantemente ao verificado na 2ª fase do estudo, o professor A introduziu frequentemente mediadores epistémicos que só utilizou para modelizar a situação física. Introduziu, ainda que pontualmente, mediador simbólico, que utilizou para ampliar o trabalho

solicitado. Em todos os casos promoveu a utilização dos mediadores pelos alunos, o que fizeram associado tanto a PE tipo 1 como PE tipo 2. Além dos mediadores introduzidos pelo professor os alunos também utilizaram o que eles próprios introduziram. O professor, além de solicitar frequentemente aspetos adicionais ao trabalho solicitado e às PE dos alunos, tanto no sentido de as clarificar como para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado, também explicitou e valorizou epistemicamente. Retomou ainda PE dos alunos no sentido de as reforçar com breve síntese ou informação adicional. Nestas condições, os alunos além de utilizarem os mediadores introduzidos pelo professor ou por eles próprios, envolveram-se ainda em PE dos diferentes tipos. Ou seja, o professor A apresentou uma evolução bastante significativa nos seus padrões de mediação ao longo deste estudo, apresentando na 3ª fase do estudo maioritariamente o padrão de mediação de qualidade mais elevada. Evoluiu de episódios onde não se verificava a ocorrência de qualquer PE ou apenas se verificavam espontaneamente PE tipo 1 (identificação de condições empíricas, apresentação de ideia mobilizadora, questionamento factual e interpretação) que geralmente ignorava ou curto-circuitava, dispersando-se frequentemente na abordagem de situações (1ª fase), para episódios onde promoveu nos alunos PE diversificadas, consistentes e continuadas, sistematicamente alimentadas pelo professor (2ª e 3ª fases). O professor A melhorou a consistência da evolução dos seus padrões de mediação continuamente. Semelhantemente ao verificado na 2ª fase, nesta fase do estudo (3ª fase) tanto ocorreram PE tipo 1 (interpretação, manuseamento de equipamento de modo concetual, observação, apresentação de ideia mobilizadora, organização de informação, questionamento factual, identificação de condições empíricas), como PE tipo 2 (mudança da representação do formato, concetualização, questionamento concetual, estabelecimento de relações, comunicação não autónoma) e PE tipo 3 (comunicação autónoma). Tal como na 2ª fase, as PE que ocorreram, ocorreram de forma continua e foram consistentemente alimentadas pelas práticas de ensino do professor que, além de solicitar frequentemente aspetos adicionais aos trabalhos solicitados e a essas mesmas PE, também as valorizou e explicitou epistemicamente. Também solicitou aspetos adicionais às respostas dos alunos no sentido de ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado, retomando com alguma frequência PE dos alunos no sentido de as reforçar através de informação adicional ou de breve síntese. No que concerne à introdução de mediadores (epistémicos e/ou simbólicos) verificou-se uma evolução na mediação no que diz respeito à escolha dos mesmos e sua utilização. O professor ao invés de os utilizar inibindo ou limitando a sua utilização pela parte dos alunos (1ª fase), deu-lhes total autonomia de utilização, usando-

os muito raramente apenas para reforçar ou estender algumas PE. Deste modo, os alunos utilizaram estes mediadores associados a PE tipo 1 e tipo 2. Introduziram ainda os seus próprios mediadores que utilizaram associado a PE tipo 1.

Relativamente aos episódios do **professor B**, constatou-se evolução semelhante ao professor A, entre a 1ª e a 2ª fase do estudo. No entanto, na 3ª fase do estudo, e apesar de se terem verificado ausência dos episódios em que não ocorreu nenhuma (ou uma única) PE nos alunos, devido sobretudo a práticas de ensino não promotoras das mesmas, notou-se alguma dificuldade em manter os padrões de mediação verificados na 2ª fase. Enquanto na 2ª fase apresentou apenas os 3 padrões de nível mais elevado (Padrões E7 a E9), na 3ª fase apresentou 20,0% de episódios com o padrão E5 e 40,0% de episódios tanto com o padrão E6 como com o padrão E9. Na 3ª fase prevaleceram trabalhos que ou requeriam a resposta a uma questão ou a análise de informação, com situação física apresentada numa ficha de trabalho ou apenas evocada e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática. Nestes casos o professor apenas introduziu mediador epistémico (que não utilizou) e solicitou aspetos adicionais às PE dos alunos. Os alunos utilizaram os mediadores epistémicos associado a PE tipo 1 e envolveram-se ainda em PE tipo 2, com alguma frequência. Apesar de se ter verificado um episódio onde apresentou um curto-circuito, continuaram a prevalecer práticas de ensino promotoras de PE nos alunos, essencialmente do tipo 1 e tipo 2. Quando solicitou trabalho que requeria a elaboração de uma resposta, apresentou a situação física através de objetos e contextualizou-a em ambiente escolar com intenção didática. Nestes episódios, o professor também não utilizou o mediador epistémico. Solicitou aspetos adicionais às PE dos alunos e retomou-as (pontualmente) para reforçar a sua compreensão através de pequena síntese ou de informação adicional. Nestes casos, os alunos utilizaram o mediador epistémico introduzido pelo professor ou por eles próprios, associados a PE tipo 1. Envolveram-se ainda em PE dos 3 tipos definidos. Ou seja, verificou-se uma diminuição quer do número de práticas de ensino quer do número de práticas epistémicas entre a 3ª e a 2ª fase do estudo. Ressalva-se a diferença de idades e de escolaridade dos alunos intervenientes nesta fase do estudo. Enquanto na 1ª e 2ª fase os alunos intervenientes frequentavam o 3º Ciclo, na 3ª fase o mesmo foi implementado em alunos do 11º ano, com uma maior autonomia de aprendizagem.

Constatou-se assim que, independentemente do trabalho solicitado pelo professor e das suas práticas de ensino, ao invés de se verificarem episódios onde não se verificou a ocorrência de qualquer PE ou apenas se verificavam espontaneamente PE tipo 1 (apresentação de ideia

mobilizadora, questionamento factual, interpretação e manuseamento de equipamento de modo factual) ou, mais raramente, promovidas pela solicitação de aspetos adicionais como a identificação de condições empíricas que, geralmente, o professor ignorava ou curto-circuitava (1ª fase), continuaram a verificar-se práticas de ensino promotoras de práticas epistémicas contínuas e diversificadas nos alunos, à semelhança do ocorrido na 2ª fase. Continuaram a ocorrer PE tipo 1 (interpretação, observação, organização de informação, questionamento factual e manuseamento de equipamento de modo factual), como PE tipo2 (mudança da representação do formato, concetualização, questionamento concetual e comunicação não autónoma) e PE tipo 3 (comunicação autónoma). Deixou de se verificar a identificação de condições empíricas (PE tipo1) e o estabelecimento de relações (PE tipo 2) mas verificou-se um questionamento concetual (PE tipo 2) não ocorrido na 2ª fase. Constatou-se ainda uma diferença na utilização dos mediadores epistémicos pelos alunos. Ainda que em ambas as fases (2ª e 3ª fases) os alunos tenham introduzido os seus próprios mediadores (que utilizaram associados a PE tipo 1), na 3ª fase os mediadores introduzidos pelo professor apenas foram utilizados associados a PE tipo 1 enquanto na 2ª fase se verificou a sua utilização associada a PE dos 3 tipos existentes.

Na 3ª fase do estudo verificou-se uma diminuição das práticas de ensino do professor tanto em frequência como em qualidade (ver Tab. 4.16) quando comparada com a 2ª fase. No entanto, e excluindo um curto-circuito, o professor manteve práticas de ensino consideradas promotoras de PE. Ainda que menos frequentes (quando comparadas com a 2ª fase) o professor tentou alimentar as PE dos alunos, solicitando aspetos adicionais aos trabalhos solicitados e a essas mesmas PE que, por vezes também valorizou epistemicamente e retomou, no sentido de reforçar a sua compreensão através de informação adicional ou de breve síntese.

No que concerne à introdução de mediadores (epistémicos e/ou simbólicos) verificou-se mediação semelhante à descrita para a 2ª fase. Nesta fase o professor nunca os utilizou de modo a promover o seu uso pelos alunos.

Relativamente ao **professor C** verificou-se que, independentemente do trabalho solicitado, promoveu sempre nos seus alunos PE diversificadas e dos diferentes tipos, apresentando em todas as fases do estudo padrões de mediação de alto nível (maioritariamente o **padrão E9**). Em todas as fases do estudo o professor solicitou preferencialmente trabalho que requeria a elaboração de uma resposta, geralmente com situações físicas apresentadas através de objetos e reconstruídas em ambiente escolar, com intenção didática. Nestes episódios, o

professor alimentou continuamente as PE dos alunos (dos 3 níveis), que ocorreram contínua e consistentemente. No geral o professor C solicitou trabalho que requeria a elaboração de uma resposta, com situação física apresentada através de objetos e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática. Nestes episódios, embora se tenha verificado uma diminuição da diversidade de PE dos alunos nos diferentes tipos (comparativamente às fases anteriores), as que se verificaram ocorreram de modo consistente e continuado. Também se verificaram diferenças na utilização dos mediadores epistémicos pelos alunos. Na 1ª fase, a sua utilização fez-se associado a PE dos 3 tipos; na 2ª fase associado a PE tipo 1 e tipo 2; na 3ª fase apenas associado a PE tipo 1. Ou seja, a introdução de mediadores por este professor promoveu sempre a sua utilização pela parte dos alunos. Não os usando e dando total autonomia aos alunos que os usaram associados às PE que ocorreram durante os episódios analisados ou então usando-os no sentido de promover nos alunos a sua utilização associado a diferentes PE. De um modo geral, o professor C solicitou frequentemente aspetos adicionais ao trabalho apresentado e às PE dos alunos, que também valorizou e explicitou epistemicamente retomando-as, por vezes, para reforçar a sua compreensão através de breve síntese ou de informação adicional. Durante a 3ª fase a mediação do professor C continuou a promover PE nos alunos consistentes e continuadas ainda que em menor número e diversidade das fases anteriores. Ou seja, tanto se verificaram PE tipo 1 (identificação de condições empíricas, manuseamento de equipamento factual, interpretação, questionamento factual, organização de informação), como PE tipo 2 (mudança de representação de formato, concetualização, comunicação autónoma) e PE tipo 3 (comunicação autónoma). Relativamente aos mediadores (epistémicos e simbólicos) continuou a verificar-se mediação semelhante à já descrita nas fases anteriores para este professor que, nesta fase, só utilizou o mediador simbólico para solicitar aspetos adicionais às respostas dos alunos, no sentido de as clarificar. Nas restantes situações, deu total autonomia do seu uso aos alunos que o fizeram associado a PE tipo 1. Esta PE também foi verificada com os mediadores que eles próprios introduziram.

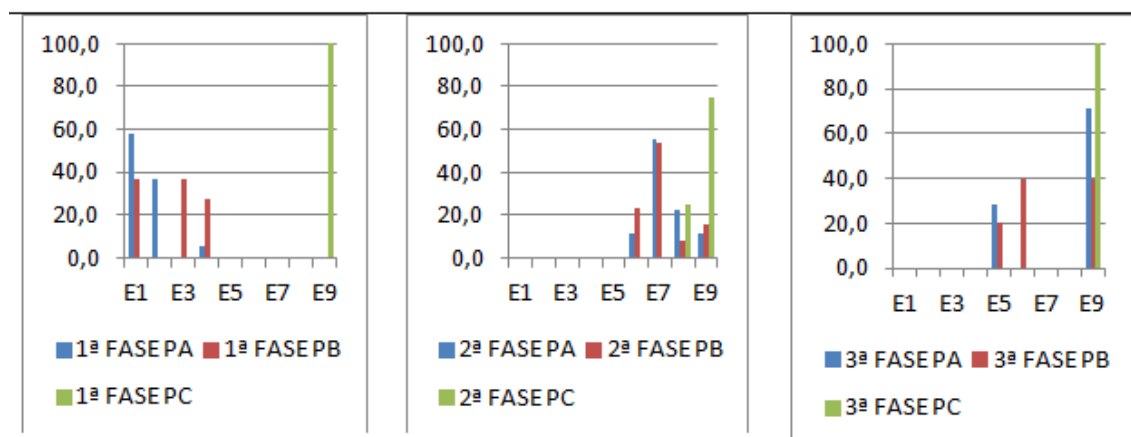


Figura 4.73 – Distribuição da ocorrência dos padrões de mediação nas 3 fases do estudo, em percentagem

Comparando os resultados obtidos nas 3 fases do estudo (Fig. 4.73) e tendo em conta que:

- Os padrões de mediação E5 a E9 são os que promovem maior diversidade e frequências de PE nos alunos, diferindo essencialmente no tipo de trabalho solicitado (resposta a uma questão, análise de informação ou elaboração de uma resposta), na diversidade e persistência de práticas de ensino promotoras de práticas epistémicas ou na duração temporal do episódio;
- O padrão de mediação E5, de curta duração, promove essencialmente PE tipo 1, ocorre em trabalho que requer a resposta a uma questão onde o professor pontualmente apresenta práticas de ensino promotoras de práticas epistémicas além da introdução (e utilização pontual) de mediadores;
- Os padrões de mediação E1 a E4 são os que não promovem PE nos alunos ou então apenas promovem PE espontâneas e pouco consistentes, diferindo no tipo e modo de apresentação do trabalho pelo professor;

Constatou-se (como era expectável) que o professor C foi o que apresentou padrões de mediação mais consistentes e mais eficazes na promoção de práticas epistémicas nos seus alunos. Nas 3 fases do estudo apresentou maioritariamente o padrão E9, sendo este o padrão verificado na totalidade dos episódios da 1ª e 3ª fase do estudo. Apenas na 2ª fase do estudo apresentou 25% dos episódios com o padrão E8. Constatou-se ainda que os professores A e B apresentaram uma grande evolução nos seus padrões de mediação entre a 1ª e a 2ª fase do estudo. Na 3ª fase do estudo verificou-se uma maior consistência desta evolução no professor A (Fig. 4.73).

As conclusões deste estudo apresentam-se no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este trabalho teve como foco central promover no professor a necessidade de entender melhor as suas práticas de ensino, refletir eficazmente sobre elas e melhorá-las no sentido de promover nos seus alunos práticas epistêmicas consistentes e diversificadas. Em particular visou responder às seguintes questões de investigação: 1) Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistêmicas nos alunos? 2) Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores? A que se devem estas alterações? 3) Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?

Neste capítulo apresentar-se-ão as limitações e principais contributos do estudo; a discussão dos principais contributos; as conclusões e implicações para trabalhos futuros.

5.1 Contexto e limitações do estudo

Neste estudo foram analisadas as práticas de ensino de dois professores (professor A e B) usando como referência as práticas de ensino de um professor mais experiente. Pretendíamos promover nestes professores a necessidade de melhorarem as suas práticas de ensino com vista à promoção de PE diversificadas e consistentes nos seus alunos tendo em vista o seu desenvolvimento profissional e entender como o poderíamos fazer. Usamos para esse fim um instrumento inovador de recolha e organização de dados, denominado de narração multimodal. As NM, elaboradas pelo investigador, serviram como um espelho através do qual os professores puderam “observar” as suas aulas. Este olhar permitiu-lhes detetarem aspetos que antes lhes passavam despercebidos e que lhes causaram algum desconforto levando-os a sentir a necessidade de melhorarem as suas práticas de ensino. Neste seguimento foram apresentadas e explicadas as ferramentas de ajuda no sentido de ajudar os professores a melhorarem aspetos considerados pertinentes nas suas mediações. Ainda que lhes tivessem sido fornecidas 5 ferramentas de ajuda (ANEXO 2) pedimos-lhes que focassem a sua atenção na ferramenta nº 4 (Como aproximar o trabalho realmente solicitado ao aluno do trabalho que se pretende que o aluno faça), nomeadamente no que concerne à escolha e implementação da tarefa em sala de aula e na ferramenta nº 5 (Como promover práticas epistêmicas na sala de aula). A nossa intenção era ajudar estes professores a focarem-se em aspetos centrais que ajudassem os alunos a envolverem-se em práticas epistêmicas. Estas ferramentas devolveram aos professores a iniciativa de reverem as suas aulas e reformularem-nas (caso achassem necessidade) sem

qualquer proposta do investigador que, durante a 2ª fase, apenas os encaminhou para as ferramentas julgadas necessárias de modo a que os professores reformulassem e fizessem de modo diferente.

Apesar do número reduzido de casos de estudo e as limitações inerentes à mudança de escola e de alunos pelos professores A e B, consideraram-se suficientes para o objetivo do nosso estudo pois aportaram alguns contributos para o problema geral de investigação “*Como melhorar as práticas de mediação dos professores com impacto nas práticas epistémicas dos alunos, no contexto do desenvolvimento profissional, tomando como referência as práticas de um professor experiente?*” cujas respostas foram procuradas através de três questões de investigação:

Q1 – Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos?

Q2 – Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores, durante o seu desenvolvimento profissional? A que se devem estas alterações?

Q3 – Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores são consistentes?

A Q1 aparece no contexto de procurarmos saber que práticas de ensino de um professor em contacto permanente com a investigação, que refletia de forma sistemática nas suas práticas de ensino de modo a melhorá-las sistematicamente (professor C), promoviam práticas epistémicas nos seus alunos e verificar se diferiam das práticas de ensino de professores sem contacto com a investigação onde, à partida, essa reflexão não se verificava (professores A e B). Procuramos também saber como poderíamos melhorar o trabalho epistémico dos alunos, nomeadamente no que concerne a uma maior diversidade e frequência de PE.

A Q2 aparece no contexto de procurarmos saber de que modo as NM e as ferramentas de ajuda auxiliaram os professores menos experientes a melhorarem a capacidade de mediar o seu ensino com vista à promoção de PE nos seus alunos e aproximarem as suas práticas de ensino às práticas do professor C.

A Q3 aparece no contexto de procurarmos saber de que forma este desenvolvimento profissional dos professores A e B se mantém estável durante a 3ª fase do estudo.

Os contributos do estudo em resultado da pesquisa efetuada para responder às QI serão discutidos na secção que se segue.

5.2 Discussão dos principais contributos

Este trabalho visou o desenvolvimento profissional, tal como definido por Clarke e Hollinsworth (2002), recorrendo a um instrumento de recolha e organização de dados inovadores, denominado de narração multimodal (Lopes et al., 2014). Analisamos os padrões de mediação (Lopes et al., 2008) de cada professor, e sua evolução no decorrer do estudo, em termos de promoção (ou não) de práticas epistémicas (Kelly et al., 1998; Crawford et al., 2000; Kelly & Duschl, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Kelly, 2005; Sandoval, 2005; Lopes et al., 2010a, 2010b). O recurso a ferramentas de ajuda (Lopes et al., 2012) para esse fim decorreu como explicado nos capítulos 3 e 4.

Nesta secção vamos fazer a discussão dos resultados obtidos tendo em vista responder às questões de investigação acima explicitadas e fazendo a ligação entre as 3 fases do estudo.

Pretendemos ainda confrontar os resultados obtidos com os aspetos já conhecidos na literatura, encontrando pontos de contacto e singularidades de modo a identificar e fundamentar os contributos específicos deste estudo para o avanço do conhecimento.

Relativamente à investigação desenvolvida para responder à primeira questão de investigação “**Q1 – Que características das práticas de ensino de professores são promotoras de práticas epistémicas nos alunos?**”, e tendo em conta os resultados obtidos nas 3 fases do estudo, obtivemos os seguintes contributos:

- Contributo 1

Há traços da mediação que apresentam efeitos diferentes relativamente à promoção de práticas epistémicas (PE) nos alunos:

-Traços que inibem as PE: transformar o trabalho solicitado em sucessivos pedidos de exemplos não explorados pelo professor; não se centrar num número manejável de situações físicas, apresentando sucessivamente situações físicas diversificadas, não dando tempo de resposta aos alunos e dispersando-se na abordagem das mesmas; encaminhar os alunos apenas para os aspetos mecânicos das tarefas, curto-circuitando a própria tarefa bem como o trabalho em curso dos alunos;

- Traços que promovem PE: modo como o professor encaminha o trabalho solicitado na sala de aula e o medeia; um certo modo de usar os mediadores.

Em primeiro lugar, está já referido na literatura que para os alunos se envolverem em práticas epistémicas têm de se envolver em atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico (Kelly, 2008; Kelly & Duschl, 2002; Kelly et al., 2012,) (seção 2.3.2). Em segundo, está também referido que o modo como a tarefa é apresentada e como é conduzida em sala de aula é determinante para as aprendizagens dos alunos (Lopes et al., 2008). Sabemos ainda que enquanto a tarefa diz respeito ao que é solicitado ao aluno, a atividade corresponde ao que o aluno realmente faz (Lopes et al., 2010a) (seção 2.3.3).

Neste estudo constatamos que nem sempre o professor tem consciência da importância de uma verdadeira tarefa nas aprendizagens dos seus alunos, nem do que é realmente uma tarefa. Ao transformar o trabalho solicitado em sucessivos pedidos de exemplos, não está a apresentar uma verdadeira tarefa nem a potenciar práticas de ensino favoráveis à aprendizagem dos seus alunos. Não havendo apresentação de qualquer tarefa (apenas um conjunto de sucessivas questões de respostas imediatas) e não dando tempo de resposta aos alunos, o professor transforma a sua aula num monólogo expositivo, onde os alunos não têm qualquer oportunidade de intervir. O mesmo acontece quando o professor não se centra num número manejável de situações físicas.

Também está estudado que as ações e as linguagens dos professores tanto podem desenvolver e ampliar as práticas epistémicas dos alunos como as podem inibir (Saraiva et al., 2012) (seção 2.3). O modo como o professor interage com os alunos em sala de aula, nomeadamente pedindo-lhes a explicação das suas respostas e dando-lhes tempo necessário para as esclarecer, induz a uma intervenção espontânea dos alunos (Alonso-Tapia, 1999) (seção 2.3.1).

No nosso estudo constatamos que o excesso de informação cedida pelo professor no encaminhamento das respostas dos alunos ou na realização das tarefas apresentadas tem um efeito inibidor na promoção de práticas epistémicas. O encaminhamento constante pela parte do professor apenas permite que os alunos se envolvam nos aspetos mecânicos das tarefas apresentadas não dando qualquer oportunidade aos alunos para se envolverem em atividades sociais que levem à construção de conhecimento científico. Os alunos não questionam nem refletem no que lhes é solicitado. Constata-se ainda que a necessidade deste encaminhamento constante pela parte do professor está intimamente ligado ao modo como o professor apresenta a tarefa. Segundo Lopes e colegas defendem (2010a, 2010b), a tarefa precisa ser clara no tipo de trabalho solicitado e nos objetivos pretendidos, ser adequada às características dos alunos,

ter a situação física claramente formulada, apresentar os recursos adequados e devidamente avaliados, entre outras características (seção 2.3.3) que, nestes casos, não se verificaram.

A aprendizagem mediada (p.ex: Reveles et al., 2007; Crossouard, 2009), baseada numa dinâmica de interação através de mediadores (Danish & Enyedy, 2007; Reveles, Kelly & Durán, 2007) incorpora a argumentação na construção do conhecimento científico (Engeström, 2001). Nesta perspetiva, o professor centra a sua mediação na interação discursiva com os alunos (p.e: Mariotti, 2000) promovendo uma aprendizagem autorregulada (Richter & Schmid, 2010) (seção. 2.3.1).

No entanto, na 1ª fase do nosso estudo constatamos que nem sempre a presença dos mediadores promove uma aprendizagem mediada pois o uso que os professores fazem dos mediadores é determinante para a promoção de práticas epistémicas nos seus alunos. Como verificamos nas aulas dos professores A e B (1ª fase), o modo como estes professores utilizaram os mediadores tiveram um efeito contrário, inibindo a ocorrência de uma aprendizagem eficaz. Estes professores, ao não criarem dinâmicas de interação com os mediadores através de uma mediação adequada, inibiram a utilização desses mesmos mediadores pelos alunos. Estes resultados apontam como determinante a mediação que o professor faz dos mediadores. Todavia, nesta fase do estudo, constatamos que há algumas práticas epistémicas que são promovidas pela existência dos mediadores, independentemente da mediação do professor. São elas o manuseamento de equipamento de modo factual e a interpretação. No entanto, se estas PE não forem devidamente alimentadas pelo professor, ocorrem apenas de modo esporádico (1ª fase – Professor B).

Também na 1ª fase do estudo constatamos que quando o professor utiliza os mediadores para suportar as práticas de ensino promotoras de PE os alunos acabam por os utilizar de modo efectivo associado a PE consistentes e diversificadas e de diferentes tipos, independentemente das características do trabalho solicitado (Professor C – 1ª fase). Esta situação é favorecida quando o número de tarefas por aula é em menor número e, consequentemente, com maior tempo de duração. Verificamos ainda que em trabalho que requer a elaboração de uma resposta, onde o professor utiliza os mediadores para continuar a alimentar as PE dos seus alunos, estas ocorrem com uma maior frequência e diversidade.

Sabemos também que quando os alunos têm experiência limitada em Ciência, necessitam do suporte do professor para se envolverem no processo de construção de significados e, gradualmente, desenvolverem habilidades nos processos investigativos (Cuevas et al., 2005). É do nosso conhecimento ainda que, geralmente, os alunos questionam quando

são convidados a fazê-lo, quando o professor cria o ambiente adequado para esse efeito, quando trabalham em pequenos grupos sem a presença do professor ou então quando a discussão envolve contextos familiares (Van Zee et al., 2001) (seção 2.3.2).

No nosso estudo constatamos que, independentemente do trabalho solicitado e das características das tarefas, os alunos envolvem-se espontaneamente em PE tipo 1 tais como a identificação de condições empíricas, o questionamento factual e a apresentação de ideia mobilizadora, associadas aos conhecimentos empíricos que possuem dos temas em estudo (1ª fase – Professores A e B). Contudo, verificamos também que se estas PE não forem aproveitadas e alimentadas pelos professores, acabam por não se repetir nem evoluírem. Nestas condições os alunos acabam por não se envolverem em mais nenhuma PE. Geralmente isto ocorre em aulas onde o professor não apresenta práticas de ensino promotoras de PE, dispersando-se na abordagem de situações, curto-circuitando o trabalho dos alunos ou a própria tarefa (quando realmente existe). Destas PE espontâneas verificamos que a interpretação é promovida pela utilização dos mediadores epistémicos pelos alunos, mesmo quando utilizado de modo muito limitado. Verificamos ainda que o questionamento factual promove no professor a solicitação de aspetos adicionais (1ª fase – Professores A e B).

O modo como o professor apresenta e conduz a tarefa aos alunos (Bot et al., 2005), explica o que pretende que eles façam (Ramsden, 1991), interage na sala de aula (Hoadley & Linn, 2000), estimula a curiosidade dos alunos (Lopes et al., 2010c) e lhes dá autonomia (Engle & Conant, 2002) são cruciais para promover as suas aprendizagens. Também é conhecido que uma tarefa não vale só por si (Leach & Scott, 2003) mas se o professor a mediar adequadamente, der um *feedback* adequado sobre o trabalho que os alunos estão a desenvolver (Hattie & Timperley, 2007) e a contextualizar devidamente potenciará a promoção de práticas epistémicas (Lopes et al., 2008; Felder & Brent, 2007).

Neste estudo, os trabalhos solicitados aos alunos foram da exclusiva responsabilidade dos professores. Através da sua análise foram identificados 4 tipos, tendo em conta o que é requerido ao aluno: resposta a uma questão; análise de informação; observação; elaboração de uma resposta a um problema que implica reflexão, manipulação ou experimentação. Identificamos ainda 3 modos de apresentação da situação física, tendo em conta se o seu contexto anda em torno de: situações do dia-a-dia e do conhecimento do aluno; ambiente natural reconstruído em ambiente escolar com intenção didática; modelização apresentada e reconstruída pelo professor através de informação, recursos ou outros materiais. Os recursos usados pelos professores para a apresentação da situação física tiveram em conta a existência

de um referente externo com o qual o professor e os alunos possam interagir e onde a situação física é apresentada através de descrições orais e escritas, fotografias, imagens, entre outros ou então através de objetos, equipamentos ou outros materiais. Ou então a não existência de referente externo com o qual o professor e os alunos possam interagir, onde a situação física é apresentada pela evocação.

Constatamos que, independentemente das características do trabalho solicitado, o modo como o professor o mantém e encaminha são mais determinantes para a ocorrência de PE nos seus alunos. Por um lado, verificamos que o professor potencia nos alunos, além da utilização dos mediadores associados a práticas epistémicas dos diferentes tipos, a ocorrência de práticas epistémicas frequentes, diferentes e diversificadas quando: solicita aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar o trabalho solicitado ou em curso, ou então para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado; retoma PE para reforçar a sua compreensão através de sínteses ou de informação adicional; explicita epistemicamente o trabalho dos alunos; aproveita as suas ideias ou ações reconhecendo-lhes valor epistémico.

Por outro lado, o professor não potencia nos alunos a ocorrência de qualquer prática epistémica ou o desenvolvimento das que eventualmente ocorram, quando: não aproveita ideias, questões ou iniciativas dos alunos; exprime as suas próprias ideias desvalorizando as PE dos alunos; não dá oportunidade aos alunos para executarem o trabalho que lhes é solicitado ou para desenvolverem PE; encaminha-os apenas na realização de aspetos mecânicos do trabalho solicitado ou não se centra num número manejável de situações físicas.

Relativamente à segunda questão de investigação **“Q2 – Que alterações ocorreram nas práticas de ensino destes professores, durante o seu desenvolvimento profissional? A que se devem estas alterações?”** apresentamos os seguintes contributos:

- Contributo 2

O desenvolvimento profissional dos professores ocorre pela mudança dos padrões das práticas de ensino. Em particular, a mudança de determinados traços de mediação, suportada num processo de reflexão assente nas Narrações Multimodais e ferramentas de ajuda, onde a interação com o investigador foi determinante, permitiu que as práticas de ensino dos professores evoluíssem no sentido de promoverem mais e melhores PE.

Na seção 2.3.1 já foi referida a complexidade da mediação. Nessa seção apresentaram-se vários estudos relativos a determinadas dimensões da mediação nomeadamente às formas de discurso em sala de aula (Scott et al., 2006); argumentação (Jiménez-Aleixandre & Reigosa, 2006; Simon et al., 2006); envolvimento produtivo (Engle & Conant, 2002); ambientes de sala de aula (Valero, 2002; Meltzer & Manivannan, 2002); contextualização (Duit et al., 2007); práticas epistémicas em aulas de Ciências Físicas (Samarapungavan et al., 2006), práticas de ensino (Tiberghien & Buty, 2007), entre outras.

No nosso estudo focamos a nossa atenção essencialmente em 3 dimensões da mediação: trabalho solicitado ao aluno, práticas de ensino dos professores e práticas epistémicas dos alunos. Tendo em conta estas dimensões identificamos 9 padrões de mediação que denominamos de E1 a E9, de acordo com a sua qualidade, como a seguir se apresentam de modo resumido:

Padrão E1 com solicitação de resposta a uma questão de resposta imediata, sem apresentação de situação física nem contextualização. As práticas de ensino que ocorrem (como o curto-circuito e a dispersão na abordagem) não promovem PE nos alunos.

Padrão E2 com solicitação de análise de informação, com situação física apresentada através de imagens ou ficha de trabalho, contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em sala de aula, com intenção didática. A prática de ensino que ocorre imediatamente é o curto-circuito o que inibe a ocorrência de PE nos alunos. Pontualmente pode ocorrer 1 única PE tipo 1 que não se repete.

Padrão E3 com trabalho solicitado que requer a observação com situação física contextualizada em torno de situações do dia-a-dia, apresentada através de material de laboratório. A prática de ensino mais comum é a introdução de mediador que o professor, ao utilizar, inibe a sua utilização pelos alunos. Geralmente ocorre apenas uma PE tipo 1 que o professor ou ignora ou curto-circuita.

Padrão E4 com solicitação de resposta a uma questão, com situação física evocada e contextualizada em torno de situações do dia-a-dia. A utilização indevida do mediador epistémico continua a limitar a sua utilização pela parte dos alunos. Os alunos envolvem-se espontânea e pontualmente em 2 a 3 PE tipo 1.

Padrão E5 com trabalho solicitado idêntico ao do padrão E4. A utilização do mediador epistémico pelo professor de modo pontual, é seguido de outras práticas de ensino, como a solicitação de aspetos adicionais, síntese de informação ou valorização epistémica que

promovem entre 1 a 5 PE de diferentes tipos nos alunos. É um padrão de mediação curto, mas promotor de PE.

Padrão E6 com solicitação de resposta a questão ou análise de informação com situação física contextualizada em torno do ambiente natural e reconstruída em ambiente escolar com intenção didática. O professor introduz mediador epistémico que não utiliza, potenciando a sua utilização pelos alunos com práticas de ensino promotoras de PE dos diferentes tipos (entre 2 a 5 PE).

Padrão E7 com trabalho que requer a análise de informação e situação física devidamente apresentada e contextualizada. O professor apresenta apenas práticas de ensino promotoras de PE. Não utiliza o mediador e potencia o seu uso pelos alunos que o fazem associados a PE dos 3 tipos (entre 1 a 7 PE).

Padrão E8 com trabalho que requer a elaboração de uma resposta com situação física apresentada através de objetos ou equipamento, contextualizada em torno de ambiente natural e reconstruída em sala de aula com intenção didática. O professor apresenta práticas de ensino diversificadas e promotoras de PE. O uso dos mediadores pelo professor e alunos é idêntico ao padrão anterior. Ocorrem entre 7 a 10 PE dos diferentes tipos.

Padrão E9 com trabalho solicitado que requer a elaboração de uma resposta, com situação física devidamente apresentada e contextualizada. A utilização do mediador epistémico pelo professor serve para alimentar continuamente as PE que ocorrem. Ocorrem entre 3 a 9 PE dos diferentes tipos, mas de qualidade superior às ocorridas no padrão anterior.

Os padrões E1 a E4 são considerados não promotores de PE. Os padrões E5 a E9 promovem PE consistentes e diversificadas, sendo o padrão E5 de curta duração e o padrão E9 o que apresenta PE de maior qualidade.

Os traços de mediação, identificados no contributo 1, que não promovem PE nos alunos, estão inseridos nos padrões E1 a E4 e foram identificados nos professores A e B. Dizem respeito essencialmente à dificuldade manifestada pelos professores na escolha de tarefas adequadas para os seus alunos bem como nas práticas de ensino subjacentes tais como, o transformar o trabalho solicitado em sucessivos pedidos de exemplos não explorados pelo professor; o encaminhamento constante dos alunos para a resolução de apenas os aspetos mecânicos das tarefas propostas; a dispersão na abordagem das situações físicas; o uso indevido dos mediadores pelo professor.

Quando os professores A e B foram confrontados com os resultados preliminares obtidos na 1ª fase do nosso estudo tomaram consciência destes traços de mediação que, até então, lhes tinham passados despercebidos. O ciclo de investigação-ação, implementado na 2ª

fase do nosso estudo, tendo como suporte as NM das suas aulas, as ferramentas de ajuda e a intervenção do investigador, foram cruciais para levarmos estes professores a refletirem nas suas práticas de ensino e impulsioná-los para o melhoramento das suas mediações com vista à promoção de PE nos seus alunos. Tendo como referência as práticas de ensino do professor C, que apresentou sempre padrões de mediação de qualidade superior, os professores A e B, evoluíram de padrões de mediação E1 a E4, verificados na 1ª fase do estudo, para padrões de mediação E5 a E9, nas fases seguintes. Ou seja, as práticas de ensino dos professores A e B tornaram-se mais eficazes na promoção de PE nos alunos porque os padrões de mediação que tinham na 1ª fase do estudo evoluíram para padrões de mediação de maior qualidade nas fases seguintes.

Estes professores desenvolveram uma maior capacidade para escolherem as tarefas adequadas para os seus alunos bem como na sua condução em sala de aula, o que se traduziu em práticas de ensino diversificadas e promotoras de PE. A diminuição do nº de tarefas por aula e a maior autonomia dada ao aluno na execução das mesmas foram determinantes para a evolução verificada. Deixaram de apresentar práticas de ensino inibidoras de PE, tais como a dispersão na abordagem de situações, o curto-circuito do trabalho solicitado ou em curso, o não aproveitamento de ideias e PE dos alunos e passaram a apresentar, quase exclusivamente, práticas de ensino promotoras de PE. As práticas de ensino verificadas na 2ª e 3ª fase deste estudo consistiram, essencialmente, na solicitação de aspetos adicionais às respostas dos alunos de forma a clarificar o trabalho solicitado ou em curso, ou então para ampliar ou considerar novas perspetivas na abordagem do trabalho solicitado; a retoma das PE para reforçar a compreensão dos alunos, através de sínteses ou de informações adicionais; a explicitação epistémica do trabalho dos alunos; o aproveitamento das ideias ou ações dos alunos reconhecendo-lhes valor epistémico.

A mudança destes traços de mediação potenciou nos alunos, não somente a utilização dos mediadores associados a PE dos diferentes tipos, mas também a ocorrência de PE frequentes, consistentes e diversificadas.

Sabemos também que o ato de refletir sobre a prática profissional é considerado um poderoso instrumento de aprendizagem, catalisador do desenvolvimento profissional (Schön, 1983; Alarcão, 1996; Butler et al., 2004; Gillentine, 2006) uma vez que promove nos professores capacidades criativas e reflexivas que lhes permitem melhorar as suas práticas (Bredeson, 2002). A reflexão permite fazer ligações entre a maneira como foi ensinado e as

maneiras como se deseja ensinar, a ter um autoconhecimento crescente que permita compreender melhor os seus esforços e a incentivar os alunos a promover o pensamento crítico (Beattie, 2000). Se a reflexão for colaborativa, a reflexão individual fica enriquecida pois além de contribuir para a tomada de decisões e compreensão, potencia ainda a troca de conhecimento e de experiências das quais podem resultar novas compreensões da situação (Schön, 1987) (seção 2.2.1).

O questionamento das próprias práticas pode levar ao melhoramento do ensino. Postholm (2008) considerou, como ponto de partida, as transcrições das próprias aulas para posteriores reflexões que, através do diálogo, serão discutidas no sentido de levar o professor a raciocinar, argumentar, e a refletir em novas possibilidades de ensino, promovendo assim a necessidade de refletirem antes da ação, nas suas experiências prévias, durante a ação e depois da ação (seção 2.2.2).

No nosso estudo recorremos às NM pois, constituindo mais que uma transcrição de aulas, permitem a tomada de consciência de aspetos das práticas de ensino acerca dos quais os professores nunca haviam refletido, mas que carecem de mudança e de evolução, tendo em vista a melhoria das aprendizagens dos alunos na sala de aula (Lopes et al., 2012). Promovemos nos professores um processo de reflexão articulada assente nas NM e ferramentas de ajuda produzidas pela equipa de investigação (PTDC/CED/66699/2006), da qual o investigador fez parte. A mudança verificada nos professores deveu-se a esta articulação mas também à intervenção do investigador segundo a metodologia de investigação-ação descrita na seção 3.2. Ou seja, o investigador promoveu reflexões juntos destes professores pela análise das suas NM. De acordo com as dúvidas apresentadas o investigador encaminhava os professores para a ferramenta de ajuda considerada pertinente, de modo a que eles próprios articulassem estes dois instrumentos de acordo com as suas necessidades. Esta metodologia promoveu-lhes reflexões que os levaram a desenvolver novos modos de pensar e de agir. A reflexão e discussão das práticas destes professores, plasmadas nas suas NM, foram de crucial importância para questionarem a eficácia das suas práticas iniciais, tomarem consciência dos episódios que correram menos bem e sentirem vontade de fazer melhor, experimentando, questionando e desenvolvendo estratégias de ensino que levassem a melhores aprendizagens. Estes professores tomaram consciência da importância da tarefa proposta aos alunos e da sua condução em sala de aula. Começaram a ter mais cuidado com os tempos destinados à execução das mesmas, aos recursos disponibilizados aos alunos, à gestão dos tempos e de grupos de trabalho. Aprenderam a dar mais autonomia aos alunos, a saber ouvi-los e deixá-los explorar as suas respostas.

Tiveram atenção ao *feedback* dado aos alunos e criaram ambientes de sala de aula propícios à aprendizagem. Deixaram de centrar a aula na sua própria exposição e, progressivamente, foram dando uma maior autonomia e responsabilidade aos alunos nas suas aprendizagens. Ou seja, conduziram as suas mediações com práticas de ensino promotoras de PE frequentes e diversificadas.

No que concerne à 3ª questão de investigação “**Q3 – Em que condições a melhoria das práticas de ensino dos professores é consistente?**” os contributos para a investigação foram os seguintes:

- Contributo 3

O desenvolvimento profissional é consistente ao longo do tempo, ainda que se tenha verificado uma atenuação dos efeitos de uma intervenção externa para o desenvolvimento profissional quando ele cessa e quando há mudança de nível de ensino. O recurso às ferramentas de ajuda e o acesso às NM é determinante para a consistência da melhoria das práticas de ensino dos professores.

O desenvolvimento profissional docente visa, segundo Clarke e Hollinsworth (2002), a melhoria de práticas de ensino o que implica uma atitude permanente de indagação que, através da mediação e da reflexão das práticas de ensino, leva à procura de soluções que promova o melhoramento do desempenho dos alunos (Kuijpers, Houtveen, & Wubbels, 2010). Ou seja, é centrado nas aprendizagens dos alunos, enfatizando um ensino ativo, a avaliação, a observação e a reflexão, ao invés de discussões abstratas (Darling-Hammond, & Richardson, 2009). Isto requer dedicação constante (Bereiter & Scardamalia, 1986) e uma reflexão permanente (seção 2.1) e implica uma constante autoanálise, abertura de espírito, responsabilidade e empenho (Dewey, 1933) (seção 2.2.1).

Quando o desenvolvimento profissional é autodirigido promove no professor um empenho mais efetivo pois leva-o a refletir nas suas práticas e nas aprendizagens que proporciona aos seus alunos, numa aprendizagem reflexiva e numa metodologia de investigação-ação (Meng, 2014; Minott, 2010) (seção 2.1).

No nosso estudo iniciamos por promover a reflexão das práticas de ensino dos professores envolvidos recorrendo a um instrumento inovador denominado de narração multimodal (Lopes et al. 2014), de recolha e organização de dados sobre as suas práticas de ensino, de modo a que essas práticas profissionais pudessem estar no centro da atenção do

desenvolvimento profissional auto e heterodirigido, tendo como base evidências das suas próprias aulas. Ao se reverem nas suas próprias práticas e refletirem sobre elas os professores tomaram consciência do que faziam menos bem e sentiram necessidade de fazer melhor. Começaram a questionar-se como poderiam melhorar. Foi neste sentido que a disponibilização e explicação de ferramentas de ajuda relativas a determinadas dimensões da mediação (Lopes et al., 2012) tiveram, neste estudo, um contributo determinante. Estas ferramentas ajudaram os professores tanto nas fases de planeamento das suas aulas, como na sua execução e autoavaliação, contribuindo para melhorar a sua mediação e a qualidade da aprendizagem dos seus alunos. Como estas ferramentas eram do desconhecimento total dos professores A e B, implementou-se junto destes um desenvolvimento profissional heterodirigido suportado num ciclo de investigação-ação, que teve como referência as práticas de ensino do professor C. Durante o ciclo de investigação-ação, onde implementamos um desenvolvimento profissional heterodirigido, encaminhamos os professores para a ferramenta que melhor ajudasse a esclarecer as dúvidas apresentadas, fossem elas na escolha e condução da tarefa, no envolvimento produtivo dos alunos ou nas práticas epistémicas que se pretendiam desenvolver. Este encaminhamento era acompanhado com excertos de NM de aulas anteriores onde situação semelhante já se tivesse verificado, de modo a levar o professor a refletir e ponderar sobre o melhor modo de agir, tendo sempre em foco a promoção de PE diferentes e diversificadas nos seus alunos. Esta metodologia foi crucial para a mudança de determinados traços da mediação destes professores, tal como descrito no contributo 2.1. De um modo geral, as mudanças observadas mantiveram-se no ano seguinte, onde não houve qualquer intervenção externa pela parte do investigador, a não ser a necessária para a elaboração das NM relativas à 3ª fase do estudo. A consistência das práticas de ensino verificada na 3ª fase do nosso estudo teve como suporte o recurso às ferramentas de ajuda disponibilizadas durante a 2ª fase, desta vez por autonomia dos professores que a elas recorreram sempre que sentiram necessidade. Ou seja, verificou-se durante a 3ª fase um desenvolvimento profissional autodirigido, suportado por um prévio desenvolvimento profissional heterodirigido através de um ciclo de investigação-ação.

No entanto, esta consistência mostrou alguns constrangimentos quando o professor mudou de nível de ensino (professor B). O ciclo de investigação-ação decorreu em aulas do 3º Ciclo. Quando o professor B mudou para o ensino secundário, revelou ter uma maior dificuldade em selecionar tarefas adequadas para os temas em estudo, bem como na adaptação de estratégias para promover práticas epistémicas diferentes e consistentes. Apesar de ter conseguido padrões de mediação semelhantes aos obtidos na 2ª fase, este professor referiu ter

sentido mais dificuldades e ter sentido necessidade de um desenvolvimento heterodirigido também neste nível de ensino. Perante os resultados obtidos na 3ª fase do estudo, e as dificuldades mencionadas pelo professor B em tentar manter os mesmos padrões de mediação quando houve mudança de nível de ensino, podemos afirmar que houve uma remanescência do efeito da interação com o investigador aquando do ciclo de investigação-ação. Todavia, o efeito dessa interação, ainda que atenuado, não desapareceu na totalidade. O manter o acesso às NM e ferramentas foi, de certa forma e ainda que de forma indireta, uma ação do investigador pois permitiu que o professor acesse, em tempo real, do que se passava nas suas aulas.

5.3 Conclusões e implicações

Este estudo resultou da necessidade de investigar uma lacuna existente nesta área do conhecimento, mais concretamente como poderíamos ajudar os professores a melhorar as suas práticas de mediação com impacto nas práticas epistémicas dos alunos, num contexto de desenvolvimento profissional e tomando como referência as práticas de ensino de um professor com mais experiência.

Desenvolvemos uma investigação de natureza qualitativa, com três casos-estudo e com um ciclo de investigação-ação que serviu de suporte a um desenvolvimento profissional hétero e autodirigido tendo como base reflexões dos professores acerca das suas próprias aulas. Estas reflexões foram suportadas em narrações multimodais, um poderoso instrumento de recolha e organização de dados. Foram posteriormente o arranque para a melhoria das práticas de ensino dos professores envolvidos coadjuvado pela utilização de ferramentas de ajuda sobre determinadas dimensões da mediação que careciam de mudança e/ou aperfeiçoamento. Ou seja, promovemos a melhoria das práticas de ensino destes professores recorrendo a um processo de reflexão assente na mobilização articulada das narrações multimodais com as ferramentas de ajuda cedidas.

Este tipo de estudos, baseados em dados de sala de aula, não é muito frequente. A contribuição de um acervo diversificado de uma série de narrações multimodais sem observação direta e da identificação de diferentes padrões de mediação são já, por si sós, uma mais-valia para investigações desta natureza. No entanto contribuiu ainda com dados enriquecedores que podem facilitar outros estudos semelhantes relativos aos processos de ensino e aprendizagem de Ciências Físicas pois acrescenta conhecimento específico relativamente às questões de investigação levantadas como na seção anterior se exemplificaram. Verificamos que:

- Há traços da mediação que apresentam efeitos diferentes relativamente à promoção de práticas epistémicas (PE) nos alunos:
 - Traços que inibem as PE: transformar o trabalho solicitado em sucessivos pedidos de exemplos não explorados pelo professor; não se centrar num número manejável de situações físicas, não dando tempo de resposta aos alunos e dispersando-se na abordagem das mesmas; encaminhar os alunos apenas para os aspetos mecânicos das tarefas, curto-circuitando a própria tarefa bem como o trabalho em curso dos alunos;
 - Traços que promovem PE: modo como o professor encaminha o trabalho solicitado na sala de aula e o medeia; um certo modo de usar os mediadores.Estes traços (promovendo ou inibindo PE) predominam ainda que o trabalho solicitado aos alunos tenha potencialidades para promover PE.
- O desenvolvimento profissional dos professores ocorre pela mudança dos padrões das práticas de ensino. Em particular, a mudança de determinados traços de mediação, suportada num processo de reflexão assente nas Narrações Multimodais e ferramentas de ajuda, onde a interação com o investigador foi determinante, permitiu que as práticas de ensino dos professores evoluíssem no sentido de promoverem mais e melhores PE.
- O desenvolvimento profissional é consistente ao longo do tempo, ainda que se tenha verificado uma atenuação dos efeitos de uma intervenção externa para o desenvolvimento profissional quando ele cessa e quando há mudança de nível de ensino. O recurso às ferramentas de ajuda e o acesso às NM é determinante para a consistência da melhoria das práticas de ensino dos professores.

Deste modo, o presente trabalho aportou contributos importantes para a Didática das Ciências, não só pelo vasto número de narrações multimodais mas também pela identificação de práticas de ensino que promovem práticas epistémicas nos alunos que se desejam consistentes e diversificadas para promoverem aprendizagens de qualidade. Por outro lado, contribuiu também para ajudar os professores a refletir nas suas práticas de ensino diárias e levá-los a sentir necessidade de as melhorar no sentido de se enriquecerem profissionalmente. Os resultados mostram que quando os professores reconhecem que as suas práticas de ensino não promovem práticas de aprendizagens eficazes, refletem sobre elas e tendem a melhorá-las, ficando mais atentos às respostas dos alunos e melhorando com isso o seu desempenho profissional. Aumenta-lhes ainda a auto confiança dos seus saberes e tornam-nos mais versáteis

nas suas intervenções. Todos estes resultados são mais sólidos quando há partilha com outros profissionais.

Apesar de este estudo dar resposta às 3 questões de investigação propostas, as mesmas não podem ser consideradas definitivas. Como já referimos, a nossa investigação tem algumas limitações, nomeadamente no que concerne ao número de casos, anos de ensino e temáticas estudadas. Seria premente recolher mais evidências empíricas, nos diferentes níveis de ensino e, de preferência, em todas as unidades temáticas lecionadas no âmbito das Ciências Físicas. Seria também interessante envolver mais professores, com formações iniciais diferentes, em estudos semelhantes, tanto nos mesmos anos de ensino como nas mesmas temáticas. Esta diversidade contribuiria para melhorarmos e refinarmos o modelo de desenvolvimento profissional que começamos a desenvolver. Nós identificamos um conjunto de padrões de mediação. Verificamos, por um lado, existirem determinados traços de mediação comuns a professores com menos experiência que não promoveram práticas epistémicas nos alunos. Por outro lado, verificamos existirem determinados traços de mediação que surtiram o efeito desejado. Neste caso, com um professor com experiência em investigação didática. Mas será que contecera sempre deste modo? A experiência profissional e em investigação didática será determinante para apresentar padrões de mediação de qualidade superior? Como influenciarão os temas em estudo e os anos de escolaridade estes resultados? Surgirão novos padrões de mediação, novas práticas de ensino e novas práticas epistémicas? Poderá a intervenção do investigador ser melhorada com vista ainda a melhores resultados? Será essa intervenção sempre determinante ou haverá casos em que apenas o recurso às narrações multimodais e ferramentas de ajuda valham só por si, promovendo as reflexões necessárias e determinantes para a evolução das práticas de ensino dos professores?

Perante estas indagações cremos haver necessidade de estudos semelhantes, com um maior número de professores intervenientes e em diferentes níveis de ensino, nomeadamente ao nível do ensino secundário, uma vez que foi neste nível que identificamos alguns constrangimentos para a sustentação de padrões de mediação de qualidade superior. Também neste nível a diversidade de professores envolvidos parece-nos ser de máxima utilidade. Todavia, temos consciência que esta abrangência não será fácil de conseguir. Referimos a dificuldade por nós sentida para conseguirmos professores que se disponibilizassem para este estudo apesar de todos terem considerado o mesmo pertinente e interessante. Nós sabemos que, com a burocratização das escolas, os professores têm cada vez menos tempo para se dedicarem

a estudos de investigação. Sabemos também que a elaboração de narrações multimodais é um processo extremamente moroso. Por conseguinte, um modo de assegurarmos a viabilidade a longo prazo de estudos desta natureza, é continuar a desenvolver modos de divulgação do que já foi criado no âmbito deste estudo e do projeto de investigação onde teve origem, bem como promover nas escolas ações que incitem mais professores a envolverem-se em estudos semelhantes, assumindo a comunidade escolar todo o apoio necessário de forma sistemática e sustentada para que tal possa ocorrer. Se tal acontecer este modelo de desenvolvimento profissional poderá ser enriquecido e de uso mais difundido.

REFERÊNCIAS

- Abril, O. L. C., & Nardi, R. (2015). Os “objetos de estudo” da pesquisa em ensino de física segundo pesquisadores brasileiros. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(2), 414–433.
- Alarcão, I. (1996). Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. *Revista da Faculdade de Educação*, 22(2), 11-42.
- Almeida, A. M. F. G. (1995). *Trabalho experimental na educação em ciência: epistemologia, representações e práticas dos professores*, PhD thesis, Universidade Nova de Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Alonso-Tapia, J. (1999). *Motivação em sala de aula (A)*. Edições Loyola.
- Alonso-Tapia, J., & Pardo, A. (2006). Assessment of learning environment motivational quality from the point of view of secondary and high school learners. *Learning and Instruction*, 16(4), 295-309.
- Alsop, S., Bencze, L., & Pedretti, E. (2004). *Analysing exemplary science teaching*. McGraw-Hill Education (UK).
- Anderson, M. L. (2006). Cognitive science and epistemic openness. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 5(2), 125-154.
- Arons, A. B., & Redish, E. F. (1997). *Teaching introductory physics* (Vol. 22). New York: Wiley.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20.
- Bakhtin, M. (1992). Os gêneros do discurso. *Estética da criação verbal*, 4, 261-306.
- Bakhtin, M. (1986). *Speech genres and other late essays*.
- Bakkenes, I., Vermunt, J. D., & Wubbels, T. (2010). Teacher learning in the context of educational innovation: Learning activities and learning outcomes of experienced teachers. *Learning and Instruction*, 20(6), 533-548.
- Beattie, M. (2000). Narratives of professional learning: Becoming a teacher and learning to teach. *The Journal of Educational Enquiry*, 1(2), 1-22.
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 107-128.
- Beijaard, D., & Verloop, N. (1996). Assessing teachers' practical knowledge. *Studies in Educational Evaluation*, 22(3), 275-286.

- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The case research strategy in studies of information systems. *MIS quarterly*, 369-386.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1986). Educational relevance of the study of expertise. *Interchange*, 17(2), 10-19.
- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082-1112.
- Berliner, D. C. (1986). In pursuit of the expert pedagogue. *Educational Researcher*, 15(7), 5-13.
- Biggs, J. B. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does*. McGraw-Hill Education (UK).
- Bolhuis, S. (2003). Towards process-oriented teaching for self-directed lifelong learning: a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 13(3), 327-347.
- Bot, L., Gossiaux, P. B., Rauch, C. P., & Tabiou, S. (2005). ‘Learning by doing’: a teaching method for active learning in scientific graduate education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 105-119.
- Bradforth, S. E., Miller, E. R., Dichtel, W. R., Leibovich, A. K., Feig, A. L., Martin, D., ... & Smith, T. L. (2015). Improve undergraduate science education: It is time to use evidence-based teaching practices at all levels by providing incentives and effective evaluations. *Nature*, 523(7560), 282–285.
- Branco, M. J. (2017). The Role of Tools to Aid Teacher Mediation in Teacher Professional Development. In Lopes, J.B, Cravino, J. P., Cruz, E. S., & Barbot, A. (Eds.), *Teacher Science: Contributions of Research for Planning, Practice and Professional Development* (pp. 355-372). Nova Science Publishers.
- Branco, M. J. (2005). “*Propriedades e Aplicações da Luz*” – *Concepção de um currículo didáctica e epistemologicamente fundamentado e sua avaliação*, Tese de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Branco, M. J., Magalhães, R., Ferreira, A., Lopes, J.B., & Cravino, J.P. (2009). Narrações de aulas: um estímulo ao desenvolvimento profissional? In Paixão, F & F. R. Jorge (Eds.), *Actas do XIII Encontro Nacional de Educação Científica*, (pp. 740-749). Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Bransford, J., Derry, S., Berliner, D., Hammerness, K., & Beckett, K. L. (2005). Theories of learning and their role in teaching. In L. Darling-Hammond, & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world*, (pp. 40-87). S. Francisco: Jossey Bass.
- Bransford, J. D., Vye, N., Kinzer, C., & Risko, V. (1990). Teaching thinking and content knowledge: Toward an integrated approach. In B. F. Jones & L. Idol (Eds.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, (pp. 381- 413). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

- Bredeson, P. V. (2002). The architecture of professional development: Materials, messages and meaning. *International Journal of Educational Research*, 37(8), 661-675.
- Brickhouse, N., & Bodner, G. M. (1992). The beginning science teacher: Classroom narratives of convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471-485.
- Bronckart, J. P. (1997). *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionisme socio-discursif*. Delachaux & Niestlé.
- Brookfield, S. D. (1995). *Becoming a Critically Reflective Teacher*. Jossey-Bass Higher and Adult Education Series. Jossey-Bass, Inc., 350 Sansome St., San Francisco, CA 94104.
- Brown, H. I. (1979). *Perception, theory, and commitment: The new philosophy of science*. University of Chicago Press.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brown, S., & McIntyre, D. (1981). An Action-Research Approach to Innovation in Centralized Educational Systems†. *European Journal of Science Education*, 3(3), 243-258.
- Burbank, M. D., & Kauchak, D. (2003). An alternative model for professional development: Investigations into effective collaboration. *Teaching and Teacher Education*, 19(5), 499-514.
- Butler, D. L., Lauscher, H. N., Jarvis-Selinger, S., & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self-regulation in teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 435-455.
- Buty, C., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J. F. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26(5), 579-604.
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Martínez-Terrades, I. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico do conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico, *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Calderhead, J., & Gates, P. (Eds.). (2003). *Conceptualising reflection in teacher development*. Routledge.
- Capobianco, B. M. (2007). Science teachers' attempts at integrating feminist pedagogy through collaborative action research. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 1-32.

- Carlsen, W. S. (1993). Teacher knowledge and discourse control: Quantitative evidence from novice biology teachers' classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 471-481.
- Carrara, M., Cherubini, P., & Giaretta, P. (2006). Symposium on "Cognition and Rationality: Part I". *Mind & Society*, 5(2), 167-171.
- Charaudeau, P., & Maingueneau, D. (2014). *Dicionário de análise do discurso*. São Paulo: Contexto.
- Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Christiansen, B., & Walther, G. (1986). Task and activity. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 243-307). Dordrecht: D. Reidel.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Clemente, M., & Ramírez, E. (2008). How teachers express their knowledge through narrative. *Teaching and Teacher Education*, 24(5), 1244-1258.
- Clement, M., & Vandenberghe, R. (2000). Teachers' professional development: a solitary or collegial (ad) venture?. *Teaching and Teacher Education*, 16(1), 81-101.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24, 249-305.
- Cochran-Smith, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272.
- Cochran-Smith, M., McQuillan, P., Mitchell, K., Terrell, D. G., Barnatt, J., D'Souza, L., ... & Gleeson, A. M. (2012). A Longitudinal Study of Teaching Practice and Early Career Decisions A Cautionary Tale. *American Educational Research Journal*, 49(5), 844-880.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honour of Robert Glaser*, (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: LEA.
- Connelly, F. M., Clandinin, D. J., & He, M. F. (1997). Teachers' personal practical knowledge on the professional knowledge landscape. *Teaching and Teacher Education*, 13(7), 665-674.
- Cook, S. D., & Brown, J. S. (1999). Bridging epistemologies: The generative dance between organizational knowledge and organizational knowing. *Organization Science*, 10(4), 381-400.

- Craig, C. J. (2011). Narrative inquiry in teaching and teacher education. In K. Julian, P. Darlene Ciuffetelli, & P. Debbie (Eds.), *Advances in Research on Teaching* (vol. 13) (pp. 19-42). Bingley: Emerald Group.
- Craig, C. J. (1997). Telling stories: Accessing beginning teacher knowledge. *Teaching Education*, 9(1), 61-68.
- Cravino, J. P. (2004). *Ensino da Física Geral nas Universidades Públicas Portuguesas e sua Relação com o Insucesso Escolar - Caracterização do Problema e Desenho, Implementação e Avaliação de uma Intervenção Didáctica*, PhD Thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Crawford, T. (2005). What counts as knowing: Constructing a communicative repertoire for student demonstration of knowledge in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 139-165.
- Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C. (2000). Ways of Knowing beyond Facts and Laws of Science: An Ethnographic Investigation of Student Engagement in Scientific Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 237-258.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.
- Crossouard, B. (2009). A sociocultural reflection on formative assessment and collaborative challenges in the states of Jersey. *Research Papers in Education*, 24(1), 77-93.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357.
- Cunha, A. E. (2015). *Construção de práticas de referência no Ensino da Física para o Ensino Secundário*. PhD Thesis. UTAD, Vila Real.
- Cunha, A. E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. A. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1).
- Dallmer, D. (2004). Collaborative relationships in teacher education: A personal narrative of conflicting roles. *Curriculum Inquiry*, 34(1), 29-45.
- Danish, J. A., & Enyedy, N. (2007). Negotiated representational mediators: How young children decide what to include in their science representations. *Science Education*, 91(1), 1-35.
- Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Research review/teacher learning: What matters. *Educational Leadership*, 66(5), 46-53.
- Day, C. (1999). *Developing teachers: The challenges of lifelong learning*. London: Falmer.

- Dewey, J. (1933). *How we think*. London: Heath.
- Doyle, W. (1990). Themes in teacher education research. In W. R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 3-24). New York: Macmillan.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duit, R. (2000, November). A model of educational reconstruction as a framework for designing and validating teaching and learning sequences. In Martine Méheut & Dimitris Psillos (Org.), *International Symposium "Designing and Validating Teaching-Learning Sequences in a Research Perspective"*, Paris.
- Duit, R., Mikelskis-Seifert, S., & Wodzinski, C. T. (2007). Physics in context—a program for improving physics instruction in Germany. In R. Pintó (Ed.), *Contributions from science education research* (pp. 119-130). Springer Netherlands.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22(9), 2109-2139.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine, registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang, Suisse.
- Elmesky, R., & Tobin, K. (2005). Expanding our understandings of urban science education by expanding the roles of students as researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 807-828.
- Elsie, R. (2000). Teaching Genres: A Bakhtinian Approach. *Anthropology & Education Quarterly*, 31(3), 260-282.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of education and work*, 14(1), 133-156.
- Engle, R. A., & Conant, F. R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483.
- Etkina, E. (2000). Weekly reports: A two-way feedback tool. *Science Education*, 84(5), 594-605.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2007). Cooperative learning. In P. A. Mabrouck (Ed.), *Active learning: Models from the analytical sciences* (Vol. Chapter 4) (pp. 34-53). Washington, DC: American Chemical Society: ACS Symposium Series 970.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*, 34(1), 26-39.

- Fernández-Balboa, J. M., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 293-306.
- Franke, M. L., Carpenter, T., Fennema, E., Ansell, E., & Behrend, J. (1998). Understanding teachers' self-sustaining, generative change in the context of professional development. *Teaching and Teacher Education*, 14(1), 67-80.
- Freidus, H. (1997). The telling of story: Teachers Knowing What They Know; Paper presented at The Annual Meeting of the American Educational Research Association (Chicago. IL, March).
- Freire, A. M. (2005). Ensino da física para os alunos da escolaridade obrigatória. *Itinerários: Investigar em Educação*, 145-154.
- Freire, A. M. (2004). Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. *Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação*. Lisboa: Ministério da Educação, 265-280.
- Fullan, M. (1990). Staff development, innovation, and institutional development. In B. Joyce (Ed.), *School Culture Through Staff Development* (pp. 3-25). Virginia: ASCD.
- Galvão, C. (2002). O ensino das Ciências Físicas e Naturais no contexto da Reorganização Curricular. *Boletim da APPBG*, 17, 7-15.
- Galvão, C. (Coord.). (2001). "Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares – 3º Ciclo". Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica.
- Georgakopoulou, A. (2006). Thinking big with small stories in narrative and identity analysis. *Narrative Inquiry*, 16(1), 122-130.
- Gibbs, G. (2000). Improving Student Learning Through Assessment. *Journal of Geography in Higher Education*, 27(2), 123-132.
- Gillentine, J. (2006). Understanding early literacy development: The impact of narrative and reflection as tools within a collaborative professional development setting. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 27(4), 343-362.
- Goodfellow, J. (2000). Knowing from the inside: Reflective conversations with and through the narratives of one cooperating teacher. *Reflective Practice*, 1(1), 25-42.
- Gore, J. M., & Zeichner, K. M. (1991). Action research and reflective teaching in preservice teacher education: A case study from the United States. *Teaching and Teacher Education*, 7(2), 119-136.
- Grimmett, P. P., & MacKinnon, A. M. (1992). Craft knowledge and the education of teachers. In G. Grant (Ed.), *Review of Research in education* (Vol. 18) (pp. 385-456). Washington: AERA.

- Guskey, T. R., & Sparks, D. (2002). Linking professional development to improvements in student learning. *Research linking teacher preparation and student performance*, 12(11).
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempo de mudança: O trabalho e a cultura dos professores na idade pós moderna*. Lisboa: Mc Graw-Hill.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. S., & Simon, S. (2008). Evidence-based professional development of science teachers in two countries. *International Journal of Science Education*, 30(5), 577-591.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23-48.
- Herrington, J., Reeves, T. C., & Oliver, R. (2006). Authentic tasks online: A synergy among learner, task, and technology. *Distance Education*, 27(2), 233-247.
- Hoadley, C. M., & Linn, M. C. (2000). Teaching science through online, peer discussions: Speak Easy in the Knowledge Integration Environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 839-857.
- Hoyle, E., & John, P.D. (1995). *Professional knowledge and professional practice*. London: Cassel.
- Hundhausen, C. D. (2002). Integrating algorithm visualization technology into an undergraduate algorithms course: ethnographic studies of a social constructivist approach. *Computers & Education*, 39(3), 237-260.
- Jagger, S. L., & Yore, L. D. (2012). Mind the gap: Looking for evidence-based practice of science literacy for all in science teaching journals. *Journal of Science Teacher Education*, 23(6), 559-577.
- Jenlik, P. M.; Kinnucan-Welsch, K. (2001). Case stories facilitating professional development, *Teaching and Teacher Education*, 17, 705-724.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2006). A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. *Educação em Revista*, 43, 13-33.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Brocos, P. (2015). Methodological challenges in argumentation research in science education. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 17(SPE), 139-159.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Mortimer, E.F., Silva, A.C.T., Bustamante, J. D. (2008, Março). Epistemic Practices: an analytical framework for science classrooms. Paper presented to AERA, New York City.

- Jiménez-Aleixandre, M.P., Pereiro-Muñoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management, *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171 – 1190.
- Jiménez-Aleixandre, M., & Reigosa, C. (2006). Contextualizing Practices Across Epistemic Levels in the Chemistry Laboratory, *Science Education*, 90(4), 707-733.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Reigosa, C. C., & Gallástegui-Otero, J. R. (2000). Designing Teaching Sequences to Promote Argument and Reasoning. In Martine Méheut & Dimitris Psillos (Orgs.), *Designing and Validating Teaching-Learning Sequences*, Paris Nov. 2000.
- Johnson, G. (2001). Teacher Reflection Narratives: a poststructural approach, *Journal of Education for Teaching*, 27(2), 199-200.
- Johnson, K. E. (2007). Tracing teacher and student learning in teacher-authored narratives, *Teacher Development*, 11(2), 175-188.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Kelchtermans, G. (1995). A utilização da biografia na formação de professores. *Aprender*, 28, 5-20.
- Kelly, G. J. (2014). Inquiry teaching and learning: Philosophical considerations. In M. R. Matthews (Ed.), *Handbook of historical and philosophical studies in science education* (pp. 1363–1380). Netherlands.: Springer.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity, and epistemic practice. *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*, 99-117.
- Kelly, G.J. (2005). Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. Paper presented at the *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, NJ.
- Kelly, G. J., Brown, C., & Crawford, T. (2000). Experiments, contingencies and curriculum: Providing opportunities for learning through improvisation in science teaching. *Science Education*, 84(5), 624–657.
- Kelly, G. J., & Chen, C. (1999). The sound of music: constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse, *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 883–915.
- Kelly, G. J., Chen, C., & Crawford, T. (1998). Methodological Considerations for studying Science-in-the-making In Educational Settings, *Research in Science Education*, 28(1), 23-49.
- Kelly, G. J., & Crawford, T. (1997). An ethnographic investigation of the discourse processes of school science, *Science Education*, 81, 533–559.

- Kelly, G. J., & Duschl, R. A. (2002, April). Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper presented at the *annual meeting of NARST*. New Orleans, LA.
- Kelly, G. J., McDonald, S., & Wickman, P. O. (2012). Science learning and epistemology. In *Second international handbook of science education* (pp. 281-291). Springer Netherlands.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Klassen, S. (2006). Contextual Assessment in Science Education: Background, Issues, and Policy, *Science Education*, 90, 820-851.
- Knuuttila, T. (2005). Models, Representation, and Mediation. *Philosophy of Science*, 72(5), 1260-1271.
- Korthagen, F. A. J. (2004). In search of the essence of a good teacher: towards a more holistic approach in teacher education, *Teaching and Teacher Education*, 20, 77–97.
- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. (1998). *Teaching children science: A project-based approach*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Kramp, M. K. (2004). Exploring life and experience through narrative inquiry. In M. Kathleen De & S. D. Lapan (Eds.), *Foundations for research: methods of inquiry in education and the social sciences*. New Jersey: Erlbaum.
- Kuijpers, J. M., Houtveen, A. A. M., & Wubbels, T. (2010). An integrated professional development model for effective teaching. *Teaching and Teacher Education*, 26(8), 1687-1694.
- Kung, R. L., Kung, P., & Linder, C. (2005). Equipment issues regarding the collection of video data for research. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 1(1), 010105-1/010105-9.
- Labov, W. (2006). Narrative pre-construction. *Narrative Inquiry*, 16(1), 37-45.
- Labrie, A., Brdarevic, V., & Russel, T. (2000). Shared Reflections on a Teacher Education Practices: teaching and learning in a pré-service physics method course. *Reflective Practice*, 1(2), 231-245.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & Education*, 12, 91-113.
- Lebow, D., & Wager, W.W. (1994). Authentic activity as a model for appropriate learning activity: Implications for emerging instructional technologies. *Canadian Journal of Educational Communication*, 23(3), 231-144.

- Leinhardt, G., & Smith, D.A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77, 247-271.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. London: Ablex Publishing.
- Lewis, P.J. (2004). Trying to teach well: a story of small discoveries. *Teaching and Teacher Education*, 20(3), 231-242.
- Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163.
- Lijnse, P., Klassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching–learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537-554.
- Longino, H. E. (1990). *Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry*. Princeton University Press.
- Lopes, J. B (2017). Researching Science Teaching Practices in the Classroom over Two Decades: What Matters?. In Lopes, J.B, Cravino, J. P., Cruz, E. S., & Barbot, A. (Eds.), *Teacher Science: Contributions of Research for Planning, Practice and Professional Development* (pp. 1-26). Nova Science Publishers.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física [To learn and to teach physics]*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lopes, J. B., Branco, M. J., & Jiménez-Aleixandre (2011). ‘Learning Experience’ Provided by Science Teaching Practice in a Classroom and the Development of Students’ Competences. *Research in Science Education*, 41(5), 787-809.
- Lopes, J. B., Cunha, A.E. (2017). Self-directed professional to improve effective teaching: Key points for a model. *Teaching and Teacher Education*, 68, 262-274.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Santos, C. A., Cunha, A. E., Pinto, A., Silva, A., Viegas, C., Saraiva, E., Branco, M. J. (2014). Constructing and Using Multimodal Narratives to Research in Science Education: Contributions Based on Practical Classroom. *Research in Science Education*, 44(3), 415-438.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., Pinto, A., Silva, A., Santos, C. A. (2012). Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promover a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento profissional dos professores. *Sensos*, 2(1), 125-171.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva, A. A. (2010a). *A Model for Effective Teaching in Science and Technology (Metilost)*. New York: Nova Science Publishers, Inc.

- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., Pinto, A., Silva, A., & Santos, C. A. (2010b). *Investigação sobre a Mediação de Professores de Ciências Físicas em sala de aula*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Minerva Transmontana, Tipografia, Lda. Vila Real.
- Lopes, J. B., Viegas, C., & Cravino, J. P. (2010c). Improving the Learning of Physics and Development of Competences in Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 26(3), 612-627.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., Branco, M., Saraiva, E., & Silva, A. A. (2008). Mediation of student learning: dimensions and evidences in science teaching. *PEC 2008 - Problems of Education in the 21st Century*, 9, 42-52.
- Lopes, J. B., & Costa, N. (2007). The evaluation of modelling competences: difficulties and potentials for the learning of the sciences. *International Journal of Science Education*, 29(7), 811-851.
- Luke, N., Rogers, C. (2015). Responding to uncertainty: teacher educator professional development trough co-teaching and collaborative reflection. *TeacherRresearch: Integrating Action, Observation, and Reflection*, 8(2), 245-260.
- Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- Macedo, M.S.A.N. (2005). *Interações nas práticas de letramento: o uso do livro didático e a metodologia de projetos*. São Paulo: Martins Fontes.
- MacNealy, M. S. (1997). Toward better case study research. *IEEE Transactions on professional Communication*, 40(3), 182-196.
- Magnani, L. (2004a). Reasoning through doing. Epistemic mediators in scientific discovery. *Journal of Applied Logic*, 2(4), 439-450.
- Magnani, L. (2004b). Creative Abduction as Active Shaping of Knowledge. Epistemic and Ethical Mediators. Presented at the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Chicago.
- Maingueneau, D. (2004). Diversidade dos géneros do discurso. In Machado, I.L; Melo, R (org) *Gêneros: reflexões em análise do discurso*. Belo Horizonte: FALE – Faculdade de Letras.
- Mariotti, M. A. (2000). Introduction to proof: The mediation of a dynamic software environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-2), 25-53.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41, 3-11.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice: the discipline of noticing*. New York: Routledge.

- Masuda, A. M., Ebersole, M. M., & Barret, D. (2013). A Qualitative Inquiry: Teacher's Attitudes and Willingness to Engage in Professional Development Experiences at Different Career Stages. *International Journal for Professional Educators*, 79(2), 6-14.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction, a user's manual*. New Jersey: Prentice Hall.
- McCotter, S. S. (2001). Collaborative groups as professional development. *Teaching and Teacher Education*, 17, 685-704.
- McEwan, H. (1997). The Functions of Narrative and Research on Teaching. *Teaching and Teacher Education*, 13 (1), 85-92.
- McNiff, J. (2013). *Action research: Principles and practice*. Routledge.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons: social organization in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard. University Press.
- Méheut, M. (2000). Teaching Sequences and Research: A Dual Perspective. In Martine Méheut & Dimitris Psillos (Orgs.), *Designing and Validating Teaching-Learning Sequences*, Paris Nov. 2000.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal Science Education*, 26(5), 515-535.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70(6), 639-654.
- Melville, W. (2008). Mandated curriculum change and a science department: a superficial language convergence?. *Teaching and Teacher Education*, 24(5), 1185-1199.
- Meng, K. (2014, March). A Research on Self-Directed Professional Development of a Teacher of TESOL in Chinese Context. In *2014 International Conference on Global Economy, Finance and Humanities Research (GEFHR 2014)*. Atlantis Press.
- Mercer, N. (2000). *Words and minds: How we use language to think together*. Psychology Press.
- Mezirov, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. S. Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Milner, H. R. (2008). Disrupting deficit notions of difference: Counter-narratives of teachers and community in urban education. *Teacher and Teacher Education*, 24, 1573-1598.
- Minott, M. A. (2010). Reflective teaching as self-directed professional development: building practical or work-related knowledge. *Professional Development in Education*, 36, 325-338.
- Mitchell, S. N., Reilly, R. C., & Logue, M. E. (2009). Benefits of collaborative action research for the beginning teacher. *Teaching and Teacher Education*, 25(2), 344-349.

- Moran, M. J. (2007). Collaborative action research and project work: Promising practices for developing collaborative inquiry among early childhood preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 23, 418-431.
- Moreira, M. A. L. (2001). A investigação-acção na formação reflexiva do professor-estagiário de Inglês. *Ciências da educação*.
- Morge, L., & Buty, C. (2014). L'énergie: Vers des recherches plurididactiques. RDST. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 10, 9–34.
- Morine-Dersheimer, G. & Kent, T. (2003). The Complex Nature and Sources of Teachers' Pedagogical Knowledge. In J. Gess-Newsome (Ed.), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and the its Implications for Science Education* (pp. 21-50). New York: Kluwer Academic Publisher.
- Mortimer, E. F. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill International.
- Mortimer, E. F., & de Araújo, A. O. (2014). Using productive disciplinary engagement and epistemic practices to evaluate a traditional Brazilian high school chemistry classroom. *International Journal of Educational Research*, 64, 156-169.
- Mortimer, E. F., Massicame, T., Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*, 1, 53-94.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino (Discourse activity in the science classroom: a socio-cultural analytical and planning tool for teaching). *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283-306.
- Nettle, E. B. (1998). Stability and change in the beliefs of student teachers during practice teaching. *Teaching and Teacher Education*, 14(2), 193-204.
- Newman, F. M., & Wehlage, G. G. (1993). Standards for authentic instruction. *Educational Leadership*, 50, 8-12.
- Nicaise, M., Gibney, T., & Crane, M. (2000). Toward an understanding of authentic learning: student perceptions of an authentic classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 9, 79-94.
- Nordmann, A. (2007). Collapse of Distance: Epistemic Strategies of Science and Technoscience. In F. Collin (Ed.), *Danish Yearbook of Philosophy* (Vol. 41, pp. 7-34). Copenhagen: Museum Tusculanum Press.
- Nordmann, A. (2006). Collapse of distance: epistemic strategies of science and technoscience. *Dan Yearb Philos*, 41, 7-34.

- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Pardo Merino, A., & Alonso Tapia, J. (1990). Motivar en el aula. *Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma*.
- Pea, R. D. (2004). The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423-451.
- Pedrosa de Jesus, H., Francislê, N., Teixeira-Dias, J. J., & Watts, M. (2005). Organising the Chemistry of question-based learning: a case study. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 179-193.
- Pedrosa de Jesus, H., Teixeira-Dias, J. J., & Watts, M. (2003). Questions of chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(8), 1015-1034.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Philips, S. U. (1983). *The Invisible Culture: Communication in Classroom and Community on the Warm Springs Reservation*. Longman, Inc., 1560 Broadway, New York, NY 10036.
- Polman, J. L., & Pea, R. D. (2001). Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85(3), 223-238.
- Postholm, M. B. (2008). Teachers developing practice: Reflection as key activity; *Teaching and Teacher Education*, 24(7), 1717-1728.
- Powell, R. (1994). From field science to classroom science: A case study of constrained emergence in a second-career science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 273-291.
- Psillos, D., Tselves, V., Kariotoglou, P., (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. *Journal of Science Education*, 26(5), 555-578.
- Ramsden, P. (1991). A Performance Indicator of Teaching Quality in Higher Education: The Course Experience Questionnaire. *Studies In Higher Education*, 16, 129-150.
- Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics With the Physics Suite*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Redish, E. F., & Steinberg, R. N. (1999). Teaching Physics: Figuring Out What Works *Physics Today*, 52, 24-30.
- Reeves, T.C., & Reeves, P.M. (1997). Effective dimensions of interactive learning on the World Wide Web. In B.H. Khan (Ed.), *Web-based instruction* (pp. 59-66). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.

- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematising Student Work. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273-304.
- Resnick, L. (1987). *Education and learning to think*. Washington, DC: National Academy Press.
- Reveles, J., Cordova, R., & Kelly, G. (2004). Science Literacy and Academic Identity Formulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1111-1144.
- Reveles, J. M., Kelly, G. J., & Durán, R. P. (2007). A sociocultural perspective on mediated activity in third grade science. *Cultural Studies of Science Education*, 1(3), 467-495.
- Richardson, V. (1996). The Role of Attitudes and Beliefs in Learning to Teach. In J. Sikula; T. Buttery & E. Guyton (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 102-119). New York: Macmillan.
- Richter, T., & Schmid, S. (2010). Epistemological beliefs and epistemic strategies in self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 5(1), 47-65.
- Richter, D., Kunter, M., Klusmann, U., Lüdtke, O., & Baumert, J. (2014). Professional development across the teaching career. In *Teachers' professional development* (pp. 97-121). SensePublishers.
- Rockwell, E. (2000). Teaching genres: a Bakhtinian approach. *Anthropology & Education Quarterly*, 31(3), 260-282.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 197-223.
- Roth, W. M. (1993). Metaphors and Conversational Analysis as Tools in Reflection on Teaching Practice: Two Perspectives on Teacher-Student Interactions in Open-Inquiry Science. *Science Education*, 77 (4), 351-373.
- Roth, W. M., & Lawless, D. (2002). Science, culture, and the emergence of language. *Science Education*, 86(3), 368-385.
- Rowan, B., Camburn, E., & Correnti, R. (2004). Using teacher logs to measure the enacted curriculum: a study of literacy teaching in third-grade classrooms. *The Elementary School Journal*, 105(1), 75-101.
- Rudduck, J. (1991). *Innovation and change: Developing involvement and understanding*. Open University.
- Ruprecht, R. (2008). How to Guarantee Quality in Education, *Problems of Education in the 21st Century*, 7, 107-118.
- Rust, F. O`C. (1999). Professional conversations: new teachers explore teaching through conversation, story, and narrative. *Teaching and Teacher Education*, 15, 367-380.

- Sabella, M. S., & Redish, E. F. (2007). Knowledge organization and activation in physics problem solving. *American Journal of Physics*, 75(11), 1017-1029.
- Samarapungavan, A., Westby, E. L., & Bodner, G. M. (2006). Contextual Epistemic Development in Science: A Comparison of Chemistry Students and Research Chemists. *Science Education*, 90, 468-495.
- Sanches, I. (2005). Compreender, Agir, Mudar, Incluir. Da investigação-acção à educação inclusiva. *Revista lusófona de educação*, 5(5).
- Sanders, L.R., Borko, H., & Lockard, J.D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching science courses in and out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, 3, 723-736.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding Students' Practical Epistemologies and Their Influence on Learning Through Inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.
- Sandoval, W. A. (2001, April). Students' uses of data as evidence in scientific explanations. In *Annual Meeting of the American Educational Research Assn*, Seattle, WA.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Sandoval, W.A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.
- Saraiva, E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. A. (2012). How do teachers of physical sciences with different professional experiences use visual representations with epistemic functions in the classroom. *Problems of Education in 21st Century*, 42, 97-114.
- Sasseron, L. H., & Duschl, R. A. (2016). Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: O papel do professor e o engajamento dos estudantes/Science Teaching and epistemic practices: teachers' role and students' engagement. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 52.
- Schön, D. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Org.), *Os professores e a sua formação*. Lisboa: D. Quixote e IIE.
- Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner*. São Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*. London: Basic Books.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.

- Serrazina, L. (1998). *Teacher`s professional development in a period of radical change in primary mathematics education in Portugal*. PhD thesis, Universidade de Londres. Lisboa. APM.
- Shank, M. J. (2006). Teacher storytelling: a means for creating and learning within a collaborative space. *Teaching and Teacher Education*, 22, 711-721.
- Shepardson, D., Britsch, S. (2006). Zones of Interaction: Differential Access to Elementary Science Discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 443-466.
- Shulman, L.S. (1992). Renewing the pedagogy of teacher education: The impact of subject-specific conceptions of teaching. In L. Montero & J. Vez (Eds.) *Las didácticas específicas en la formacion del profesorado* (pp. 53-69). Santiago de Compostela: Tórculo Edicións.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Silva, J. (2001). *Concepção e práticas dos professores relativas ao trabalho experimental no ensino da Física* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Silva, A. C. T., & Mortimer, E. F. (2007). Caracterizando estratégias enunciativas de uma aula de química: Uma análise sobre os gêneros do discurso – Parte 1: Dados Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. Anais eletrônicos... Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Sinclair, J. M.; Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: the English used by teachers and pupils*. London: Oxford University Press.
- Soebari, T. S., & Aldridge, J. M. (2015). Using student perceptions of the learning environment to evaluate the effectiveness of a teacher professional development programme. *Learning Environments Research*, 18(2), 163-178.
- Song, L., Hannafin, M. J., Hill, J. R. (2007). Reconciling beliefs and practices in teaching and learning. *Educational Technology Research and Development*, 55, 27-50.
- Sparks, D. & Louks-Horsley, S. (1990). Models of Staff Development. In W. R. Houston (ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 234-251). New York: McMillan Pub.
- Stake, R. E. (2013). *Multiple case study analysis*. New York: Guilford Press.

- Stein, S. J., Isaacs, G., & Andrews, T. (2004). Incorporating authentic learning experiences within a university course. *Studies in Higher Education*, 29(2), 239-258.
- Stinner, A. (1994). Providing a contextual base and a theoretical structure to guide the teaching of high school physics. *Physics Education*, 29(6), 375-381.
- Takao, A. Y., & Kelly, G. J. (2003). Assessment of evidence in university students' scientific writing. *Science & Education*, 12(4), 341-363.
- Tan, A. L., & Towndrow, P. A. (2009). Catalyzing student–teacher interactions and teacher learning in science practical formative assessment using digital video technology. *Teaching and Teacher Education*, 25(1), 61-67.
- Thompson, A. (1992). Teacher`s beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.) *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York, NY: Macmillan.
- Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Studying Science Teaching Practices in Relation to Learning: Time Scales of Teaching Phenomena. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 59-75). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Tiberghien, A., Buty, C., & Le Maréchal, J. F. (2005, April). Physics teaching sequences and students' learning. In *Science and technology Education at cross roads: meeting the challenges of the 21st century. The second conference of edife and the second ioste symposium in southern Europe* (pp. 25-55). Athènes: Association for Science Education
- Tillema, H. H. (2000). Belief change towards self-directed learning in student teachers: Immersion in practice or reflection on action. *Teaching and Teacher Education*, 16(5), 575-591.
- Tillema, H., & Orland-Barak, L. (2006). Constructing knowledge in professional conversations: The role of beliefs on knowledge and knowing. *Learning and instruction*, 16(6), 592-608.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Valero, P. (2002). The myth of active learner: from cognitive to social-political interpretations of students in mathematics classrooms. In P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), *Proceedings of the third International Mathematics Education and Society Conference* (pp. 489-500). Copenhagen: Centre for Research in Learning Mathematics.
- Van Zee, E. H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190.
- Verloop, N. (1992). Praktijkkenis van docenten: Een blinde vlek van de onderwijskund [Craft knowledge of teachers: A blind spot in educational research]. *Pedagogische Studien*, 69, 410-423.

- Vermunt, J. D., Bakkenes, I., Brekelmans, M., & Wubbels, T. (2008). Personal and contextual factors and secondary school teachers' adaptation of innovation. In *11th International Conference on Motivation (August 2008), Turku, Finland*.
- Vermunt, J. D., & Endedijk, M. D. (2011). Patterns in teacher learning in different phases of the professional career. *Learning and individual differences*, 21(3), 294-302.
- Vieira, F. (1995). A autonomia na aprendizagem das línguas. In *Ciências da educação: Investigação e ação, Actas do II Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação* (Vol. I, pp. 235-243). Porto: SPCE.
- Viennot, L. (2006). Teaching rituals and students' intellectual satisfaction. *Physics Education*, 41(5), 400-408.
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher Professional Development: an international review of literature*. Paris: UNESCO/International Institute for Educational Planning.
- Volkman, M. J., & Zgagacz, M. (2003). Learning to teach Physics through inquiry: the lived experience of a graduate teaching assistant. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 584-602.
- Vygotsky, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. (P. Bezerra, Trad.). São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora, Lda.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society - Development of Higher Psychological Process*.
- Walberg, H. J., Fraser, B. J., & Welch, W. W. (1986). A test of a model of educational productivity among senior high school students. *The Journal of Educational Research*, 133-139.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. Oxford University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: Sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.
- Westbury, I., Hopmann, S., Riquarts, K. (Ed). (2000). *Teaching as reflective practice: the German didactic tradition*. New york: Erlbaum; Routledge.
- Winch, C., Oancea, A., & Orchard, J. (2015). The contribution of educational research to teachers' professional learning: philosophical understandings. *Oxford Review of Education*, 41(2), 202-216.
- Whitelegg, E.; Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34(2), 68-72.
- Yeigh, T. (2008). Quality teaching & professional learning: Uncritical reflections of a critical friend. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 1-15.
- Yin, R. (1984). *Case study research*. Beverly Hills.

- Zacharia, Z. C., & De Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives-oriented curriculum. *Cognition and Instruction*, 32(2), 101-158.
- Zangori, L., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2015). Exploring the effect of embedded scaffolding within curricular tasks on third-grade students' model-based explanations about hydrologic cycling. *Science & Education*, 7(24), 957-981.
- Zady, M. F., Portes, P. R., & Dan Ochs, V. (2003). Examining classroom interactions related to difference in students' science achievement. *Science Education*, 87(1), 40-63.
- Zeichner, K. (2003). Teacher research as professional development for P-12 educators in the U.S. *Educational Action Research*, 11(2), 301-325.
- Zeichner, K., & Liston, D. (2013). *Reflective teaching: an introduction*. Routledge.
- Zepeda, S. J. (2013). *Professional development: What works (2nd edition)*. Eye on education.

ANEXOS

(EM CD)

Anexos da Tese em CD-ROM (contracapa deste volume)

Anexo I – Narrações Multimodais e Gravações

1ª Fase

Prof A – 1ª Fase

Gravações 1ª Fase – Prof A(Em CD)

- 1ª Fase – 1ª aula – Prof A
- 1ª Fase – 2ª aula – Prof A

Narrações Multimodais – Prof A – 1ª Fase

- 1ª NM – 1ª Fase – Prof A
- 2ª NM – 1ª Fase – Prof A

Prof B – 1ª Fase

Gravações 1ª Fase – Prof B

- 1ª Fase – 1ª aula – Prof B
- 1ª Fase – 2ª aula – Prof B

Narrações Multimodais – Prof B – 1ª Fase

- 1ª NM – 1ª Fase – Prof B
- 2ª NM – 1ª Fase – Prof B

Prof C – 1ª Fase

Gravações 1ª Fase – Prof C

- 1ª Fase – 1ª aula – Prof C

Narrações Multimodais – Prof C – 1ª Fase

- 1ª NM – 1ª Fase – Prof A

2ª Fase

Prof A – 2ª Fase

2ª Fase – 1ª aula – Trabalhos alunos – Prof A

- Evolução do modelo atómico

Gravações 2ª Fase – Prof A

- 2ª Fase – 1ª aula – Prof A
- 2ª Fase – 2ª aula – Prof A
- 2ª Fase – 3ª aula – Prof A
- 2ª Fase – 4ª aula – Prof A
- 2ª Fase – 5ª aula – Prof A
- 2ª Fase – 6ª aula – Prof A

Narrações Multimodais – Prof A – 2ª Fase

- 1ª NM – 2ª Fase – Prof A
- 2ª NM – 2ª Fase – Prof A
- 3ª NM – 2ª Fase – Prof A
- 4ª NM – 2ª Fase – Prof A
- 5ª NM – 2ª Fase – Prof A
- 6ª NM – 2ª Fase – Prof A

Prof B – 2ª Fase

2ª Fase – 1ª aula – Trabalhos alunos – Prof B

- A longa história do átomo; Evolução do modelo atómico

2ª Fase – 5ª aula – Trabalhos alunos – Prof B

- Tabela Periódica

Gravações 2ª Fase – Prof B

- 2ª Fase – 1ª aula – Prof B
- 2ª Fase – 2ª aula – Prof B
- 2ª Fase – 3ª aula – Prof B
- 2ª Fase – 4ª aula – Prof B
- 2ª Fase – 5ª aula – Prof B
- 2ª Fase – 6ª aula – Prof B

Narrações Multimodais – Prof B – 2ª Fase

- 1ª NM – 2ª Fase – Prof B
- 2ª NM – 2ª Fase – Prof B
- 3ª NM – 2ª Fase – Prof B
- 4ª NM – 2ª Fase – Prof B
- 5ª NM – 2ª Fase – Prof B
- 6ª NM – 2ª Fase – Prof B

Prof C – 2ª Fase

Gravações 2ª Fase – Prof C

- 2ª Fase – 1ª aula – Prof C
- 2ª Fase – 2ª aula – Prof C
- 2ª Fase – 3ª aula – Prof C
- 2ª Fase – 4ª aula – Prof C

Narrações Multimodais – Prof C – 2ª Fase

- 1ª NM – 2ª Fase – Prof C
- 2ª NM – 2ª Fase – Prof C
- 3ª NM – 2ª Fase – Prof C
- 4ª NM – 2ª Fase – Prof C

3ª Fase

Prof A – 3ª Fase

Narrações Multimodais – Prof A – 3ª Fase

- 1ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 2ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 3ª NM – 3ª Fase – Prof A

3ª Fase

Prof B – 3ª Fase

Narrações Multimodais – Prof B – 3ª Fase

- 1ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 2ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 3ª NM – 3ª Fase – Prof A

3ª Fase

Prof C – 3ª Fase

- 3ª Fase – 1ª aula – Prof C
- 3ª Fase – 2ª aula – Prof C

Narrações Multimodais – Prof A – 3ª Fase

- 1ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 2ª NM – 3ª Fase – Prof A
- 3ª NM – 3ª Fase – Prof A

Anexo II – Ferramentas de ajuda e respetivas categorias

Ferramentas de ajuda

- Apresentação das ferramentas
- Ferramenta nº 1 – Envolvimento Produtivo
- Ferramenta nº 2 – Avaliação e *Feedback*
- Ferramenta nº 3 – Contexto Científico e Tecnológico
- Ferramenta nº 4 – Trabalho Realmente Solicitado
- Ferramenta nº 5 – Práticas Epistémicas

Dimensões – Emergência de categorias

- Categorização da dimensão 1 – Envolvimento Produtivo
- Categorização da dimensão 2 – Avaliação *Feedback*
- Categorização da dimensão 3 – Contexto Científico e Tecnológico
- Categorização da dimensão 4 – Trabalho Realmente Solicitado
- Categorização da dimensão 5 – Práticas Epistémicas

Anexo III – Projeto N-Vivo

Anexo IV – Sequências (Diagramas de interação)

- Sequências – 1ª Fase – Prof A
- Sequências – 1ª Fase – Prof B
- Sequências – 1ª Fase – Prof C
- Sequências – 2ª Fase – Prof A
- Sequências – 2ª Fase – Prof B
- Sequências – 2ª Fase – Prof C
- Sequências – 3ª Fase – Prof A
- Sequências – 3ª Fase – Prof B
- Sequências – 3ª Fase – Prof C

Anexo V – Padrões de mediação

- Definições – padrões de mediação por episódios
- Padrões de mediação por episódio – auxiliar Excel
- Padrões.xls

Anexo VI – Questionários

- 1º Questionário – Prof A
- 1º Questionário – Prof B
- 2º Questionário – Prof A
- 2º Questionário – Prof B

Anexo VII – Unidades de análise (casos)

- 1ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas
- 1ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor)
- 2ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas
- 2ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor)
- 3ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor) – ordenadas
- 3ª Fase – Variáveis existentes por episódios (total e por professor)
- Dendrogramas

