

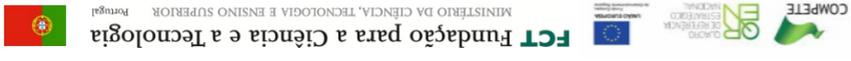


Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luísa Alexandra Fonseca Sousa de Jesus Leibovitz

**A Aprendizagem Baseada na Resolução de
Problemas *Online*: um estudo com alunos
do 7º ano no tema Dinâmica Interna da Terra**

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do projeto «PTDC/CPE-CED/108197/2008»





Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luísa Alexandra Fonseca Sousa de Jesus Leibovitz

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *Online*: um estudo com alunos do 7^o ano no tema Dinâmica Interna da Terra

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências da Educação
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica
na Educação em Ciências

Trabalho realizado sob a orientação da
Professora Doutora Laurinda Leite

outubro de 2013

DECLARAÇÃO

Nome: Luísa Alexandra Fonseca Sousa de Jesus Leibovitz

Endereço eletrónico: prof Luisajesus@gmail.com

Telemóvel: 936282877

Número do Cartão de Cidadão: 11246958

Título da dissertação: A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *Online*: um estudo com alunos do 7º ano no tema Dinâmica Interna da Terra

Orientadora: Professora Doutora Laurinda Leite

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado: Mestrado em Ciências da Educação, Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciências

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

Universidade do Minho, 30/10/2013

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Atendendo a que este trabalho só foi possível graças ao apoio de Instituições e de pessoas, expresso a minha gratidão a todos os que de alguma forma estiveram envolvidos, mas, em especial, à Fundação para a Ciência e a Tecnologia, por ter apoiado esta investigação, através do projeto no qual a mesma foi desenvolvida, e à Escola do Ensino Básico, que ‘abriu as suas portas’ e tornou possível esta investigação.

À Professora Doutora Laurinda Leite, o meu profundo agradecimento, não só pela oportunidade de poder trabalhar consigo, mas, também, pelo apoio, pela disponibilidade e pelo profissionalismo que sempre demonstrou, sem os quais esta investigação não teria sido possível.

À colega Manuela Nunes, não só pelo trabalho fantástico que faz na escola, mas, principalmente, pela disponibilidade em colaborar, e sem a qual este estudo não tinha sido possível, os meus sinceros agradecimentos.

A todos os especialistas que participaram na validação de instrumentos, bem como aos colegas do projeto que ajudaram na concretização desta investigação, expresso a minha gratidão.

Aos meus pais, pelo orgulho que sentem e pelo apoio incondicional, muito obrigada, por tudo!

Ao Chen, pelos momentos ausentes e de maior tensão, peço desculpa! Fica a promessa de os compensar e de retribuir todo o apoio e carinho dado.

Ao meu irmão Pedro, não só por ser um ‘ pilar’ na minha vida, mas, também, pela revisão cuidada que fez a esta dissertação, os meus agradecimentos.

À Patrícia, amiga sempre presente, pelo apoio e compreensão, bem como pela leitura atenta que fez a esta dissertação, expresso a minha gratidão.

Por fim, por as circunstâncias da vida nem sempre serem fáceis e por surgirem obstáculos que, por vezes, são difíceis de ultrapassar, os meus sinceros agradecimentos a quem teve paciência, foi solidário e ajudou a ultrapassar momentos menos felizes, pois sem a vossa ajuda não teria conseguido.

A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS *ONLINE*: UM ESTUDO COM ALUNOS DO 7^º ANO NO TEMA DINÂMICA INTERNA DA TERRA

Resumo

O ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas *online* (EOABRP *online*) é uma metodologia de ensino centrada no aluno, em que este aprende resolvendo problemas, cooperativamente, através da *Internet*, que é motivadora para os mesmos. Esta metodologia pode ser implementada em contextos formais de aprendizagem das Ciências, facilitando a contextualização das aprendizagens no quotidiano do aluno. No entanto, o EOABRP *online* não é usado por muitos docentes, especialmente nos níveis de escolaridade mais baixos, e pouco se conhece sobre as vantagens ou as dificuldades associadas à sua utilização no ensino básico.

Assim, este estudo teve como objetivo central comparar os efeitos da aprendizagem do tema Dinâmica Interna da Terra através de EOABRP *online* no desenvolvimento de competências concetuais e de resolução de problemas e nas atitudes de alunos do 3^º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes. Para tal, foi adotado um desenho de estudo *quasi-experimental*, com dois grupos naturais (duas turmas) com desempenhos académicos e comportamentais diferentes. A comparação das duas turmas, em termos de desenvolvimento de conhecimentos concetuais e de competências de resolução de problemas, bem como de opiniões dos respetivos alunos sobre o EOABRP, foi realizada com base nos dados recolhidos através de um teste de conhecimentos e de um teste de desempenho na resolução de problemas, usados como pré e pós-teste, e de um questionário de opinião dos alunos sobre o EOABRP *online*, aplicado após o ensino.

Os resultados obtidos, por um lado, evidenciam que os alunos de ambas as turmas desenvolveram, parcialmente, conhecimentos concetuais e competências de resolução de problemas através do EOABRP *online* e, no geral, parecem ter apreciado o ensino a que foram submetidos. Por outro lado, verificou-se que a turma com melhor desempenho académico e comportamental evidenciou ter desenvolvido mais conhecimentos concetuais e manifestou uma opinião mais favorável face ao EOABRP *online*.

Apesar de os resultados obtidos neste estudo evidenciarem algum efeito favorável do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências e conhecimentos de alunos com diferentes desempenhos académicos, as pequenas diferenças encontradas sugerem que é necessária mais investigação para perceber se esta metodologia de ensino é, ou não, mais favorável a alunos com melhores desempenhos académicos e comportamentais.

PROBLEM-BASED LEARNING ONLINE: A STUDY WITH 7TH GRADE STUDENTS IN THE EARTH DYNAMIC THEME

Abstract

Problem-based learning (PBL online) is a student-centered teaching approach through which the student learns by solving problems cooperatively in the Internet. PBL online can be used in formal science learning environments, and it facilitates the contextualization of learning in students' daily life. However, in addition to the fact that PBL online is not used by many teachers in the lower school levels, little is known about the benefits or difficulties associated with the use of this approach in basic education.

Thus, the main objective of this study was to compare the effects of learning about Earth Internal Dynamics through PBL online on concept learning, problem solving and opinions of two different groups of junior high school students, with different levels of academic and behavioral performance. A *quasi*-experimental design study with two natural groups (two classes) with different academic and behavioral performance was conducted. The comparison of the two groups, in terms of development of conceptual knowledge and problem-solving skills, as well on students' opinions on PBL, was based on data gathered through a knowledge test and a test of performance in problem solving, both used as pre and post-test, and through a questionnaire on students' opinions on PBL online, used after treatment.

Research results show that both groups of students have partially developed conceptual knowledge and problem-solving skills through PBL online. They also show that, in general, they appreciated learning thorough PBL online. On the other hand, results indicate that the group with better academic and behavioral performance seems to have developed a bit more their conceptual knowledge and expressed a slightly more favorable opinion towards PBL online.

Although the results point towards a favorable effect of PBL online on the development of students with different academic performance knowledge and skills, the small differences between the groups nevertheless suggest that more research is needed to understand whether or not PBL online is more favorable to students with high academic and behavioral performance than it is with lower achievers and poorer behavior students.

ÍNDICE	Pág.
DECLARAÇÃO	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xv
LISTA DE TABELAS	xvii

CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução	1
1.2. Contextualização do estudo	1
1.2.1. Educação em Ciências para a Cidadania	1
1.2.2. A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formação de cidadãos cientificamente cultos	7
1.2.3. A <i>Internet</i> no contexto formal de aprendizagem e a formação de cidadãos cientificamente cultos	12
1.3. Objetivos de investigação	17
1.4. Importância do estudo	19
1.5. Limitações do estudo	20
1.6. Plano geral da Dissertação	21

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução	25
2.2. O ensino das Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas ...	25
2.2.1. Princípios gerais e fundamentos teóricos do ensino orientado para a ABRP	25
2.2.2. Modelos de implementação do ensino orientado para a ABRP	28
2.2.3. Implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	32
2.2.4. Constrangimentos do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	36
2.2.5. Potencialidades do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	40

2.3.	O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i> ...	44
2.3.1.	Origem e princípios base do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i>	44
2.3.2.	Modelos de integração curricular do Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i>	46
2.3.3.	Modelos de Implementação do Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i>	49
2.3.4.	Cuidados a ter na implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i>	52
2.3.5.	Evidências empíricas do contributo do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas <i>online</i> para o desenvolvimento de diferentes competências	55
2.4.	O tema Dinâmica da Terra na educação em Ciências em Portugal	60
2.4.1.	O tema Dinâmica Interna da Terra no currículo de Ciências Naturais no ensino básico	60
2.4.2.	Constrangimentos do ensino e da aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra	65
2.4.3.	O ensino de assuntos sobre Dinâmica Interna da Terra através da ABRP	69

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

3.1.	Introdução	73
3.2.	Síntese do estudo	73
3.3.	Caraterização da População e da Amostra	74
3.4.	Metodologia de Ensino	77
3.4.1.	Caraterização geral da metodologia de ensino	77
3.4.2.	Caraterização do Ambiente Virtual de Aprendizagem	82
3.4.3.	Cenário Férias nos Açores	85
3.4.4.	Descrição da implementação do ensino orientado para a ABRP <i>online</i>	88
3.5.	Seleção das técnicas de recolha de dados	89
3.6.	Instrumentos de recolha de dados	90
3.6.1.	Teste de conhecimentos	90
3.6.2.	Teste de desempenho na resolução de problemas	91
3.6.3.	Questionário de opinião	94
3.7.	Recolha de dados	97
3.8.	Tratamento e análise de dados	99

3.8.1. Teste de conhecimentos	99
3.8.2. Teste de desempenho na resolução de problemas	101
3.8.3. Questionário de opinião	102

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução	103
4.2. Análise da evolução conceptual dos alunos sobre a temática Dinâmica interna da Terra ...	103
4.2.1. Conceções dos alunos sobre sismos e tsunamis	104
4.2.2. Opiniões dos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e o nível de destruição	108
4.2.3. Opiniões dos alunos sobre a razão de a zona do Pacífico ser de elevado risco sísmico	113
4.2.4. Opiniões dos alunos sobre existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica	117
4.2.5. Opiniões dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola	120
4.2.6. Opiniões dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra	124
4.2.7. Opiniões dos alunos sobre os riscos de viver perto de um vulcão	127
4.2.8. Opiniões dos alunos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa	130
4.3. Análise da evolução do desempenho dos alunos na resolução de problemas	132
4.3.1. Análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a construção de zonas habitacionais no sopé de um vulcão	133
4.3.2. Análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a Poluição aquática	143
4.4. Apresentação e análise das opiniões dos alunos face à implementação da metodologia de ensino orientado para a ABRP <i>online</i>	152
4.4.1. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências concetuais	153
4.4.2. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas	154
4.4.3. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de comunicação	156
4.4.4. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal	157

4.4.5. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento da motivação para a aprendizagem	159
4.4.6. Opiniões dos alunos face ao contributo do Chat para o desenvolvimento de diferentes competências	160
4.4.7. Opinião dos alunos sobre o Fórum de discussão <i>online</i>	162
4.4.8. Opiniões dos alunos face ao contributo das apresentações dos trabalhos finais para o desenvolvimento de diferentes competências	165
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES	
5.1. Introdução	169
5.2. Conclusões do estudo	169
5.3. Implicações dos resultados	172
5.4. Sugestões para futuras investigações	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
ANEXOS	199
Anexo 1 – Descritores dos objetivos de aprendizagem	201
Anexo 2 – Quadro de questões sobre o cenário Férias nos Açores	205
Anexo 3 – Lista de recursos de suporte à resolução dos problemas formulados pelos alunos	209
Anexo 4 – Transcrição do Cenário Férias nos Açores	215
Anexo 5 – Teste de conhecimentos	219
Anexo 6 – Teste de desempenho na resolução de problemas	225
Anexo 7 – Questionário de opinião dos alunos face ao contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de diferentes competências	229
Anexo 8 – Correção das questões do teste de conhecimentos	237
Anexo 9 – Aspetos a serem incluídos na proposta de correção às questões do teste de desempenho na resolução de problemas	241

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Esquema organizador do tema Terra em transformação	61
Figura 2 Tópico Dinâmica da Interna Terra no Moodle	83
Figura 3 Página de acesso ao Chat disponível no <i>Moodle</i>	84
Figura 4 Cenário Férias nos Açores	87
Figura 5 Questionário de opinião em formato digital	97

LISTA DE QUADROS

		Pág.
Quadro 1	Distribuição dos Subdomínios e respetivos objetivos de aprendizagem para o Domínio Terra em Transformação	62
Quadro 2	Descritores dos objetivos de aprendizagem no subdomínio Dinâmica Interna da Terra	203
Quadro 3	Descritores dos objetivos de aprendizagem no subdomínio Consequências da Dinâmica Interna da Terra	204
Quadro 4	Conceções alternativas sobre a Dinâmica Interna da Terra mais frequentes	67
Quadro 5	Síntese da caracterização da população	75
Quadro 6	Caraterização geral da amostra	77
Quadro 7	Calendarização da implementação da metodologia de ensino	88
Quadro 8	Estrutura geral do teste de conhecimentos	91
Quadro 9	Estrutura geral do teste de desempenho na resolução de problemas	94
Quadro 10	Estrutura geral do questionário de opinião	96
Quadro 11	Calendarização da recolha de dados	98
Quadro 12	Exemplos de respostas que evidenciam conceções alternativas dos alunos sobre as diferenças entre sismos e tsunamis	108
Quadro 13	Exemplos de respostas que evidenciam conceções alternativas dos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e a destruição causada	113
Quadro 14	Exemplos de respostas que evidenciam conceções alternativas dos alunos sobre a razão pela qual a zona do Pacífico tem elevado risco sísmico	116

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1	Opiniões dos alunos sobre a eventual relação entre sismos e tsunamis 104
Tabela 2	Concepções dos alunos sobre a relação entre sismos e tsunamis 105
Tabela 3	Concepções alternativas dos alunos sobre a relação entre sismos e tsunamis 107
Tabela 4	Opiniões dos alunos sobre a relação entre a magnitude de um sismo e o nível de destruição do mesmo 109
Tabela 5	Concepções dos alunos sobre a relação entre a magnitude de um sismo e o nível de destruição que causa 110
Tabela 6	Concepções alternativas evidenciadas pelos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e a destruição causada 111
Tabela 7	Concepções dos alunos sobre a razão de a zona do Pacífico ser de elevado risco sísmico 114
Tabela 8	Concepções alternativas dos alunos sobre a razão pela qual a zona do Pacífico tem elevado risco sísmico 115
Tabela 9	Opiniões dos alunos sobre a existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica 117
Tabela 10	Concepções dos alunos sobre existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica 118
Tabela 11	Concepções alternativas dos alunos sobre a necessidade de procurar proteção durante um sismo 120
Tabela 12	Opiniões dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola 121
Tabela 13	Concepções dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola 122
Tabela 14	Concepções alternativas dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola 123
Tabela 15	Opiniões dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra 125
Tabela 16	Concepções dos alunos sobre os riscos de viver perto de um vulcão 128
Tabela 17	Concepções dos alunos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa 131
Tabela 18	Concepções alternativas dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra 132
Tabela 19	Competências de RP evidenciadas nas respostas à primeira situação problemática 133
Tabela 20	Evolução dos alunos do pré para o pós-teste nas oito dimensões de análise consideradas, para a primeira situação problemática 141

Tabela 21	Competências de RP evidenciadas nas respostas à segunda situação problemática	143
Tabela 22	Evolução dos alunos do pré para o pós-teste nas oito dimensões de análise consideradas, para a segunda situação problemática	151
Tabela 23	Contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de competências concetuais	153
Tabela 24	Contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas	154
Tabela 25	Contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de competências de comunicação	156
Tabela 26	Contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal	158
Tabela 27	Contributo do EOABRP online para o desenvolvimento da motivação para a aprendizagem	159
Tabela 28	Contributo do Chat para o desenvolvimento de diferentes competências	161
Tabela 29	Utilidade do Fórum de discussão online para a realização das tarefas do grupo	162
Tabela 30	Perceção dos alunos sobre o contributo do Fórum de discussão online para o desenvolvimento de diferentes competências e da motivação para as aprendizagens	164
Tabela 31	Contributo da apresentação do seu grupo para o desenvolvimento de diferentes competências	166
Tabela 32	Contributo das apresentações dos outros grupos para o desenvolvimento de diferentes competências	167

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução

Este primeiro capítulo tem como objetivo contextualizar e apresentar o estudo realizado.

Inicia-se a contextualização geral da investigação (1.2) abordando a importância da educação em Ciências na educação para a cidadania (1.2.1) e a relevância da aprendizagem baseada na resolução de problemas na formação de cidadãos cientificamente cultos (1.2.2). Segue-se a justificação da potencialidade da utilização da *Internet* em contexto formal de ensino e de aprendizagem e a sua relevância na formação de cidadãos cientificamente cultos (1.2.3).

No segundo subcapítulo (1.3) são apresentados os objetivos deste estudo e, seguidamente, é discutida a importância prática deste estudo no ensino e na aprendizagem das Ciências (1.4). De seguida são descritas as principais limitações (1.5) com que se deparou a realização deste estudo e, por fim, procede-se à apresentação geral da estrutura da dissertação (1.6).

1.2. Contextualização do estudo

1.2.1. A educação em Ciências para a cidadania

Vivemos num mundo que sofreu grandes alterações nas últimas décadas, graças às descobertas e progressos científicos e tecnológicos alcançados até ao presente, que, conseqüentemente, implicaram modificações no modo de viver de cada indivíduo (ICSU, 2011) e no funcionamento da Sociedade, tanto ao nível político como económico (ICSU, 2011; BSCS, 2008). Foram criadas novas profissões e as já existentes foram alteradas (ICSU, 2011; BSCS, 2008). Revolucionaram-se métodos de produção, criaram-se novos produtos e materiais, modificando-se profundamente as exigências, não só de conhecimento no mundo do trabalho (ICSU, 2011; BSCS, 2008), mas também de competências do trabalhador (Şendağ & Odabaşı, 2009). Como consequência, aparecem também novas possibilidades (ex.: clonagem, organismos geneticamente modificados ou OGM) e problemas (ex.: aquecimento global, poluição) que obrigam os cidadãos a estarem informados para poderem lidar com esses assuntos, pois estes afetam a sociedade, em geral, e as suas vidas pessoais em particular (ICSU, 2011). Assim, devido a esta sociedade ser tão afetada pelas mudanças científicas e tecnológicas,

tornou-se essencial desenvolver na população, em geral, a educação científica e tecnológica, para dotar os cidadãos com conhecimentos e competências necessárias para se adaptarem, viverem e intervirem em questões socialmente relevantes desta nova sociedade de conhecimento (CCE, 2008; ICSU, 2011), de forma a contribuírem para o desenvolvimento sustentável do planeta (ICSU, 2011).

Foi na primeira década deste século que o Conselho Europeu em Bruxelas afirmou ser essencial que todos os indivíduos sejam capazes de aprender ao longo da vida. Para tal, estabeleceram um conjunto de competências consideradas necessárias para que essa aprendizagem contínua possa ocorrer, sendo atribuída à escola a função urgente e prioritária de contribuir para o desenvolvimento das mesmas (CCE, 2008). Note-se que o conceito de competência é definido nesse contexto como um conjunto de conhecimentos, atitudes e aptidões adequadas a uma determinada situação, muitas vezes sobrepostas ou interligadas entre si, e que se consideram indispensáveis para os cidadãos terem sucesso nesta sociedade de conhecimento, sendo que, as competências essenciais são aquelas que são necessárias a todos os cidadãos para a realização e o desenvolvimento pessoais, para exercerem uma cidadania ativa, para a inclusão social e para o emprego (CE, 2006). Os pré-requisitos para a aprendizagem ao longo da vida são, segundo a referida Comissão, os seguintes: comunicação na língua materna; comunicação em línguas estrangeiras; competência matemática e competência básica em Ciências e tecnologia; competência digital; aprender a aprender; competências sociais e cívicas; espírito de iniciativa e empresarial; sensibilidade e expressões culturais.

Existe, então, um interesse mundial em apostar na educação dos cidadãos de forma a prepará-los, não só para participarem ativa e democraticamente na Sociedade, mas também usufruírem do seu direito de cidadania. No entanto, o conceito de cidadania não é consensual nem estável, pois evolui com as sociedades e com a função que estas atribuem aos seus cidadãos (Martins, 2011). Segundo esta autora, existe uma diversidade grande de conceitos de Cidadania, sendo a “cidadania social”, em nossa opinião, a que mais beneficia do contributo da Educação em Ciências. Por essa razão será essa a definição aqui apresentada: a cidadania social é o “direito de todos os cidadãos a alcançarem um nível de vida digno e adequado ao contexto onde se inserem” (Martins, 2011, pág. 22). Contudo, a cidadania, para além de um direito, é também uma responsabilidade, sendo importante que a escola contribua para tal, ajudando a preparar os jovens para, no futuro, terem uma voz ativa e desenvolverem uma maior compreensão do mundo e da Sociedade em que vivem (Martins, 2011).

Ora, para promover a educação para a cidadania, alguns autores (Longbottom & Butler, 1999; Wellington, 2000; Martín-Díaz, 2002; Wellington & Iresom, 2008) defendem ser premente desenvolver

o pensamento crítico, a visão racional do mundo e a capacidade de tomar decisões fundamentadas, relevantes para as populações. Alguns autores (Martín-Díaz, 2002; Ratcliffe & Grace, 2003; Wellington & Iresom, 2008) argumentam que é também fundamental desenvolver conhecimentos, aptidões, capacidades, habilidades e valores associados com a pesquisa de informação relevante, que promovam a capacidade de saber e compreender o mundo. Aparentemente, o espírito crítico é uma capacidade que ajuda o indivíduo a compreender mais sobre o mundo que o rodeia e que facilita o uso do conhecimento científico para fazer escolhas sensatas e fundamentadas (Ratcliffe & Grace, 2003; Vieira & Vieira, 2005), potenciando o desenvolvimento de competências necessárias a um cidadão informado e participativo na Sociedade. A capacidade para usar corretamente o conhecimento na tomada de decisões, parece ajudar os indivíduos a assumir as suas responsabilidades sociais, competência que se pretende que todos os cidadãos adquiram, mas que é especificamente exigida aos que têm responsabilidades acrescidas, nomeadamente por exercerem funções em serviços públicos ou indústrias importantes (Aikenhead, 2009).

No entanto, só é possível alcançar níveis elevados de participação cívica e de responsabilidade dos cidadãos se for estimulada a responsabilização global e incentivada a participação consciente em causas comuns a toda a humanidade (Martins, 2011). Note-se que esta meta é tão importante que foi reconhecida pelas Nações Unidas como uma das metas da educação para o desenvolvimento sustentável (Martins, 2011). Um outro aspeto relevante, salientado por Wellington & Iresom (2008), tem a ver com o facto de só ser possível tomar decisões importantes ou fazer escolhas sensatas se se tiver um certo nível de literacia científica.

Na verdade, o conceito de literacia científica surgiu na década de cinquenta do século passado, nos Estados Unidos da América, da necessidade de serem criadas condições para que os cidadãos pudessem compreender e suportar projetos em Ciências e Tecnologia (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Carvalho, 2009a), tornando-se numa prioridade mundial devido às características da sociedade atual que se defronta com a pressão do aumento populacional, com as limitações de recursos e com a degradação ambiental, bem como com a dependência de inovações tecnológicas e científicas para solucionar esses problemas (ICSU, 2011). No entanto, este conceito pode ter várias interpretações (Laugksch, 2000; Millar, 2006; Osborne, 2007), que dependem da perspetiva em que é trabalhado (Laugksch, 2000; Carvalho; 2009a). Uma das definições possíveis para literacia científica foi proposta pela OCDE (2003), no âmbito do programa PISA (*Programme for International Student Assessment*), que foi implementado em diversos países de OCDE, incluindo Portugal, com vista à caracterização

desses países no que respeita a esse tema. Esta definição é compatível com o que vem a ser dito acerca da formação científica de um cidadão, pelo que se considera pertinente a sua explicitação. Assim, “Literacia científica é a capacidade para usar conhecimento científico, identificar questões e formular conclusões baseadas em evidências, de modo a compreender e tomar decisões acerca do mundo natural e das interações do Homem com esse mundo.” (OCDE, 2003, pág. 133).

De acordo com alguns autores (Longbottom & Butler, 1999; Thier & Davis, 2002; Hodson, 2008; Aikenhead, 2009; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011), a promoção da literacia científica é assumida como um aspeto importante para o desenvolvimento das Sociedades, pois influencia a capacidade dos indivíduos para tomar decisões pessoais, com implicações sociais, e de vida pessoal. Consequentemente, segundo alguns dos referidos autores (Longbottom & Butler, 1999; Aikenhead, 2009; Hodson, 2009), um elevado nível de literacia científica das populações, ao afetar aspetos como a escolha de estilo de vida, a empregabilidade e, de acordo com outros autores (Longbottom & Butler, 1999; Aikenhead, 2009), a ética pessoal, ajuda no desenvolvimento do país, trazendo implicações para a economia nacional, e para o próprio desenvolvimento das Ciências e respetivas políticas científicas. Aikenhead (2009) defende que um cidadão cientificamente literato tem maior probabilidade em detetar motivações políticas obscurecidas pelo jargão científico e, assim, deverá ser menos influenciado por informações deturpadas ou omissas. Hodson (2009) argumenta, também, que um indivíduo cientificamente literato pode responder de forma mais positiva à introdução de novas tecnologias no seu local de trabalho. Assim, tendo em vista a promoção da relevância social e cultural das Ciências numa sociedade cada vez mais científica e tecnológica, a literacia científica passou a ser um dos aspetos mais desenvolvidos no âmbito da educação em Ciências, prioritariamente em crianças em meio escolar, mas envolvendo também adultos (Carvalho, 2009a).

Nas últimas décadas, diversos investigadores (ex.: Longbottom & Butler, 1999; Jenkins, 2000; Wellington, 2000; Coles, 2002; Martín-Díaz, 2002; Millar, 2002; Harlen, 2006) apresentaram diversos argumentos a favor do ensino das Ciências para a população em geral, bem como da sua possível contribuição para o desenvolvimento da literacia científica e da educação para a cidadania. Um dos principais argumentos diz respeito ao facto de a educação em Ciências proporcionar um conhecimento básico essencial para dominar questões importantes que envolvam a aplicação prática das Ciências e que influenciam a qualidade de vida (Jenkins, 2000; Millar, 2002; Harlen, 2006), potenciando o desenvolvimento de competências genéricas, relevantes para todos (Wellington, 2000), bem como a capacidade de adaptação e flexibilidade dos indivíduos ao mundo do trabalho (Longbottom & Butler,

1999; Coles, 2002). Além disso, a educação em Ciências ajuda a desenvolver a capacidade de questionamento, de pensar criticamente e de procurar explicações para acontecimentos ou fenómenos (Longbottom & Butler, 1999; Harlen, 2006), permitindo a consciencialização sobre os problemas do mundo (Martín-Díaz, 2002; Harlen, 2006) e ajudando a desenvolver, nos alunos, a capacidade de aprendizagem ao longo da vida (Jenkins, 2000). Assim sendo, e como defendem alguns autores (Longbottom & Butler, 1999; Jenkins, 2000; Wellington, 2000), uma vez que a educação em Ciências ajuda a promover a aquisição do conhecimento científico necessário para efetuar escolhas importantes e tomar decisões informadas em democracia, também pode potenciar o desenvolvimento de cidadãos mais conscientes e participativos na Sociedade, isto é, pode contribuir para a educação para a cidadania. Assim, torna-se premente apostar na formação de alunos cientificamente literatos, e promover, também, o desenvolvimento de competências de cidadania, sendo que, para tal é, também, necessário fornecer literacia informática aos alunos (Morgado & Carvalho, 2004).

No contexto atual da educação em Portugal, não é possível analisar as diretrizes oficiais, atuais, para o desenvolvimento da educação para a cidadania nos documentos reguladores do processo de ensino e de aprendizagem das Ciências, pois estes foram revogados, em finais de 2011, e os atuais documentos apenas estabelecem metas de aprendizagem para as diversas disciplinas nos vários anos de escolaridade. Assim, apresenta-se de seguida, de forma resumida, algumas das sugestões dos últimos documentos oficiais orientadores do processo de ensino das Ciências do 3º ciclo do Ensino Básico, designadamente o Currículo Nacional do Ensino Básico ou CNEB (DEB, 2001a) e as Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais ou OCCFN (DEB, 2001b), sobre o assunto em causa. De acordo com esses documentos, é necessário que: os alunos desenvolvam competências no domínio do conhecimento, do raciocínio, da comunicação e das atitudes; as metodologias e estratégias sejam diversificadas, com vista a estimular a curiosidade, o questionamento, a observação, a discussão, a análise e interpretação de dados, e a argumentação; sejam abordados problemas multidisciplinares, envolvendo temas transversais, trabalhados de forma interdisciplinar e desenvolvidos no âmbito da educação para a cidadania. Contudo, embora seja frequente observar-se nos programas das disciplinas de Ciências que um dos objetivos do ensino destas disciplinas, é a sua contribuição para a educação para a cidadania, nem sempre as propostas didáticas apresentadas nesses programas são compatíveis com esse objetivo (Martins, 2011).

Apesar de todo este esforço por parte de responsáveis, investigadores e profissionais da educação com vista à promoção da educação para a cidadania através do ensino das Ciências, alguns

constrangimentos ainda são apontados, tanto por autores estrangeiros (Davies, 2004) como por autores nacionais (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins, 2011). Entre eles contam-se os seguintes: muitas vezes é estabelecida uma relação superficial entre a educação em Ciências e a educação para a cidadania (Davies, 2004); não é oferecida uma cultura científica adequada a todos os alunos ao nível da escolaridade básica; não se estimula suficientemente os alunos para percursos académicos de índole científica ou tecnológica (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002), o que tem conduzido a um decréscimo do interesse dos jovens em seguir carreiras ligadas às Ciências, bem como a fracos resultados nos exames nacionais destas disciplinas (Martins, 2011); as aprendizagens formais dificilmente são contextualizadas em situações da vida real (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Acresce ainda, como referem Leite e seus colaboradores (2013), que os professores de Ciências evidenciam a opinião que os programas das suas disciplinas são demasiado extensos, difícil de serem cumpridos.

Segundo Martins (2011), o desenvolvimento de competências processuais, atitudinais e de valores necessários ao exercício pleno de cidadania não é possível através de um ensino das Ciências baseado na transmissão de conteúdos. Por isso, e como sugere Jenkins (2006), as práticas letivas tradicionais têm de ser substituídas por práticas que atribuam ao aluno um papel ativo e que recorram a atividades centradas em assuntos controversos e/ou em problemas socio-científicos, com múltiplas soluções ou com uma solução obtida por meio de um acordo em grupo. Contudo, para que tal mudança ocorra, é importante desenvolver nos professores a vontade de inovar as suas práticas e de adotarem práticas pedagógicas baseadas no construtivismo, no questionamento, em tarefas e avaliações alternativas aos testes de conhecimento, e capazes de integrar as Ciências Físicas e Naturais com, por exemplo, a Tecnologia, as Ciências sociais, e as artes (ICSU, 2011). Alguns autores (Harlen, 2006; Rocard et al, 2007) recomendam que sejam utilizadas abordagens pedagógicas que privilegiem a resolução de problemas e a investigação científica, em vez das abordagens indutivas e dedutivas, que promovem a transmissão de conhecimentos e que enfatizam a exposição de conceitos. Os referidos autores acrescentam ser importante desenvolver atividades que proporcionem aos alunos a oportunidade para: diagnosticar e solucionar problemas; planificar e realizar investigações; pesquisar e criticar informação; desenvolver a capacidade de tomar decisões, com base em argumentos e evidências científicas; e para desenvolver a capacidade de comunicação entre pares, utilizando o poder argumentativo (validado e consciente). O ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (EOABRP) parece ir ao encontro destas características do ensino em Ciências e da educação para a cidadania.

1.2.2. A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formação de cidadãos cientificamente cultos

Conforme já foi referido no subcapítulo anterior, é essencial e crítico na Sociedade atual, em constante mudança, que o aluno desenvolva competências que lhes permitam conceber ideias e soluções para problemas e situações não familiares, potenciando assim o seu futuro sucesso como membro da sociedade (Ronis, 2008).

Também se apresentaram, anteriormente, uma série de argumentos a favor da importância de se apostar mais na formação de cidadãos cientificamente cultos, que é aqui definido com o mesmo sentido dado por Hodson (1998) e também assumido por outros autores (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004), a saber: é um conceito multidimensional que envolve, em simultâneo, a aquisição e desenvolvimento de conhecimento conceitual na área das Ciências, a compreensão da natureza, métodos, evolução e história das Ciências, o interesse pelas relações complexas entre a Ciências, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA), e as competências para desenvolver percursos de pesquisa e resolução de problemas. Salienta-se também que, segundo Cachapuz, Praia & Jorge (2004), ser cientificamente culto implica desenvolver determinadas capacidades, entre as quais: a capacidade de debater responsável e fundamentadamente um ponto de vista pessoal sobre problemáticas de índole científico/tecnológica; a capacidade de emissão de juízos informados sobre o mérito de determinadas matérias e situações com implicações pessoais e/ou sociais; a capacidade de participar no processo democrático de tomada de decisões; a compreensão da aplicação de ideias da Ciência e da Tecnologia em situações diversas específicas (ex situações sociais, económicas, ambientais e tecnológicas). Para tal, é crucial proporcionar aos alunos práticas de ensino e de aprendizagem que promovam o desenvolvimento dessas competências.

Ora, de acordo com alguns autores (Lambros, 2002; Azer, 2008a), o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (EOABRP), do inglês *Problem-Based Learning* ou PBL, pode proporcionar ao aluno a oportunidade de assumir um papel mais ativo e central no seu processo de aprendizagem. O objetivo do EOABRP é promover nos alunos o desenvolvimento de competências e conhecimentos mobilizáveis, estabelecendo uma ligação entre a teoria aprendida na escola e a prática da vida real (Brears, MacIntyre & O'Sullivan, 2011). Desta forma, é-lhe dada a oportunidade de desenvolver a capacidade de autorregulação da sua aprendizagem através da resolução de problemas, o que, simultaneamente, facilita a contextualização dessas aprendizagens

(Lambros, 2002; Azer, 2008a; Dolmans & Schimidt, 2010).

No entanto, note-se que, por vezes, a palavra problema é utilizada com diferentes significados (Dahlgren & Öberg, 2001). No dia-a-dia, é utilizada para designar uma diversidade de tarefas e situações (Neto, 1998), sendo-lhe atribuída, muitas vezes, uma conotação negativa de que algo está errado (Dahlgren & Öberg, 2001). É também, por vezes, confundida com a palavra exercício (Oliveira, 2008), principalmente no mundo académico. Assim, considera-se pertinente explicitar qual o sentido da palavra problema no contexto da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), diferenciando-a do termo exercício. Um problema exige o interesse de alguém em o resolver (Jonassen, 2011), pode apresentar diferentes níveis de dificuldade e complexidade (Lopes, 1994), e pode possibilitar uma ou mais soluções, ou até mesmo não ter solução alguma (Lopes, 1994; Dumas-Carré & Goffard, 1997; Neto, 1998). Já o exercício, geralmente, envolve um treino de uma resolução mecânica e conhecida (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994), utilizada com sucesso em situações semelhantes (Woods, 2000). Normalmente, só tem uma única solução e não apresenta uma barreira a quem o resolve (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994), pois recorda-se e aplica-se rotinas anteriormente utilizadas, com sucesso, em situações semelhantes (Woods, 2000).

De uma forma geral, o EOABRP assume algumas características específicas, tais como: apresentação de um problema no início do processo de aprendizagem, antes de ser explorado ou abordado o assunto subjacente ao problema; (re)definição pelos alunos das questões de aprendizagem, e decisão sobre o que necessitam investigar e aprender sobre o problema para encontrarem uma resposta para o mesmo; identificação de fontes de informação apropriadas ao processo de resolução do mesmo (Barret, 2005).

Ora, de acordo com diversos autores (Knowlton, 2003; Lambros, 2004; Keeley, 2008; Ronis, 2008; Brears, MacIntyre & O'Sullivan, 2011), o EOABRP pode, de facto, proporcionar o desenvolvimento de uma série de competências e habilidades que, atualmente, são consideradas essenciais para a formação de cidadãos que se pretendem preparados para viver na Sociedade moderna. Entre eles contam-se: o pensamento crítico; capacidade de analisar e resolver problemas reais complexos; a capacidade de questionamento; a capacidade de pesquisa, avaliação e utilização apropriada dos recursos de aprendizagem; a capacidade de trabalhar cooperativamente; a versatilidade e capacidades de comunicação verbal e escrita efetivas; a capacidade de utilização de conhecimentos conceptuais e competências intelectuais, de forma a tornar-se capaz a aprender continuamente ao

longo da vida; e a autorreflexão.

Relativamente às competências de pensamento crítico, estas ajudam os alunos a pensar para além dos conceitos, de forma a construir o conhecimento e a tomar decisões (Stravedes, 2011). De facto, pensar criticamente permite aos alunos envolverem-se numa comunidade de investigação para construção de conhecimento, ao proporcionar-lhes as condições para procurar lógica e causas através de conceitos e ideias (Stravedes, 2011). Alguns autores (Ronis, 2008; Stravedes, 2011) defendem que durante a experiência do EOABRP é possível desenvolver algumas capacidades que ajudam a ampliar competências de raciocínio e de pensamento crítico. Note-se que capacidades são definidas neste contexto como aptidões ou talentos para determinados atos (Dicionário Língua Portuguesa, Porto Editora). Essas capacidades são: comparar e contrastar; classificar e sequenciar; utilizar analogias; planejar estratégias; inferir e prever resultados; determinar causas e efeitos; seguir e escrever direções; ler criticamente e analisar conteúdos com vista ao sentido de discernimento e clareza de pensamentos; mapear e direccionar; utilizar diagramas, matrizes e esquemas; identificar e construir padrões; raciocinar dedutiva, indutiva, e logicamente; analisar, avaliar, sintetizar e interpretar; aplicar ao mundo fora da sala de aula (Ronis; 2008); observar múltiplas perspetivas; analisar semelhanças e diferenças nas ideias ou pensamentos dos outros; avaliar a relevância de uma perspetiva no contexto em que a informação é apresentada (Stravedes, 2011).

Uma vez que o pensamento crítico envolve analisar uma informação e refletir sobre ela de uma forma crítica, com o objetivo de determinar a sua relevância, fiabilidade, e credibilidade antes de assimilar e acomodar informação na base de conhecimento do aluno, então é necessário desenvolver um processo de pensamento ativo em que os alunos formulam questões, recolhem informação relevante, sintetizam e analisam a informação (Stravedes, 2011). Assim, de acordo com o referido autor, o EOABRP pode envolver a capacidade de imaginar e explorar alternativas à forma corrente de pensar, requerendo que o aluno considere a informação no contexto da sua vida, incluindo também a reflexão séptica que, conseqüentemente, permite que o aluno se torne mais autónomo no seu pensamento e na tomada de decisão sobre o valor da informação recolhida. De facto, a ABRP incorpora uma aprendizagem ativa e o desenvolvimento do pensamento crítico, através de uma comunidade de investigação que visa resolver problemas do mundo real ou debater assuntos relacionados com a vida quotidiana, utilizando processos de pensamento de ordem superior (Stravedes, 2011). Desta forma, o aluno consciencializa-se da importância da sua participação ativa na procura de soluções para problemas que dizem respeito à Sociedade em geral, o que,

consequentemente pode ajudar a aumentar a motivação dos alunos para a aprendizagem (Stravedes, 2011).

A abordagem de temas interdisciplinares através do ensino orientado para a ABRP é eficaz no desenvolvimento do questionamento (Belland, 2010; Brears, MacIntyre & O'Sullivan, 2011), facilita a compreensão das relações entre os diversos assuntos e o reconhecimento do seu nível de compreensão sobre os mesmos e permite desenvolver também o pensamento metacognitivo (Keeley, 2008).

Na ABRP é necessário que os alunos procurem informação relevante para poderem resolver o problema, pelo que esta abordagem didática poderá potenciar a aprendizagem da capacidade de pesquisa, seleção e síntese de informação relevante para uma dada finalidade (Stravedes, 2011). Assim, diversos autores (Ronis, 2008; Stravedes, 2011) argumentam que, já que a *Internet* é um local onde existe imensa informação disponível, e de fácil acesso para os alunos, pode ser vantajoso integrá-la na ABRP, não só para facilitar o desenvolvimento das aprendizagens propriamente dita, mas também para favorecer a integração da tecnologia na vida e educação dos alunos (Ronis, 2008). No entanto, é necessário que os alunos aprendam a avaliar os recursos disponíveis na *Internet* de forma a selecionarem apenas informação credível e fidedigna (Stravedes, 2011). Estas aprendizagens podem ser proporcionadas de modo integrado, através da utilização de um modelo de ensino centrado na ABRP *online*.

Uma outra competência considerada essencial para o cidadão que se quer integrado na Sociedade do conhecimento é a capacidade para trabalhar cooperativamente. Ora, segundo Gillies (2007), a aprendizagem cooperativa envolve o trabalho em grupo, com um objetivo comum a ser concretizado, e é através dele que os alunos aprendem a ouvir e respeitar as opiniões dos outros, partilham ideias, ajudam e são ajudados, e procuram formas de ultrapassar dificuldades. A referida autora acrescenta ainda que é através do trabalho ativo que a construção do novo conhecimento se processa. A ABRP fomenta a cooperação entre os alunos durante a experiência de aprendizagem (Lambros, 2002; Knowlton, 2003), e promove o desenvolvimento de capacidades de comunicação e de relacionamento interpessoal, através da negociação entre os vários elementos de grupo, durante a resolução do problema (Lambros, 2002, 2004; Knowlton, 2003; Barell, 2007). Contudo, durante a experiência proporcionada por um tipo de ensino centrado na ABRP, o tipo de interação nos grupos pode variar, de acordo com a experiência dos alunos ou com o objetivo que o professor atribui a essa

cooperação (Lambros, 2002). O trabalho cooperativo durante a ABRP também ajuda a desenvolver o pensamento crítico, pois, ao ouvir as ideias e sugestões dos outros, desenvolvemos também a capacidade de refletir sobre o que foi dito, comparando-o com as próprias ideias e pensamentos, o que ajuda a pensar mais profundamente (Keeley, 2008; Stravedes, 2011) e às vezes a mudar de opinião (Stravedes, 2011), favorecendo, assim, a construção de novo conhecimento e desenvolvimento de competências de comunicação oral (Keeley, 2008). Os alunos aprendem, assim, a argumentar, a comunicar as suas ideias e a persuadir os colegas e/ou o professor (Stravedes, 2011), o que favorece a partilha de conhecimentos entre membros de grupo e os ajuda a alcançar uma aprendizagem eficaz (Enemark & Kjaersdam, 2009).

Aprender a escrever e analisar argumentos científicos de outros é outra competência importante a ser desenvolvida num cidadão que se pretende cientificamente culto, pois ajuda a potenciar a compreensão da diferença entre os argumentos científicos e os não científicos, a compreender melhor conceitos, e a perceber e explicar melhor justificações científicas a um determinado assunto ou fenómeno (Keeley, 2008), contribuindo assim para a formação da cultura científica de um indivíduo e ajudando-o a desenvolver a sensibilidade de procurar fundamentos científicos para o ajudar nas tomadas de decisões. Esta competência pode ser desenvolvida através do ensino das ciências orientado para a ABRP, uma vez que esta abordagem de ensino envolve o aluno na necessidade de se encontrar evidências científicas que o ajudem a fundamentar uma solução a um problema.

A reflexão permite aos alunos tomar consciência do que sabem, do que não sabem e do que precisam saber, e com esse conhecimento, os alunos crescem como aprendizes autónomos e independentes, que controlam a sua aprendizagem (Stravedes, 2011). Esta competência pode ser incrementada durante o EOABRP nomeadamente nas fases iniciais de resolução de problema, que envolvem o questionamento sobre o problema e a identificação do conhecimento pré-existente com ele relacionado, bem como na tomada de decisão com base fundamentada.

Segundo Ronis (2008) o EOABRP pode preparar os alunos para uma aprendizagem ao longo da vida numa sociedade tecnológica, pois combina a aprendizagem do 'saber fazer' e do 'ter capacidades para', proporcionando aos alunos a realização de atividades que reforçam e relacionam conceitos abstratos com experiências concretas na área das Ciências. A referida autora também defende que o EOABRP pode promover o desenvolvimento da literacia pois permite que os alunos utilizem diferentes saberes e competências na resolução de problemas em diversos contextos, ajudando-os, assim, a desenvolver competências conceptuais e procedimentais nas diversas áreas.

1.2.3. A Internet no contexto formal de aprendizagem e a formação de cidadãos cientificamente cultos

Como resultado da evolução das Ciências e da Tecnologia, principalmente nas últimas três décadas, a Sociedade sofreu grandes transformações relativamente aos meios de informação e comunicação. Esta mudança tecnológica acelerada e globalizante, e as conseqüentes alterações que provocou na Sociedade atual, surtiu uma profunda alteração do mercado de trabalho e surgiram novos desafios que realçam, não só a necessidade de se formar indivíduos com conhecimentos mais abrangentes nas diversas áreas (CNEB, 2001; Coles, 2002), mas também, a exigência de todos possuírem competências relacionadas com a utilização das novas tecnologias (Fullick, 2004; Van Deursen, Van Dijk & Petters, 2011). Hoje em dia, o contacto direto com diversas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), nomeadamente com a *Internet*, faz parte do quotidiano dos indivíduos pertencentes às Sociedades mais desenvolvidas (Van Deursen, Van Dijk & Petters, 2011), não só a nível pessoal, mas também a nível profissional.

A *Internet* tem origem no programa ARPANET, que foi desenvolvido na década de sessenta, do século passado, nos E.U.A, com o objetivo de estimular a investigação na área da informática interativa e ultrapassar os avanços tecnológicos da então União Soviética, tendo sido, posteriormente, integrada no campo militar, com o objetivo de facilitar a comunicação nas diferentes divisões militares (Castells, 2007). A *Internet*, conforme a conhecemos, surge depois de várias redes de comunicação entre computadores, entre as quais a USENET e a ARPANET, terem sido unidas (Castells, 2007). A abrangência a nível mundial da *Internet* deve-se à criação da *World Wide Web (www)*, aplicação de partilha de informação desenvolvida no início da década de noventa, do século passado (Castells, 2007). De uma forma geral, a *Internet* é definida como “uma rede composta por centenas de milhares de computadores espalhados por esse mundo fora, ligados entre si por forma a permitir que outros utilizadores acedam a eles” (D’Eça, 1998, pág 22) e “que permite a comunicação entre pessoas e a recuperação de informação” (DiMaggio et al, 2001, pág 307).

Na verdade, considera-se que a *Internet* é uma das TIC que mais influenciou as profundas alterações observadas na sociedade atual, tanto na forma de comunicar, como na forma de ver e viver no mundo (D’Eça, 1998). ‘Abriu as fronteiras’ do conhecimento e da informação e ‘encurtou as distâncias geográficas’ (D’Eça, 1998), tornando a comunicação entre muitas pessoas bem mais fácil e rápida (Leite et al, 2007). A *Internet* assume uma variedade de ferramentas como, por exemplo,

telefone, biblioteca, armazém de informação (DiMaggio et al, 2001). Essas ferramentas, para além de outras funções, podem proporcionar uma grande variedade de novas formas de comunicação que, conseqüentemente, influenciam, não só os relacionamentos sociais (Mossberger, Tolbert & McNeal, 2008), mas também os profissionais (Laing, Hogg & Winkelman, 2005).

Alguns autores (Castells, 2007; Mossberger, Tolbert & McNeal, 2008) defendem que se a *Internet* disponibiliza informação que auxilia os cidadãos a se manterem atualizados sobre aspetos políticos, o que, segundo Mossberger, Tolbert & McNeal (2008), incentiva à participação democrática dos indivíduos, então pode ajudar as Sociedades a se tornarem mais participativas. Outros autores (McGuckin & Stiroh, 1998, 2002; Castells, 2007) salientam que também a economia do país pode ser beneficiada pela *Internet*, já que esta pode auxiliar no aumento das relações comerciais (Freund & Weinhold, 2003) e na produtividade pois, esta ferramenta pode facilitar a cooperação entre pessoas, Instituições e Indústrias, bem como permitindo a realização de projetos e parcerias (Castells, 2007; Sooryamoorthy & Shrum, 2007), ajudando no processo de produção e gestão, e contribuindo, também, para a competitividade (Castells, 2007).

De acordo com Bell et al (2009), existem evidências, disponibilizadas por estudos realizados sobre a utilização da *Internet* fora da escola, que parecem indicar que a *Internet* é um dos 'locais' mais procurados para aceder a informação científica. Essa procura de informação científica pode estar relacionada com a necessidade de esclarecimentos sobre assuntos que influenciam a vida pessoal dos indivíduos ou da Sociedade em geral. Ao permitir o acesso a conhecimentos científicos atuais, a *Internet* pode ajudar o indivíduo a tomar decisões importantes sobre, por exemplo, produtos a consumir (Hogg et al, 2003), ou cuidados de saúde a seguir (McMullan, 2006; Laing, Hogg & Winkelman, 2005; Advocat & Lidsay, 2010). Para além disso, ao facilitar o acesso a investigações científicas realizadas em todo o mundo, pode promover o desenvolvimento científico, uma vez que pode ajudar outros investigadores, e até alunos, a criarem também as suas próprias investigações (Goble et al, 2006; Pinto, 2011) e incrementar a partilha de conhecimento científico (Hendler, 2003; Sooryamoorthy & Shrum, 2007; Pinto, 2011; Ynalvez & Shrum, 2011), nomeadamente através da participação em discussões *online* (Hendler, 2003). A *Internet* pode, também, proporcionar o desenvolvimento das práticas de ensino das Ciências, já que permite, como sugere Pickergill (2005), a utilização de *softwares* pedagógicos interativos, centrados em assuntos relacionados com as Ciências, bem como de simulações de situações da vida real (Forsyth, 1998) que podem ajudar os alunos a

compreender melhor determinados fenômenos e conceitos científicos. Acresce ainda que, a *Internet* possibilita também o acesso a informação relacionada com a história e natureza das Ciências (ex.: Olkhovsky, 2010; Ziche, 2012), pelo que pode ajudar a desenvolver a compreensão das interrelações entre as Ciências, a Tecnologia e a Sociedade. Desta forma, a *Internet* pode promover o desenvolvimento de competências conceptuais, atitudinais e comunicacionais, ajudando a formar cidadãos cientificamente cultos, capazes de encontrar e usar informação relevante para resolver problemas e de aprender ao longo da vida.

No entanto, embora a *Internet* já esteja disseminada pelo mundo fora, convém notar que nem todas as pessoas têm o mesmo acesso às TIC (Kuhlemeier & Hemker, 2007; Van Deursen, Van Dijk & Petters, 2011) nem as competências digitais estão distribuídas equilibradamente por todos os elementos da Sociedade (Van Deursen, Van Dijk & Petters, 2011), o que poderá constituir uma desvantagem em termos de competitividade, para o indivíduo que possui menos acesso ou aptidões reduzidas para trabalhar ou aprender com o computador ou com a *Internet* (Kuhlemeier & Hemker, 2007). Por outro lado parece ser comum algum nível de desconfiança, de certas pessoas, face à *Internet*, nomeadamente por receio de ‘invasão de privacidade online’, ou por suspeita de falta de qualidade e veracidade da informação disponibilizada (Dutton & Shepherd, 2006). No entanto, os referidos autores acrescentam que os não utilizadores da *Internet* são os que manifestam maior desconfiança face a esta ferramenta (do que os indivíduos que têm alguma ou muita experiência) e que mais subestimam os seus benefícios.

Um dos constrangimentos relacionados com a *Internet* que é apontado por diversos autores (ex.: Cox, 2000; Fullick, 2004; Wellington & Britto, 2004; Carvalho & Costa, 2006) diz respeito a uma das vantagens desta ferramenta, designadamente ao acesso a quantidades inimagináveis de recursos. Os referidos autores argumentam que esse acesso pode trazer grandes problemas em termos de pesquisa e seleção da informação disponível, pois o excesso e a organização da informação disponibilizada pode conduzir a uma sobrecarga de informação (muitas vezes irrelevante ou inadequada ao público-alvo e nem sempre validada) que complica a tarefa do utilizador. Por essa razão, é necessário desenvolver cidadãos conscientes, com espírito crítico face a esta tecnologia (Fullick, 2004; Macdonald & Creanor, 2010), e com conhecimento e competências necessárias para utilizar a *Internet* (Fullick, 2004), incluindo ao nível da seleção e utilização da informação.

Assim, Van Deursen & Van Dijk (2009a, 2009b, 2010) estabeleceram quatro tipos de

competências que consideram ser necessárias para uma correta utilização da *Internet*, a saber:

- ✓ competências gerais de operar com a *Internet*, onde se incluem capacidades de utilizar um sistema de navegação ou *browser*, de utilizar um motor de busca, de preencher e submeter um formulário;
- ✓ competências específicas de utilização da *Internet*, incluindo a capacidade de navegação na *Internet*, utilizando hiperligações de diferentes formatos (ex.: textos, imagens, menus), e a capacidade de manutenção da orientação durante a navegação;
- ✓ competências de recolha de informação na *Internet*, que abrangem a capacidade de localizar a informação requerida através da escolha do site, da definição de opções de consulta e pesquisa, da seleção de informação e da avaliação das fontes de informação;
- ✓ competência no domínio de estratégias de utilização eficaz da *Internet*, que incluem formas de utilização da *Internet* com vista a alcançar um objetivo, tais como desenvolver uma orientação, ter uma ação ou uma decisão acertada para atingir uma meta e obter vantagens resultantes do alcance de um objetivo.

O reconhecimento das potencialidades das TIC e da *Internet* fez com que o desenvolvimento de competências em TIC passasse a ser prioritária na educação formal, na Europa, desde o início deste século (Eurodyce, 2011). A integração das TIC, designadamente a *Internet*, no processo de ensino e de aprendizagem pode ser feita de diferentes formas, entre as quais se conta a utilização deste recurso como suporte às atividades de ensino e de aprendizagem formal. Para além das vantagens, já referidas, associadas ao acesso de informação, e dos benefícios do incremento de novas formas de comunicação que, segundo Balula & Martins (2010), podem ajudar a desenvolver o espírito científico dos alunos, alguns autores (D'Eça, 1998; Bruce, 2003; Palloff & Pratt, 2004; Donkers et al, 2010; Macdonald & Creanor, 2010) apresentam diversas vantagens da integração desta ferramenta no processo de aprendizagem dos alunos. Estes autores argumentam que a aprendizagem *online* (com recurso à *Internet*): fomenta uma aprendizagem mais ativa, centrada no aluno, baseada em investigação e procura de respostas a questões (D'Eça, 1998); contribui para a aprendizagem ao longo da vida, pois ajuda no desenvolvimento da autonomia e da capacidade de autorregulação das suas

aprendizagens (Palloff & Pratt, 2004; Macdonald & Creanor, 2010); origina maior flexibilidade e maior variedade de escolhas metodológicas, o que pode facilitar uma abordagem crítica ao próprio estudo (Macdonald & Creanor, 2010); possibilita a realização de diversas atividades de aprendizagem que não são viáveis em sala de aula, nomeadamente por estarem associados a procedimentos de risco (Donkers et al, 2010); e permite a colaboração entre alunos e pessoal docente que se encontram separados por grandes distâncias (Bruce, 2003; Donkers et al, 2010).

De facto, a *Internet* é uma poderosa ferramenta que pode constituir-se como um espaço com potencial educativo elevado, por reduzir as distâncias entre a escola e a comunidade (Stocklmayer, Rennie & Gilbert, 2010). Note-se que, a integração desta poderosa tecnologia no processo de ensino e de aprendizagem, no final do século passado, impulsionou o ensino a distância, tendo ocorrido um crescimento exponencial do número de cursos disponíveis na versão a distância com utilização da *Internet*, designados por *e-learning* (Bruce, 2003; Palloff & Pratt, 2004). Assim, Bruce (2003) argumenta que o *e-learning* proporcionou maior acesso à educação, nomeadamente nos adultos que, muitas vezes, não podem abdicar das suas vidas profissionais para continuar a estudar.

A integração das TIC no ensino básico, em Portugal, é observada oficialmente a partir do início deste século. Com vista a “assegurar a todos os jovens acesso às TIC, foram criadas condições que se consideraram indispensáveis para a melhoria da qualidade e da eficácia da educação e formação à luz das exigências da Sociedade do Conhecimento” (DGCID- Programa de TIC, 2003, pág. 3). Das estratégias implementadas pelo Ministério da Educação e Ciência no sistema educativo durante a última década destaca-se a integração das TIC na sala de aula, explicita no CNEB (DEB, 2001a), o qual refere que devem ser rentabilizadas as potencialidades das TIC em tarefas de construção de conhecimento, tais como: utilização adequada de diferentes linguagens; obtenção de informação sobre culturas estrangeiras ou nacional, disponibilizada pelos *Media*; pesquisa, seleção e organização de informação; integração e troca de conhecimentos; e comunicação para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas.

Contudo, para que a integração da *Internet* no processo de ensino e de aprendizagem possa ser concretizada com resultados positivos, alguns autores (Stocklmayer, Rennie & Gilbert, 2010) defendem ser necessário criar atividades coerentes com a vida real e que estimulem o envolvimento do aluno nas tarefas. McConnell (2006) refere que, muitas vezes, nos cursos de *e-learning* é normal a utilização da resolução de problemas formulados pelos alunos e, geralmente, relacionados com situações da vida

real, o que contribui para um maior envolvimento dos alunos na tarefa de aprendizagem. A revisão de algumas investigações realizadas sobre os efeitos da utilização de metodologias de ensino que envolvem a resolução de problemas e a *Internet* no ensino das Ciências, parece sugerir que essas metodologias potenciam as aprendizagens dos alunos (Chen & Chen, 2012) e que a utilização de problemas mal estruturados, num contexto de ensino e de aprendizagem baseado na *Internet*, pode ajudar os alunos a desenvolver a capacidade de identificar informação essencial, bem como a capacidade de desenvolver possíveis soluções para os problemas apresentados (Yu, She & Lee, 2010).

O ensino orientado para a ABRP *online* é uma forma de integrar a tecnologia (*Internet*) com atividades que promovem competências de resolução de problemas. Esta integração, segundo diversos autores (Chernobilsky, Nagarajan & Hmelo-Silver, 2005; Ronis, 2008; Chiou, Hwang & Tseng, 2009; Chen, 2010), pode ser considerada uma vantagem no processo de aprendizagem formal dos alunos, uma vez que os ambientes *online* ajudam no desenvolvimento de capacidades de trabalho cooperativo (Chernobilsky, Nagarajan & Hmelo-Silver, 2005), facilitam a construção de conhecimento (Chernobilsky, Nagarajan & Hmelo-Silver, 2005; Ronis, 2008), bem como pelo facto da combinação de estratégias de resolução de problemas e as TIC (nomeadamente o computador e a *Internet*) fomentar o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (Ronis, 2008; Chiou, Hwang & Tseng, 2009; Chen, 2010), e ajudar a estabelecer conexões interdisciplinares através do acesso a informação relevante relacionada com conhecimentos de diferentes áreas (Ronis, 2008).

Assim, verifica-se que a *Internet* pode contribuir para a educação para a cidadania e para a formação de cidadãos cientificamente cultos, auxiliando no desenvolvimento da literacia científica, de competências necessárias à correta utilização da *Internet*, de competências essenciais a uma investigação (pesquisa, seleção, análise e interpretação de informação e dados relevantes), de competências de resolução de problemas, da capacidade de tomada de decisões fundamentadas, da autonomia, e da capacidade de aprendizagem ao longo da vida.

1.3. Objetivos

A formação de cidadãos cientificamente mais literatos e democraticamente mais ativos e participativos são objetivos prioritários traçados a nível mundial (ONU, 2000; CCE, 2008) e assumidos por vários países.

No entanto, conforme referem diversos autores (Ainkenhead 2009; Longbottom & Buttler, 1999), para se promover a educação para a cidadania é necessário desenvolver a literacia científica e potenciar o desenvolvimento de competências consideradas essenciais para cidadãos participativos na sociedade. Também se argumenta (Longbottom & Butler, 1999; Wellington, 2000; Coles, 2002; Martín-Díaz, 2002; Millar, 2002) que a educação em Ciências pode proporcionar o desenvolvimento dessas competências, facilitando a capacidade de aprendizagem ao longo da vida, o incremento da literacia científica, e da promoção da educação para a cidadania. É também importante ter em conta que, como é referido por alguns autores (Bell, et al 2009), as aprendizagens proporcionadas por contextos informais, como a *Internet*, podem ajudar a contextualizar as teorias e os conhecimentos científicos com a realidade, isto é, podem ajudar na compreensão da aplicação das Ciências no quotidiano, contribuindo assim, segundo Braund & Reiss (2004), para a valorização do contributo das Ciências para a Sociedade.

A necessidade de promover uma adequada educação para a cidadania levou Barell (2007) a sugerir a utilização de ensino orientado para a ABRP (EOABRP). A sua implementação em formato *online* afigura-se poder favorecer, para além da motivação e conseqüente empenho dos alunos, também o desenvolvimento de competências necessárias a cidadãos participativos e com literacia científica e digital. Assim sendo, formulou-se o seguinte objetivo geral para esta investigação:

- Comparar os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências de alunos do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes.

Este objetivo geral concretiza-se através dos seguintes objetivos específicos:

- Comparar os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de conhecimentos conceituais em turmas, do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes;
- Comparar os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências de resolução de problemas em turmas, do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes;
- Comparar as opiniões de alunos do 3º ciclo do Ensino Básico pertencentes a turmas com desempenhos académicos e comportamentais diferentes acerca do ensino das

1.4. Importância do estudo

Embora já tenham sido realizados alguns estudos em Portugal centrados na análise dos efeitos da metodologia de ensino orientado para a ABRP (EOABRP) frente-a-frente no desenvolvimento de diversas competências, o facto é que são escassas as investigações centradas na avaliação dos contributos desta metodologia de ensino no formato *online*, em contexto formal de aprendizagem das Ciências, e que envolvam alunos do 3º ciclo de escolaridade. Através desta investigação pretende-se recolher alguma informação sobre os efeitos do EOABRP *online*, que poderão ser relevantes para futuras implementações desta metodologia de ensino, ou para investigações semelhantes ou relacionadas.

Assim, este estudo disponibilizou uma estrutura de trabalho delineada para a aplicação desta metodologia de ensino *online*, incluindo recursos materiais, passíveis de serem utilizados ou adaptados a futuras atividades que sigam as perspetivas teóricas de implementação do EOABRP (presencial ou *online*). Visto que da sua implementação surgiu uma análise crítica e conseqüentes sugestões para futuras implementações, então considera-se que esta investigação forneceu uma estrutura de trabalho e recursos materiais validados e testados, constituindo assim uma base de suporte para professores que queiram implementar este tipo de ensino e de aprendizagem, em sala de aula ou em contextos informais de aprendizagem. Da mesma forma, pode ser útil para docentes formadores de professores, uma vez que os resultados obtidos neste estudo podem servir de suporte para a construção de atividades nos cursos de formação de professores (inicial ou contínua) sobre o EOABRP.

Também se está convicto que este estudo pode auxiliar investigadores que pretendam levar a cabo estudos semelhantes ou relacionados, uma vez que esta investigação forneceu dados relacionados com as opiniões dos alunos face à experiência com o EOABRP *online*. Desta forma, pode ajudar a compreender que vantagens e que desvantagens são assinaladas, permitindo assim que esses constrangimentos sejam ultrapassados, futuramente. Também permitiu a disponibilização de instrumentos de recolha de dados validados e testados que poderão ser utilizados em futuras investigações similares.

Por fim, também se acredita que este estudo disponibilizou informação positiva sobre a contribuição desta metodologia de ensino para o desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais, comunicacionais, e atitudinais dos alunos, o que, de alguma maneira, pode facilitar uma nova visão do

ensino das Ciências Naturais que ainda é visto como um ensino tradicional e expositivo. Ora, assim, pode contribuir-se para a mudança de opinião de professores que, apesar de sentirem as dificuldades dos seus alunos no desenvolvimento de diferentes competências, ainda têm receio de modificar as suas práticas pedagógicas, nas quais se sentem confortáveis. Ao tomarem conhecimento de resultados de investigações empíricas que apresentam evidências de possíveis benefícios de metodologias de ensino mais ativas e centradas no aluno, pode contribuir para a tomada de consciência dos professores relativamente às potencialidades de adotar outras estratégias de ensino senão o método expositivo.

1.5. Limitações

O presente estudo, que teve como objetivo avaliar os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências de alunos do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes, tem como principais limitações:

- as características da amostra, nomeadamente pelo facto de se ter trabalhado com grupos naturais que, embora diferentes, continham ambos alguns alunos semelhantes em termos de desempenho e comportamento, pelo que não eram completamente diferentes entre si o que, aliado à reduzida dimensão desses grupos, impede conclusões seguras;
- as características da intervenção, designadamente pelo facto de ser nova para alunos e professora e de ser um EOABRP *online* realizado em sala de aula, pode ter influenciado as reações de alguns alunos que poderão ter-se sentido perdidos nesta metodologia ou no uso de ferramentas TIC e, por isso, não se empenharam o suficiente no decorrer das atividades;
- as características das técnicas e instrumentos de recolha de dados, uma vez que tendo esta sido baseada na técnica de inquérito por questionário, deixa incerteza sobre a sinceridade dos alunos na avaliação que fizeram, através do questionário de opinião, sobre o contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de diferentes competências, pois, pelas opções de resposta seleccionadas, os alunos podem ter antecipado as respostas que imaginavam que seriam desejadas pela investigadora e ter querido fazer uma avaliação 'agradável' sobre o EOABRP *online* e sobre as

ferramentas de comunicação utilizadas (*Chat* e Fórum de discussão *online*). Além disso, não é possível, o esclarecimento das respostas dadas pelos itens do tipo escalar nem nos casos em que se usou questões de resposta aberta;

- o risco de subjetividade da análise das respostas a questões abertas que nem sempre são explicitamente evidentes e que, muitas vezes, requerem que sejam feitas inferências para obter os resultados. Apesar de a investigadora ter adotado estratégias de minimização desta limitação, como repetição da análise e comparação dos resultados obtidos nos dois momentos, bem com confronto das interpretações da investigadora e da orientadora desta dissertação sobre o conteúdo de algumas respostas obtidas nos diferentes testes, e formulação de conjuntos de categorias de análise, alguma subjetividade pode ter persistido;
- as convicções da investigadora podem ter tornado subjetiva a discussão dos resultados, apesar de se ter tentado minimizar esta limitação através da discussão dessa análise com a orientadora da investigação, que, no entanto, também tem as suas convicções.

1.6.Plano geral da dissertação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No capítulo inicial (capítulo I), após uma pequena nota introdutória (1.1), procede-se à contextualização e apresentação do estudo desenvolvido (1.2). De seguida apresentam-se os objetivos (1.3), a importância deste estudo (1.4) e as suas principais limitações (1.5). O capítulo termina com a presente apresentação geral da estrutura da dissertação (1.6).

O capítulo II apresenta a revisão de literatura e está dividido em quatro subcapítulos. Inicia-se por uma pequena introdução do capítulo (2.1) e segue-se o subcapítulo 2.2 em que se aborda aspetos relacionados com o ensino das Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Neste subcapítulo incluem-se cinco subsubcapítulos que se centram na apresentação dos princípios gerais e fundamentos teóricos do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.2.1), na descrição de vários modelos de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.2.2), na descrição de diferentes formas de

implementação desta metodologia de ensino (2.2.3), na apresentação de constrangimentos do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na educação em Ciências (2.2.4) e nas potencialidades ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.2.5). Depois, segue-se o subcapítulo 2.3 em que se aborda aspetos relacionados com o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online*. Este subcapítulo está dividido em cinco subsubcapítulos que se centram na apresentação da origem e dos princípios base do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.1), na descrição de modelos de integração curricular do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.2) e de modelos de implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.3), na apresentação de cuidados a ter durante a implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.4) e na apresentação de evidências empíricas do contributo do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* para o desenvolvimento de diferentes competências (2.3.5). Segue-se o subcapítulo (2.4) em que se aborda aspetos relacionados com o tema Dinâmica da Terra na educação em Ciências em Portugal. Neste subcapítulo incluem-se três subsubcapítulos que focam aspetos relacionados com o tema Dinâmica Interna da Terra no currículo de Ciências Naturais do ensino básico (2.4.1), com os constrangimentos do ensino e da aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra (2.4.2) e com o ensino do tema Dinâmica Interna da Terra através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.4.3).

O terceiro capítulo tem como objetivo descrever a metodologia seguida nesta investigação e inclui oito subcapítulos. Depois de uma breve introdução (3.1), apresenta-se uma síntese da investigação (3.2), seguida da caracterização da população e da amostra (3.3) e da metodologia de ensino utilizada (3.4), que inclui a caracterização geral da metodologia de ensino utilizada (3.4.1) e as descrições do Ambiente de Aprendizagem Virtual utilizado (3.4.2), do cenário utilizado (3.4.3) e da implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (3.4.4). Segue-se um subcapítulo (3.5) em que se apresenta a justificação da seleção das técnicas de recolha de dados utilizadas, e um outro subcapítulo (3.6) em que se descreve o processo de construção e validação dos instrumentos usados nessa recolha. Por fim, no subcapítulo 3.7 descreve-se como foram recolhidos os dados e no subcapítulo 3.8 descrevem-se quais os procedimentos adotados no seu tratamento.

No capítulo IV apresentam-se os resultados e procede-se a sua interpretação. Neste subcapítulo inclui-se quatro subcapítulos. Inicia-se com uma pequena introdução ao capítulo (4.1), e segue-se para a apresentação e discussão dos dados recolhidos, em ambas as turmas, no teste de conhecimentos (4.2) e no teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas (4.3). Este capítulo termina com a apresentação e discussão dos resultados obtidos no questionário de opinião dos alunos (4.4).

O quinto capítulo, depois da introdução (5.1), inclui três subcapítulos que se centram na apresentação das principais conclusões acerca dos resultados obtidos e analisados (5.2) bem como das implicações do mesmo para a educação em Ciências (5.3) e de algumas sugestões para futuros estudos (5.4).

No final, são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos que considerámos relevantes para a compreensão desta dissertação.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Este capítulo tem como propósito apresentar o contexto teórico e empírico em que esta investigação se insere. Assim, apresenta-se a revisão de literatura realizada e que serviu de base para sustentar teoricamente o trabalho desenvolvido nesta dissertação.

Esta revisão segue três pontos considerados essenciais. São eles: o ensino das Ciências através da ABRP (2.2); o ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas *online* (2.3); e o tema Dinâmica da Terra na educação em Ciências em Portugal (2.4).

2.2. O ensino das Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Este segundo subcapítulo está subdividido em cinco partes que, na sua globalidade, pretendem abordar diferentes aspetos do ensino das Ciências centrado na ABRP, a saber: princípios gerais e fundamentos teóricos do ensino orientado para a ABRP (2.2.1); modelos de ensino orientado para a ABRP (2.2.2); implementação do ensino orientado para a ABRP (2.2.3.); constrangimentos do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na educação em Ciências (2.2.4.); e potencialidades do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na educação em Ciências (2.2.5.).

2.2.1. Princípios gerais e fundamentos teóricos do ensino orientado para a ABRP

O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (EOABRP) surgiu na década de sessenta, do século XX, na América do Norte, no âmbito da educação em medicina (Boud & Feletti, 1997; Tan, 2003; Savin-Baden & Major, 2004; Barrett, 2005), e, até ao presente, passou a ser implementado, em vários países, em diversos cursos de áreas distintas e em diferentes níveis de ensino (Hmelo-Silver, 2000; Torp & Sage, 2002; Tan, 2003), alcançando uma enorme popularidade em todo o mundo (Graaff & Kolmos, 2003).

De uma forma geral, consiste na apresentação de um problema com ligação à realidade do aluno ou, em alternativa, um cenário a partir do qual devem ser formulados problemas ou questões a

serem resolvidos (Boud & Feletti, 1997; Lambros, 2002; Azer, 2008b). Em qualquer dos casos (problema ou cenário apresentado), é da resolução de problemas que devem emergir novas aprendizagens, envolvendo conhecimentos novos ou conhecimentos que carecem de aprofundamento (Lambros, 2004; Azer, 2008b; Dolmans & Schmidt, 2010). Assim, as aprendizagens são desencadeadas pelos problemas e pelo estímulo cognitivo que eles vão proporcionar, ao suscitarem a curiosidade, o questionamento e o pensamento (Tan, 2003) e ao criarem condições para a procura de informação relevante para a resolução desses problemas. Ora, como argumenta Barell (2007), ao realizar investigações, os alunos desenvolvem diversas capacidades, tais como: o questionamento; a análise crítica; os hábitos de trabalho cooperativo; e a tomada de decisões fundamentadas em evidências. Desta forma, o aluno tem a possibilidade de desenvolver aprendizagens mais profundas e significativas, pois estas têm origem em processos que proporcionam melhor compreensão da informação e da forma como esta pode ser aplicada em diferentes contextos (Torp & Sage, 2002). Este princípio base do EOABRP, segundo Savery & Duffy (1995), parece apoiar-se nas teorias construtivistas sobre a aprendizagem que defendem que o conflito cognitivo estimula a aprendizagem e determina a organização e natureza da mesma. De certa forma, este princípio parece também apoiar-se na teoria do processamento de informação, conforme argumenta Schmidt (1983), pois pressupõe-se que as aprendizagens são desenvolvidas através de discussão, questionamento e fornecimento de respostas a questões formuladas.

De certa forma, ligados a este princípio base do EOABRP, outros princípios gerais são identificados por diferentes autores, entre os quais se destacam o papel central proporcionado ao aluno no desenvolvimento das suas aprendizagens (Glasgow, 1996; Lambros, 2002; Hmelo-Silver, 2004; Chin & Chia, 2004, 2006; Leite & Esteves, 2005), a 'exigência' de trabalhar em grupo (Lambros, 2002; Hmelo-Silver, 2004; Prince, 2004; Leite & Esteves, 2012), a importância da contextualização das aprendizagens e da sua aplicação à realidade (Lambros, 2002, Hmelo-Silver, 2004), bem como a relevância dos conhecimentos prévios dos alunos para o desenvolvimento de novos conhecimentos e capacidades (Lambros, 2002).

Ora, durante o EOABRP é proporcionada aos alunos a oportunidade de aprenderem de forma auto-direcionada e autónoma durante o processo de resolução de problemas, pois são eles os responsáveis por identificar os objetivos da aprendizagem e os conhecimentos necessários para a resolução do problema (Glasgow, 1996; Lambros, 2002; Hmelo-Silver, 2004; Chin & Chia, 2004,

2006; Leite & Esteves, 2005), bem como pela delimitação de estratégias de atuação no processo de resolução (Lambros, 2002; Hmelo-Silver, 2004; Chin & Chia, 2004; Leite & Esteves, 2005). Assim, como argumenta Hmelo-Silver (2004), os alunos tornam-se mais responsáveis pela sua aprendizagem, assumindo uma função bem mais ativa no processo de aprendizagem. Este princípio geral do EOABRP parece partir das teorias construtivistas sobre a aprendizagem, nomeadamente das oriundas de autores como Vygotsky, Dewey e Piaget (Savery & Duffy, 1995), que defendem a importância de proporcionar ao indivíduo um papel ativo no processo das suas aprendizagens.

Também é exigido um elevado nível de interação entre os alunos, tendo como base a aprendizagem cooperativa (Prince, 2004), uma vez que o processo de aprendizagem engloba um trabalho de equipa que pressupõe a partilha, a discussão e a negociação entre os membros do grupo (Lambros, 2002; Leite & Esteves, 2012), levando à construção de novo conhecimento (Hmelo-Silver, 2004), através da resolução dos problemas (Leite & Esteves, 2012). Aliás, segundo Lee & Tan (2004), no EOABRP, o objetivo do trabalho cooperativo é ajudar a desenvolver uma compreensão mais profunda do conhecimento concetual e procedimental, para além de ajudar a desenvolver competências de relacionamento interpessoal e de comunicação. É através da discussão e do diálogo entre os membros do grupo que é estimulado o pensamento crítico, a argumentação e a discussão de visões e perspetivas diferentes que, posteriormente, vão contribuir para a compreensão dos assuntos e, conseqüentemente, vão auxiliar na tomada de decisões (Lee & Tan, 2004). Segundo Albanese (2000), este princípio geral do EOABRP apoia-se nos fundamentos da teoria de aprendizagem cooperativa, que se centra no pressuposto de que a aprendizagem é desenvolvida em grupo, bem como na ideia que o objetivo da aprendizagem tem de ser alcançado por todos os elementos do grupo. Já Savery & Duffy (1995) sugerem que este princípio geral do EOABRP se baseia em ideias das teorias construtivistas sobre a aprendizagem que defendem que o conhecimento é desenvolvido através da negociação em grupo e da análise crítica da compreensão individual de cada membro desse grupo.

Uma vez que, no EOABRP, o ponto de partida das aprendizagens dos alunos é um problema familiar, que permite a abordagem de assuntos autênticos, e muitas vezes multidisciplinares, então são estabelecidas ligações entre conhecimentos de diferentes áreas e é feita a contextualização dos mesmos (Glasgow, 1996; Hmelo-Silver, 2004). Este princípio do EOABRP vai ajudar os alunos a compreender melhor a utilidade e aplicabilidade do conhecimento científico no quotidiano (Hmelo-Silver, 2004, Barrel, 2007), fomentando, assim, a compreensão e contextualização das aprendizagens

(Lambros, 2002; Barrel, 2007). Segundo Schmidt (1983), este princípio geral baseia-se na teoria do processamento de informação, já Norman & Shmidt (1992) referem que este princípio do EOABRP tem como base a teoria da contextualização da informação. No fundo, qualquer uma destas perspectivas defende que a aprendizagem de conceitos ou procedimentos é potenciada pela contextualização dos mesmos em situações da vida real e de maneira a que as competências assim desenvolvidas sejam mais fácil e eficazmente mobilizáveis e aplicadas em outras situações.

Por fim, um outro princípio geral do EOABRP diz respeito à valorização do conhecimento prévio dos alunos para o desenvolvimento de novas aprendizagens, uma vez que estes devem conseguir identificar o que sabem sobre o assunto antes de partir para a delineação de estratégias para a resolução do problema (Lambros, 2002; Azer, 2008b). Este princípio geral, de acordo Schmidt (1983), parece ter como suporte os fundamentos da teoria do processamento de informação, que defende que a aprendizagem é potenciada através da ativação do conhecimento prévio, que é utilizado para compreender e estruturar nova informação. Ele é também compatível com a teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980), segundo a qual este tipo de aprendizagem só é possível quando o aprendiz estabelece ligações conscientes entre o que já sabe e o que vai aprender.

Em suma, no EOABRP: é proporcionado um papel central ao aluno no processo das suas aprendizagens; é exigido um elevado nível de interação entre os alunos; é proporcionada a contextualização das aprendizagens; é valorizado o conhecimento prévio dos alunos para o desenvolvimento de novas aprendizagens. Esses princípios estão associados a diferentes fundamentos teóricos, que vão desde as teorias construtivistas sobre a aprendizagem, às teorias de processamento e de contextualização de informação, à teoria de aprendizagem cooperativa, e ainda à teoria de aprendizagem significativa. Na prática, todos eles são consistentes com a atribuição de um papel ativo na aprendizagem de conhecimentos novos, relevantes para ele próprio por terem a ver com o seu dia-a-dia.

2.2.2. Modelos de implementação do ensino orientado para a ABRP

Embora pareça que o EOABRP e PBL são consensuais, no sentido de que são objeto de uma única interpretação por parte dos especialistas na área, isso não é assim. Há diferentes modelos de ensino que envolvem a ABRP. Esses modelos de ensino (EOABRP) distinguem-se pelo modo como

combinam o papel do professor e o do aluno (Graaff & Kolmos, 2003; Leite & Esteves, 2012).

Barrows (1986) considera a existência de seis modelos de EOABRP, que vão desde os mais centrados no professor (com exposição) até aos centrados no aluno (sem exposição). Esses modelos são: *Lecture-based case* ou Casos baseados em exposição; *Case-based lectures* ou Exposição baseada em casos; *Case Method*, ou Método de caso; *Modified cased-based* ou Baseado em casos modificados; *Problem-based* ou Baseado em Problemas; *Closed loop or Reiterative Problem-based* ou Ciclo Baseado em Problemas. O primeiro modelo de ensino proposto pelo autor inicia-se com a exposição, onde é fornecida informação relevante, e os alunos constroem um caso com base no que interpretam dessa informação. Normalmente é dada oportunidade para formulação de hipóteses, para análise de dados e para tomada de decisões (limitada), mas não são proporcionados momentos de questionamento ou de utilização de competências procedimentais durante a construção do caso. No segundo modelo, primeiro é fornecido o caso aos alunos, seguindo-se um momento de exposição sobre o caso, por parte do professor. Aqui, os alunos utilizam o seu conhecimento prévio, enquanto reconstróem e analisam o caso, antes de lhes ser dada mais informação. Não é proporcionada uma aprendizagem auto-direcionada. Estes dois primeiros modelos são mais centrados no papel do professor, enquanto os restantes conferem maior autonomia ao aluno. Assim, no terceiro modelo de ensino acima referido é entregue aos alunos um caso completo e a sua tarefa é investigar e preparar a discussão do caso. Já no quarto modelo é solicitada aos alunos uma tomada de decisão sobre um caso, após lhes ter sido apresentado esse caso. Posteriormente, é lhes fornecida mais informação sobre o caso estudado, e, de seguida, procuram uma resposta ou solução para essas questões de modo a resolverem o caso. No modelo Baseado em problemas, os alunos formulam questões, imediatamente após o contacto com uma determinada situação ou caso problemático. Por fim, o sexto modelo proposto pelo autor, é semelhante ao modelo descrito anteriormente (baseado em problemas), acrescentando a reflexão dos alunos relativamente aos recursos utilizados por eles no processo de resolução de problemas, com o objetivo de os alunos autoavaliarem a eficácia.

Por outro lado, Savin-Baden & Major (2004) consideram a existência de dois grupos de modelos de EOABRP, que se distinguem por incluírem, ou não, exposição pelo professor, juntamente com a ABRP, a ser desenvolvida pelos alunos. Esses modelos, segundo as autoras, são: os modelos puros, que, em geral, apenas utilizam uma abordagem de ensino com base na ABRP, sem exposição de informação por parte do professor; e os modelos híbridos, que incluem outras abordagens de ensino,

como por exemplo abordagens mais expositivas, para além do orientado para a ABRP.

Nesta dissertação, quando falamos de EOABRP, estamos centrados no modelo de PBL (Barrows, 1986) e no modelo puro (Savin-Baden & Major, 2004) pois, conforme argumenta Lambros (2004), estes modelos permitem abarcar um vasto leque de objetivos de aprendizagem e possibilitam o fortalecimento da confiança e motivação do aluno para a ABRP. Na verdade, e como defendemos anteriormente (subcapítulo 1.2), uma vez que se pretende potenciar nos alunos o desenvolvimento de diferentes competências que lhes permitam, futuramente, serem capazes de participar ativamente na Sociedade, então parece fazer mais sentido a utilização de um modelo de EOABRP que segue, exclusivamente, uma linha de estratégias com vista à promoção de competências de resolução de problemas pelos alunos. Desta forma, nos modelos puros não se quebra o encadeamento das aprendizagens, nomeadamente no que concerne ao desenvolvimento de competências de resolução de problemas (Lambros, 2004). Ao invés, os modelos híbridos intercalam metodologias de ensino que proporcionam o desenvolvimento da autonomia dos alunos (EOABRP) com outras que os colocam num papel menos ativo (ex.: exposição pelo professor), o que, de certa forma, poderá tornar o aluno menos confiante relativamente às competências desenvolvidas através da ABRP (Lambros, 2004).

No entanto, os modelos puros propostos por Savin-Baden & Major (2004) não têm apenas a ver com os papéis do professor e dos alunos, têm também a ver com a integração curricular do EOABRP. Na verdade, dentro do grupo de modelos puros, segundo Savin-Baden & Major (2004), encontram-se três modelos que se diferenciam pelo seu desenho curricular. São eles: EOABRP em retalhos ou *Pactchwork PBL*, em que todo o currículo é desenhado para uma abordagem de ensino centrada na ABRP e em que os alunos resolvem, em simultâneo, problemas em diferentes disciplinas, não relacionadas, e abordando os assuntos de forma disciplinar; abordagem integrada ou *Integrated Approach*, em que todo o currículo está desenhado para a resolução de problemas, apresentados de forma sequencial e encadeados uns nos outros, permitindo uma abordagem multidisciplinar dos assuntos e dos problemas; e Modelo complexo ou *Complexity Model*, que transcende conteúdos, objetivos disciplinares e barreiras curriculares, assumindo uma abordagem transdisciplinar em que os alunos são fortemente incentivados a desenvolver o espírito crítico, a construir o seu conhecimento e a desenvolver a compreensão da sua aplicabilidade em diferentes contextos e áreas, numa perspetiva holística.

A opção por um ou outro modelo de desenho curricular deve prender-se com o objetivo da

aprendizagem e com a possibilidade, ou não, de abordagem multidisciplinar ou transdisciplinar dos problemas. Tendo em conta a realidade das escolas portuguesas e as dificuldades dos professores em articular programas com outros colegas, parece que um desenho curricular que permita resolução de problemas relacionados, mas que não obrigue a uma abordagem transdisciplinar, pode ser mais simples de implementar para os professores do ensino básico, do que um outro que exija o planeamento integrado de todas as disciplinas que compõem o currículo, pois este tipo de planeamento pressupõe a disponibilidade dos professores para trabalhar em grupo. Contudo, há exemplos em que planeamento e lecionação conjunta de duas disciplinas foi efetuado com resultados satisfatórios para os professores (Leite et al, 2012). Acresce ainda o facto de, como referimos anteriormente (subcapítulo 1.2), os programas das disciplinas de Ciências serem considerados extensos pelos professores (Leite et al, 2013; Morgado, 2013), não dando a estes a disponibilidade necessária para fazerem articulação com outras disciplinas, nem para fazerem a abordagem transdisciplinar de temas comuns ou parcialmente comuns às suas disciplinas.

Outros modelos de EOABRP que, aparentemente, também se enquadram nos modelos puros de EOABRP são apresentados por Duch (2001) e emergem dos modelos seguidos em cursos da Universidade de Delaware, nos Estados Unidos da América, os quais seguiam uma metodologia de ensino com base na ABRP. O autor agrupa estes modelos segundo a função do facilitador e define os seguintes: o modelo da escola de medicina, que envolve grupos de oito a dez estudantes, orientados por um tutor ou um membro da faculdade; o modelo do facilitador flutuante, que envolve um facilitador que circula pelos vários grupos de alunos, ajudando o grupo nas suas discussões sobre o problema; o modelo de tutoria por pares, em que um estudante assume o papel de tutor e é responsável por assegurar as discussões do grupo e de reconhecer elevados níveis de compreensão.

De entre os modelos descritos por este autor, o modelo do facilitador flutuante parece ser o mais adequado a alunos do ensino básico, pois proporciona a supervisão do trabalho e das aprendizagens dos alunos, e permite que o professor estimule cognitivamente os alunos, através do questionamento e do envolvimento dos mesmos em debates e discussões de ideias, durante o processo de resolução de problemas. Este modelo proporciona, também, a possibilidade de os alunos apresentarem, aos restantes colegas da turma, as soluções e os processos de resolução seguidos, estimulando-se o espírito crítico dos alunos, através de debates desencadeados pelas apresentações, e a capacidade de reflexão e autoavaliação dos mesmos.

Assim, conforme o exposto, verifica-se a existência de uma série de modelos de implementação do EOABRP, os quais se diferenciam, essencialmente, pelo papel assumido pelo professor (Duch, 2001), pela autonomia dada ao aluno (Barrows, 1986; Savin-Baden & Major, 2004), e pelo nível de integração curricular do EOABRP (Savin-Baden & Major, 2004). De entre esses diferentes modelos, alguns parecem-nos ser mais potenciadores do desenvolvimento de competências de resolução de problemas, de capacidades de comunicação e de trabalho cooperativo (modelos puros), do que outros (modelos híbridos). No entanto, os diferentes modelos puros, propostos por Savin-Baden & Major (2004), tem diferentes exigências em termos de tempo que requerem aos alunos em se habituarem a trabalhar para aprender e à articulação horizontal e vertical dos professores das diferentes disciplinas, de modo a evitarem repetições entre elas, e, assim, pouparem tempo.

2.2.3. Implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Seja qual for o modelo de EOABRP, este pode ser implementado em situações de aprendizagem diferentes, nomeadamente: em situações de ensino presencial, em que toda a atividade é realizada dentro da sala de aula; em situações de ensino a distância ou *e-learning*, geralmente suportadas pela *Internet*, e em situações que combinam o ensino presencial e o ensino a distância, designado por *b-learning*. O desenho curricular escolhido também pode variar, conforme referimos anteriormente (2.2.2), sendo possível a sua implementação em todo o currículo, em algumas disciplinas ou em uma disciplina, ou até mesmo em uma unidade temática ou em parte dela (Lambros, 2004).

De uma forma geral, apesar de os vários modelos de EOABRP apresentarem diferenças entre si, diversos autores (ex.: Delisle, 2000; Leite & Afonso, 2001; Lambros, 2002, 2004; Barrett, 2005; Barell, 2007) descrevem alguns elementos comuns, geralmente, presentes durante a implementação do EOABRP. Esses elementos estão distribuídos por diferentes fases, de acordo com duas diferentes possibilidades de se implementar o EOABRP, que se prendem ao facto de se iniciar com a apresentação de um problema (possibilidade 1) ou de um cenário (possibilidade 2).

Geralmente, tanto numa possibilidade, como na outra, existe um primeiro momento destinado à organização e planeamento de estratégias e à construção ou seleção dos problemas ou cenários (Leite & Afonso, 2001; Barrett, 2005; Leite & Esteves, 2005). Normalmente, e devido à existência de currículos baseados em conceitos ou em competências concetuais a desenvolver nos alunos, essa

seleção ou construção é da responsabilidade do professor (Leite & Afonso, 2001; Leite, Loureiro & Oliveira, 2010). No entanto, se o currículo fosse baseado em problemas, como por exemplo acontece em certos casos de cursos na Universidade de Aalborg, na Dinamarca (Kolmos, Flemming & Krogh, 2006), os problemas ou os cenários poderiam ser formulados, construídos ou selecionados pelos alunos para serem resolvidos em sala de aula, sendo por isso mais relevantes para eles, pois, em princípio estarão relacionados com os seus interesses académicos e ou profissionais.

No primeiro caso (possibilidade 1), diferenciam-se quatro fases, sendo a primeira fase o momento de apresentação de um único problema a todos os alunos ou de problemas diferentes para diferentes alunos. Quando são utilizados vários problemas, estes podem estar relacionados entre si, ou ser totalmente diferentes (Delisle, 2000), dependendo do objetivo pretendido, pois, conforme menciona o referido autor, se o intuito for que os alunos desenvolvam as mesmas competências concetuais e procedimentais, então deverão resolver todos os mesmos problemas. Se o objetivo for abordar um leque alargado de conteúdos de fácil aprendizagem, e colocando especial ênfase nas competências de resolução de problemas, então cada grupo resolverá um conjunto de problemas diferentes dos problemas dos outros grupos, e, no final, toda a informação será partilhada por todos os alunos (Delisle, 2000). Em qualquer dos casos, segue-se o momento destinado à resolução do problema (segunda fase). De acordo com diversos autores (Delisle, 2000; Lambros, 2002, 2004; Barrett, 2005; Barell, 2007), nesta fase de resolução de problemas, geralmente envolvendo trabalho em grupo, são frequentemente contemplados momentos destinados ao planeamento de objetivos a alcançar e de estratégias a implementar, à distribuição de tarefas, à pesquisa e análise crítica de informação, à partilha e discussão de ideias, à integração do novo conhecimento no contexto do problema e à tomada de decisões, consensuais e fundamentadas em evidências, que conduzirão à solução (caso exista) do problema. Segue-se uma outra fase que inclui a apresentação das soluções à turma e professores e dos respetivos processos utilizados na resolução do problema (Delisle, 2000; Lambros, 2004; Barell, 2007), sendo que, se possível, devem ser criados momentos de discussão sobre essas apresentações (Barell, 2007), estimulando-se, assim, o espírito crítico dos alunos. Por fim, a última fase diz respeito ao processo de avaliação das aprendizagens dos alunos, promovendo-se a reflexão e a sua autoavaliação (Leite & Afonso, 2001; Barrett, 2005; Leite & Esteves, 2005). Note-se que, neste contexto, o momento de avaliação é assumido como uma oportunidade de aprendizagem, ao invés do que acontece quando a avaliação é encarada como tendo a tradicional função classificativa do aluno (Savin-Baden & Major, 2004). Na fase de avaliação, o intuito é proporcionar um *feedback* efetivo sobre

as aprendizagens desenvolvidas pelo aluno, permitindo que o mesmo reflita sobre as mesmas (Lambros, 2004) e tome consciência das ações que realizou para as alcançar, e das decisões que teve que tomar e das consequências das mesmas, de modo a fomentar o desenvolvimento da sua autonomia (Woods, 2000). Cabe ao professor estabelecer as estratégias de avaliação formativa a serem seguidas que, como argumenta Lambros (2004), devem ser diversificadas de modo a contemplarem a diversidade de competências desenvolvidas pelos alunos.

No caso da segunda possibilidade de implementação do EOABRP (iniciada com um cenário), diferenciam-se, pelo menos, cinco fases, a saber: a fase de apresentação de um cenário; a fase de apresentação ou formulação de problemas relacionados com o cenário; a fase de resolução de problemas; a fase de apresentação dos resultados; e, por fim, a fase de avaliação. Note-se que, as três últimas fases (resolução de problemas, apresentação de soluções e avaliação) são idênticas às fases homónimas da primeira possibilidade de implementação, descritas anteriormente, e incluem os mesmos elementos, pelo que iremos referir-nos apenas às duas primeiras fases.

O ponto de partida para as aprendizagens nesta segunda possibilidade de implementação é a apresentação de um cenário, construído ou selecionado anteriormente pelo professor, que tem como objetivo estimular a curiosidade dos alunos face às aprendizagens que, preferencialmente, se pretende que sejam desenvolvidas por eles. A escolha por esta possibilidade de implementação pode ser particularmente útil e adequada nos casos em que o leque de competências que se pretende desenvolver no aluno é demasiado abrangente para ser abordado num só problema, ou através de diversos problemas a serem resolvidos separadamente, pois existe o risco de se perderem as relações entre as aprendizagens proporcionadas pelas suas resoluções independentes (Palma & Leite, 2006). Assim, para esses casos, a opção por um contexto problemático (cenário) que potencie a formulação de vários problemas pelos alunos pode ajudar, não só a abranger maior leque de assuntos e estabelecer as suas ligações, como pode promover o interesse dos alunos pelas aprendizagens, pois tomam os problemas como seus (Palma & Leite, 2006). Para tal, é necessário que os cenários assumam algumas características, entre as quais se destacam as seguintes: devem permitir a contextualização das aprendizagens em situações da vida real; devem estimular a curiosidade e a capacidade de questionamento dos alunos (Lambros, 2002, 2004; Azer, 2008b); e não devem dar respostas sobre os assuntos novos que se pretende que os alunos estudem (Dahlgren and Öberg, 2001; Hmelo-Silver, 2004). De acordo com Leite & Afonso (2001), na altura em que constrói ou

seleciona o cenário a utilizar, o professor deve prever os problemas ou questões que os alunos poderão formular através desse cenário, para que verifique a adequação ou a potencialidade desse cenário para promover as aprendizagens pretendidas. No entanto, o professor deve também ter em mente que dificilmente conseguirá prever todas as questões que os alunos vão formular, após terem contacto com o cenário ou contexto problemático apresentado, conforme evidenciam os resultados apresentados no estudo realizado por Leite, Loureiro & Oliveira (2010). Segue-se a fase em que os alunos formulam questões, a partir do cenário apresentado (Lambros, 2004). Nesta fase, segundo Leite & Afonso (2001), o professor deve verificar os problemas formulados pelos alunos, de modo a promover a sua clarificação e seleccionar quais desses problemas são adequados, pois algumas das questões formuladas pelos alunos, nem sempre correspondem a problemas reais ou, conforme refere Hung (2009), podem não ser relevantes para as aprendizagens pretendidas. Leite & Afonso (2001) sugerem também que o professor deve hierarquizar os problemas a serem resolvidos, tanto em termos de relevância, como em termos de ordem de resolução. No entanto, segundo Leite & Esteves (2009), também pode ser dada a oportunidade aos alunos de serem eles a verificar a relevância desses problemas, a analisar e discutir as suas interdependências, bem como a coloca-los na sequência lógica e prioritária de resolução. Note-se que, nesta segunda possibilidade de implementação do EOABRP, à resolução do primeiro conjunto de problemas, pode seguir-se, ou não, uma nova fase de resolução de (mais) problemas, dependendo do número de conjuntos de problemas organizados dos enunciados formulados pelos alunos a partir do cenário, em qualquer dos casos e tal como na possibilidade 1, normalmente desencadeados da primeira fase de resolução dos problemas.

Em síntese, existem algumas diferenças entre as formas como pode ser implementado o EOABRP, sendo que uma possibilidade inicia-se com a apresentação de um problema como ponto de partida para as aprendizagens dos alunos e a outra inicia com a apresentação de um cenário que há de conduzir aos problemas a resolver. Estas duas possibilidades apresentam fases semelhantes, a partir do momento em que os problemas provenientes do cenário estão formulados e organizados. Ambas as possibilidades de implementação do EOABRP parecem ser passíveis de serem utilizadas em qualquer nível de ensino, desde que o problema ou o cenário sejam adequados aos alunos em termos, não só de conteúdo e complexidade, mas também de linguagem, de suporte e de formato. Embora ambas as possibilidades sejam passíveis de ser implementadas quer com alunos desconhecedores desta metodologia de ensino quer com alunos que já são experientes em EOABRP, para participantes principiantes pode ser mais fácil começar com a primeira possibilidade, uma vez que envolve uma

seqüência de problemas e respetiva resolução e pode minimizar a sensação de desconforto por parte dos alunos habituados a situações de ensino muito estruturadas.

2.2.4. Constrangimentos do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

De acordo com alguns autores (Lambros, 2004; Azer, 2008a; Leite & Esteves, 2012), uma vez que o EOABRP difere em larga escala de uma metodologia de ensino centrada no professor (transmissiva e expositiva), a sua implementação exige uma profunda alteração dos papéis habituais desempenhados nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como do 'normal' funcionamento da sala de aula. Dessas exigências resultam alguns constrangimentos que será necessário vencer para implementar o EOABRP com sucesso.

Relativamente aos constrangimentos que emergem das características do EOABRP, uns estão relacionados com os papéis e funções que os intervenientes assumem, e outros com o facto de exigir trabalho cooperativo. A verdade é que, no EOABRP, o professor assume um papel que lhe dá pouco protagonismo, tornando-se aparentemente passivo, e o aluno passa a desempenhar um papel principal, tornando-se muito mais ativo no processo de aprendizagens (Lambros, 2004; Azer, 2008a; Leite & Esteves, 2012). O professor deixa de transmitir os conhecimentos e passa a desempenhar o papel de criador de contextos de aprendizagem (Wilkerson & Hundert, 1997; Hmelo-Silver, 2004) e de facilitador dessas aprendizagens (Lambros, 2004; Groves, Régo & O'Rourke, 2005; Connolly & Silén, 2011), isto é, alguém que ajuda os alunos no seu próprio processo de aprendizagem (Connolly & Silén, 2011). Embora o facilitador desempenhe diversas funções, que podem variar consoante a experiência dos alunos face à ABRP, o apoio e suporte fornecido pelo mesmo aos alunos tem tendência para diminuir, à medida que o aluno ganha experiência e desenvolve competências necessárias para trabalhar cooperativamente e para resolver problemas (Hmelo-Silver, 2004). No que respeita às funções do professor a serem desempenhadas durante o EOABRP, alguns autores (ex.: White, 2001; Hmelo-Silver, 2004; Groves, Régo & O'Rourke, 2005; Hmelo-Silver & Barrows, 2006) referem as seguintes: seleccionar recursos e materiais relevantes (White, 2001); planear, construir e gerir estratégias que fomentem a cooperação dos alunos (Hmelo-Silver & Barrows, 2006); estabelecer, suportar e supervisionar comunicações com e entre os alunos (Hmelo-Silver, 2004; Groves, Régo & O'Rourke, 2005; Hmelo-Silver & Barrows, 2006); promover o efetivo funcionamento dos grupos

(Schmidt & Moust, 2000; Groves, Régo & O'Rourke, 2005); facilitar o acesso a diferentes recursos informativos; fornecer suporte e *feedback* aos alunos durante todo o processo (Connolly & Silén, 2011); fomentar o desenvolvimento do espírito crítico dos alunos (Schmidt 1995) e da capacidade de questionamento (Hmelo-Silver, 2004) e de avaliação de atividades e aprendizagens, realizadas por si e pelos colegas (Woods, 2000; Lambros, 2004; Leite & Esteves, 2006). No que concerne aos papéis dos alunos, eles são diversos e incluem o de investigador, de motivador, de facilitador, de gestor de tempo e de tarefas, entre outros. Segundo vários autores (Lambros, 2004; Savin-Baden & Major, 2004; Barell, 2007), o aluno passa a assumir a responsabilidade pelas suas aprendizagens, exigindo-se que façam um diagnóstico dos seus conhecimentos prévios, que estabeleçam os seus objetivos de aprendizagem, que planejem estratégias de resolução dos problemas formulados por si, que realizem pesquisa de informação relevante para a resolução do problema, a analisar e debater os novos conhecimentos, bem como a avaliar os seus procedimentos durante a resolução dos problemas. Desta forma, como defendem alguns autores (ex.: Lambros, 2004; Savin-Baden & Major, 2004), o aluno desenvolve a capacidade de aprender ativa e autonomamente, e de forma autodirecionada, sendo que a centralidade dos seus papéis pode até mesmo aumentar com o aumento de experiência do aluno neste tipo de ensino.

Ora, essa necessária mudança de papéis na sala de aula pode, segundo alguns autores (Levin, Dean & Pierce, 2001; Amador, Miles & Peters, 2006), constituir uma barreira face à utilização desta metodologia de ensino pelo receio que o professor tem de 'perder o controlo' no processo de ensino e de aprendizagem. Por outro lado, o facto de os alunos passarem a ser responsáveis pela sua aprendizagem pode, inicialmente, criar alguma resistência nos próprios discentes, que se podem sentir um pouco 'perdidos' por não conhecerem a resposta certa e/ou a estratégia adequada à resolução do problema (Amador, Miles & Peters, 2006). Estes sentimentos de confusão e frustração dos alunos durante o EOABRP foram também evidenciados nos estudos realizados por Carvalho (2009b) e por Pepper (2010).

Contudo, Levin e seus colaboradores (2001) afirmam que, com a experiência, estes constrangimentos podem ser facilmente ultrapassados, tanto pelos professores, como pelos alunos. Além disso, no caso dos professores, os constrangimentos referidos podem ser minimizados à custa de ações de formação que os preparem para enfrentarem as exigências dessa metodologia. Na verdade, segundo alguns autores (Morgado & Leite, 2012; Leite et al, 2013; Morgado, 2013), alguns

professores manifestam ser crucial, para o sucesso de implementação do EOABRP, que o docente tenha formação adequada. No entanto, e conforme evidenciaram esses mesmos estudos, mesmo após formação, alguns docentes podem continuar a sentir-se desconfortáveis, podendo necessitar de um apoio suplementar de alguém mais experiente aquando da sua primeira implementação de EOABRP.

No que concerne ao outro constrangimento relacionado com as características do EOABRP, a exigência de trabalho cooperativo, nem sempre é fácil para o professor conseguir gerir o trabalho de grupo e nem sempre os alunos apreciam trabalhar cooperativamente (Amador, Miles & Peters, 2006). Aliás, segundo estes autores, alguns alunos manifestam alguma resistência inicial relativamente ao trabalho de grupo. Esta dificuldade implica que o professor tenha em atenção essas situações de desconforto e ajude o aluno a ultrapassá-las. Estes factos são suportados também por resultados evidenciados em estudos empíricos, nomeadamente naqueles que apresentam as opiniões quer de professores sobre as razões pelas quais os mesmos consideram não ser fácil gerir o trabalho cooperativo (Leite et al, 2013; Morgado, 2013), quer de alunos sobre o trabalho cooperativo desenvolvido durante o EOABRP (ex.: Leite e Esteves, 2006; Pepper, 2010; Leite et al, 2012; Dourado et al, 2013), que nem sempre evidenciam ter apreciado trabalhar em grupo. Os professores envolvidos no estudo realizado por Leite e seus colaboradores (2013) salientam dificuldades ao nível da supervisão do trabalho que está a ser desenvolvido em cada um dos grupos, devido ao elevado número de grupos existentes na sala, e das solicitações de apoio por parte dos grupos, devido às reduzidas competências de resolução de problemas e de trabalho cooperativo dos alunos.

No que concerne a constrangimentos associados à organização da implementação do EOABRP, uns dizem respeito à construção e seleção de recursos a serem utilizados, outros dizem respeito às características dos alunos e outros estão relacionados com a organização das escolas portuguesas.

A dificuldade sentida na preparação dos problemas ou cenários a utilizar em contexto de EOABRP é uma das maiores preocupações manifestadas por professores estrangeiros (Lambros, 2004; Amador, Miles & Peters, 2006) e até de alguns professores portugueses (Leite et al, 2013; Morgado, 2013). Segundo Lambros (2004), é mais fácil encontrar/criar cenários para alunos mais velhos, do que para alunos mais novos, nomeadamente pelo facto de estes últimos, geralmente, terem falta de conhecimentos e competências prévios. Assim, nesse processo de construção ou de seleção do cenário ou do problema a ser utilizado, é crucial que o professor tenha em atenção as sugestões de especialistas, nomeadamente no que respeita às características que eles devem assumir. Nesse

seguimento, salientamos que, de uma forma geral, os problemas e cenários devem ser reais ou parecer reais (Lambros, 2004), devem ir ao encontro dos interesses dos alunos (Dahlgren & Öberg, 2001; Lambros, 2002; Barell, 2007), devem estimular a curiosidade e o interesse pelas aprendizagens (Dahlgren & Öberg, 2001; Barell, 2007) e devem permitir a compreensão da relevância educativa desses problemas ou dessas situações problemáticas (Barell, 2007; Vieira, 2007). Segundo Lambros (2004) é importante que os cenários proporcionem aos alunos a possibilidade de revelarem o desenvolvimento de diferentes competências. Outros autores (Lambros, 2004; Oliveira, 2008) defendem que os cenários devem proporcionar aos alunos a possibilidade de assumir diferentes papéis, nomeadamente relacionados com funções a desempenhar por adultos, como, por exemplo, membro de um órgão governamental ou em exercício de uma determinada profissão.

Também a pouca, ou nenhuma, experiência dos alunos com o EOABRP pode implicar que eles sintam maiores dificuldades do que alunos com experiência nesta metodologia, designadamente no que concerne à formulação e resolução de problemas, bem como às capacidades de interação e de comunicação com os colegas (Lambros, 2002). Na verdade, alunos pertencentes a faixas etárias mais baixas, normalmente, não só têm dificuldade em formular questões, pois não estão habituados a fazê-lo (Palma & Leite, 2006; Srinivasan, 2007; Azer, 2008b), como nem sempre apreciam a tarefa de formular questões (Leite & Esteves, 2009), uma vez que, no ensino tradicional, o que lhes é pedido é que respondam às questões colocadas pelo professor. A dificuldade dos alunos em formular questões foi evidenciada nos resultados de estudos empíricos que envolveram alunos ou professores portugueses do ensino básico (ex.: Palma & Leite, 2006; Loureiro, 2008; Leite et al, 2012) ou do ensino básico e secundário (Oliveira, 2008), que revelam que alunos têm alguma dificuldade em formular questões, nomeadamente as de elevado nível cognitivo. Assim, na preparação da implementação do EOABRP deve-se ter em consideração as características dos alunos, nomeadamente no que concerne à sua faixa etária, ao nível de experiência face à ABRP, bem como às competências procedimentais dos alunos.

Por fim, são de referir os constrangimentos associados à organização das escolas portuguesas, que parece não facilitar a articulação curricular entre colegas de diferentes disciplinas (Leite et al, 2012). Esta articulação curricular é estabelecida no início de cada ano letivo, nas primeiras reuniões de cada conselho de turma. Contudo, poucas são as articulações que passam, de facto, à prática, ficando a “interdisciplinaridade no papel” (Leite et al, 2012, p. 6). Por outro lado, a opinião de alguns

professores portugueses envolvidos nos estudos realizados por Leite e seus colaboradores (2013), e por Morgado (2013) é que a extensão do programa das suas disciplinas dificulta a utilização de estratégias de EOABRP. No entanto, sabemos que nos programas das disciplinas de Ciências naturais e de Ciências físico-químicas (OCCFN - DEB, 2001b) e de Geografia, (OCG - DEB, 2002) que estavam em vigor havia repetições de conteúdos entre diferentes disciplinas e até dentro da mesma disciplina. Por isso, os professores deveriam encontrar formas de rentabilizar o tempo, evitando repetições, o que requer que façam uma real articulação curricular entre diferentes disciplinas que abordem os mesmos assuntos. Alguns professores reconhecem não só essa repetição como também reconhecem o EOABRP transdisciplinar como uma possibilidade de poupar tempo (Leite et al, 2012).

Tendo em conta o exposto, a implementação do EOABRP exige atenção a diversos aspetos de modo a minimizar os constrangimentos que se lhe colocam. Assim, será importante que o professor tenha conhecimentos sobre as características e formas de implementação do EOABRP, bem como sobre os referidos constrangimentos, de modo a encontrar formas de minimizar estes e de tirar o máximo de partido daquele.

2.2.5. Potencialidades do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

As potencialidades do EOABRP têm sido estudadas por diversos autores que se têm centrado em diversas áreas e níveis de ensino. No contexto desta dissertação interessam-nos particularmente os estudos centrados na área das ciências ou afins, devido à proximidade do tema científico em que se centra a nossa investigação. Por outro lado, interessam-nos estudos centrados na aprendizagem concetual mas também estudos centrados em competências de resolução de problemas e de relacionamento interpessoal, bem como nas reações dos alunos face ao EOABRP, por serem aspetos por nós investigados.

No caso da aprendizagem concetual, enquanto que na área da medicina ou em áreas próximas, como é o caso da enfermagem, foram realizados muitos estudos e até revisões de estudos ou mesmo meta-análises, o mesmo não acontece no caso do ensino das Ciências, onde a investigação teve início muito mais recentemente e é muito mais escassa.

Revisões de trabalhos de investigação em que são comparados os resultados, ao nível da

aprendizagem conceitual, de EOABRP com os de ensino expositivo, na área da medicina, mostram que diferentes estudos conduzem a diferentes resultados, dependendo, entre outros, do tipo de teste usado para efeitos de recolha de dados. Estão neste caso as revisões de vários (mínimo 31) estudos, efetuadas por Dochy et al (2003) e por Gijbels et al (2005), que compararam a contribuição de EOABRP com a de ensino expositivo para o desenvolvimento de competências conceituais. Segundo os respetivos autores, estas duas meta-análises sugerem que existe uma relação entre o efeito relativo do EOABRP nas aprendizagens dos alunos e os tipos de instrumentos de avaliação de conhecimentos conceituais utilizados nas diferentes investigações analisadas. Assim, quando os instrumentos de recolha de dados são testes de conhecimentos compostos por questões do tipo escolha múltipla ou do tipo verdadeiro ou falso, os alunos que foram submetidos ao EOABRP tendem a revelar desempenhos mais fracos do que os de colegas que usaram metodologias de ensino mais expositivas; quando os instrumentos utilizados são testes de conhecimentos que exigem que os alunos dêem respostas mais elaboradas, os resultados são mais favoráveis aos grupos que foram submetidos a EOABRP. Neste contexto, Gijbels et al (2005) concluem que o efeito favorável, ou não, ao EOABRP depende dos níveis de conhecimentos que estão a ser avaliados, sendo-lhes mais favorável quando são avaliados níveis de conhecimento mais elevado, ou seja ao nível de, pelo menos, relacionamento conceitual. No entanto, quando os níveis de conhecimentos que estão a ser avaliados se centram na compreensão de conceitos, Gijbels et al (2005) referem que alguns estudos conduziram a resultados menos favoráveis para o EOABRP ou, pelo menos, semelhantes aos obtidos com o ensino expositivo. Walker & Leary (2009) chegam a uma conclusão semelhante a esta, na sequência da meta-análise que fizeram de 82 estudos que compararam os efeitos relativos do EOABRP e do ensino tradicional, implementados no ensino superior em diferentes áreas, incluindo a das Ciências.

Estudos centrados em temas de Ciências, mostram que os alunos envolvidos nesses diferentes estudos, que foram submetidos a EOABRP, revelam melhor desempenho em testes de avaliação de conhecimentos conceituais do que os alunos que foram ensinados através de uma metodologia de ensino mais expositiva ou mais centrada no professor. São exemplo de estudos que conduziram a este tipo de resultados os realizados por Gandra (2001), que envolveu 45 alunos do 3º ciclo e um tema de Física, por Carvalho (2009b), que envolveu 40 alunos do 3º ciclo e um tema de Biologia, por Tarhan & Acar (2007), que envolveu 40 alunos a frequentar o 11º ano e um tema de Química, e por Tosun & Taskesenligil (2013), que envolveu 84 alunos a frequentar o ensino superior na área das Ciências. No entanto, o estudo realizado por Sungur, Tekkaya & Geban (2006), que envolveu 61 alunos do 10º ano

de escolaridade e um tema da Biologia, constatou-se que os alunos que foram submetidos ao ensino expositivo demonstraram melhores resultados nos itens do teste de conhecimentos que exigiam a memorização de conceitos, e os alunos que foram submetidos ao EOABRP demonstraram melhores conhecimentos nos itens do teste de conhecimentos que exigiam a relação entre diferentes conhecimentos. Por outro lado, o estudo realizado por Vasconcelos & Torres (2013), que envolveu 204 alunos do 3º ciclo e dois temas da Geologia Ambiental, revelou resultados semelhantes em alunos que foram submetidos ao EOABRP e ao ensino expositivo.

Parece, portanto, que o EOABRP conduz a aprendizagens conceituais, tal como o ensino expositivo ou, pelo menos, mais centrado no professor. Contudo, a existência de diferenças e o sentido das diferenças depende das aprendizagens que são avaliadas e das características dos testes de conhecimentos utilizados para as avaliar.

Relativamente a estudos centrados nos contributos do EOABRP para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, embora na área da medicina ou em áreas próximas, como é o caso da enfermagem, tenham sido realizados muitos estudos, o mesmo não acontece no caso do ensino das Ciências, área onde a investigação é bem mais recente e escassa. Nesse contexto, vários estudos publicados apontam favoravelmente para o EOABRP quando comparado com o ensino tradicional. Está nesse caso, por exemplo, o estudo realizado por Hmelo-Silver (1998), que envolveu 76 alunos a frequentar cursos de medicina, e o estudo realizado por Tiwari et al (2006), que envolveu 79 alunos a frequentar cursos de enfermagem, em foram comparados os efeitos do EOABRP e do ensino expositivo para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas.

Os estudos realizados centrados em temas de Ciências mostram que os alunos submetidos a EOABRP revelam melhor desempenho em testes de avaliação de resolução de problemas, do que os alunos que beneficiaram de uma metodologia de ensino mais centrada no professor, como é o caso do ensino expositivo. São exemplo de estudos que conduziram a este tipo de resultados os realizados por Gandra (2001), que envolveu 45 alunos do 3º ciclo e um tema de Física, por Carvalho (2009b), que envolveu 40 alunos do 3º ciclo e um tema de Biologia, por Cinar & Bayraktar (2010), que envolveu 61 alunos do 6º ano de escolaridade e um tema da Física, por Tosun & Taskesenligil (2013), que envolveu 84 alunos do ensino superior e um tema da Química, e por Vasconcelos & Torres (2013), que envolveu 204 alunos do 3º ciclo e dois temas da Geologia Ambiental.

Afigura-se, portanto, que o EOABRP conduz mais facilmente ao desenvolvimento de

competências de resolução de problemas do que o ensino mais centrado no professor, como é o caso do ensino expositivo. Ao que parece, por incitar os alunos a procurar uma resposta a um problema que, conseqüentemente, os envolve num trabalho de investigação, o EOABRP pode permitir desenvolver competências relevantes para a resolução de problemas mais eficazmente do que o ensino que se baseia na transmissão de conhecimentos.

Relativamente a estudos centrados no contributo do EOABRP para o desenvolvimento de competências de trabalho de grupo, nomeadamente relacionadas com competências de relacionamento interpessoal e de comunicação em grupo, que envolveram alunos do ensino superior, tanto da área da enfermagem, como da área das Ciências, conduzem a resultados favoráveis ao EOABRP quando comparado com o ensino expositivo. Este é o caso do estudo realizado por Seren & Ustun (2007), que envolveu 396 alunos a frequentarem cursos superiores de enfermagem, e do estudo realizado por Reynolds & Hancock (2010), que envolveu 25 alunos do ensino superior da área da Biotecnologia. Também o estudo realizado por Leite & Esteves (2006; 2009), que envolveu 38 alunos de um curso superior de formação de docentes de Física e Química, apresenta resultados que parecem indicar que o EOABRP contribuiu para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal. Assim, parece que o EOABRP conduz mais facilmente a aprendizagem de competências de relacionamento interpessoal do que o ensino tradicional, mais centrado no professor.

No que diz respeito a estudos que se centram na comparação dos efeitos para o desenvolvimento da motivação para as aprendizagens dos alunos que foram submetidos a EOABRP e de alunos que foram submetidos a ensino expositivo, também, são em maior quantidade na área da medicina ou áreas similares, e conduzem a diferentes resultados. Ora, no caso da revisão de estudo realizada por Walker & Leary (2009) aponta-se favoravelmente para um maior contributo para a promoção da motivação através do EOABRP do que do ensino expositivo. O mesmo parece observar-se no estudo realizado por Goelen et al (2006) que envolveu 149 alunos do ensino superior na área da medicina, enfermagem e fisioterapia. Por outro lado, alguns estudos mostram resultados diferentes, apontando para a não existência de diferenças no desenvolvimento da motivação de alunos que foram submetidos ao EOABRP e de alunos que foram submetidos a ensino expositivo. Estão nesse caso o estudo realizado por Hwang & Kim (2005), que envolveu 78 alunos do ensino superior na área da enfermagem, e o estudo realizado por Wijnia, Loyens & Derous (2011), que envolveu 243 alunos do ensino superior da área da Psicologia.

Parece, portanto, que o EOABRP ajuda a desenvolver a motivação dos alunos para as aprendizagens, tal como o ensino expositivo ou, pelo menos, mais centrado no professor.

Assim sendo, concluímos que em vários estudos empíricos realizados parece evidenciar-se resultados que tanto são concordantes com o que é dito na teoria sobre os contributos do EOABRP para o desenvolvimento de competências concetuais, procedimentais, comunicacionais e atitudinais, como colocam a dúvida de existir, de facto, um maior contributo desta metodologia de ensino para o desenvolvimento de competências concetuais, quando comparada com o ensino expositivo. No entanto, vários estudos realizados por investigadores portugueses, na área das Ciências, que compararam os contributos desta metodologia de ensino e do ensino expositivo para o desenvolvimento de conhecimentos concetuais e de competências de resolução de problemas em alunos do 3º ciclo, apresentam resultados favoráveis ao EOABRP.

2.3. O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online*

Este terceiro subcapítulo apresenta-se subdividido em cinco partes, tendo como objetivo abordar diferentes aspetos do ensino orientado para a ABRP *online*, a saber: origem e princípios base do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.1); modelos de integração curricular do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.2); modelos de implementação de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.3); cuidados a ter na implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* (2.3.4); e evidências empíricas do contributo do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online* para o desenvolvimento de diferentes competências (2.3.5).

2.3.1. Origem e princípios base do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas *online*

A designação ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas *online* (EOABRP *online*) abrange as diversas formas de implementação do EOABRP em que a aprendizagem dos alunos é suportada por recursos baseados na *Internet* (Savin-Baden & Wilkie, 2006; Savin-Baden, 2007). Note-se porém que, até à data, têm surgido diversas designações para definir o EOABRP

suportado por esta tecnologia informática (An, 2006; Savin-Baden, 2006). Entre eles estão EOABRP *online*, do inglês *PBL online*, e ensino orientado para a ABRP mediada por computador, do inglês *computer-mediated PBL* (An, 2006, Savin-Baden, 2006), ou, ainda, ABRP através da Web, do inglês *Web PBL* ou *Web Problem-based Learning* (Tseng, Chang, Lou, 2012). No contexto desta dissertação foi assumida a designação EOABRP *online*, por ser aquela que se encontra mais vezes na literatura consultada.

Esta forma de implementação do EOABRP parece ter surgido associada ao crescente interesse em proporcionar oportunidades de aprendizagem mais inovadoras e flexíveis no ensino superior (Nelson, 2008), e da necessidade de integrar as TIC neste nível de ensino (Albion & Gibson, 1998). A sua origem parece, também, estar ligada à necessidade de inovação do ensino a distância, tornando a *Internet* o seu suporte privilegiado, o que originou a chamada *e-learning* (McConnell, 2006; Nelson, 2008).

De certa forma, a sua origem parece estar também relacionada com a tentativa de colmatar algumas das limitações do EOABRP presencial (Koschmann et al, 1996), algumas das quais podiam ser ultrapassadas com a utilização de recursos multimédia e simulações suportadas por computador (Spinello & Fischbach, 2004). Essas limitações, segundo os referidos autores, têm a ver com os cenários, designadamente com o facto de alguns tipos de formatos utilizados não fomentarem a contextualização na vida real, e, ainda, com o facto de não promoverem o desenvolvimento da capacidade de gestão do tempo e do espaço, que são necessárias para a eficaz resolução de problemas no dia-a-dia.

Já Savin-Baden (2007) argumenta que a versão *online* do EOABRP, comparativamente com o modelo presencial, facilita uma maior diversificação de experiências culturais, podendo os vários elementos do grupo estar separados por grandes distâncias geográficas e, ou, culturais, e promover uma maior flexibilidade nas aprendizagens dos alunos.

Relativamente aos princípios base do EOABRP *online*, estes são os mesmos seguidos na versão frente-a-frente, já referidos anteriormente (ver subcapítulo 2.2.1), são eles: a aprendizagem é ativa e autodirecionada; é estimulada através da resolução de problemas; é realizada cooperativamente; e é profunda e significativa, pois é facilitada pela negociação social que conduz à análise crítica das ideias e perspectivas dos outros (Nelson, 2008).

Pelo facto de integrar a *Internet* nos processos de ensino e aprendizagem, então também parece

ter de seguir os princípios base da Aprendizagem *online*. Ora, a principal característica da Aprendizagem *online*, do inglês *Online Learning* ou *Web-Learning*, é permitir aos alunos uma aprendizagem flexível, livre de barreiras de espaço físico e temporal, através da *Internet* e da utilização das diversas ferramentas que esta tecnologia proporciona (An, 2006). Na sua essência, Palloff & Pratt (2004) argumentam que a Aprendizagem *online* contribui para a aprendizagem ao longo da vida, pois os alunos desenvolvem a autonomia e a capacidade de autorregulação das suas aprendizagens, que são suportadas pelas ferramentas da *Internet*. A Aprendizagem *online* pode decorrer da simples vontade de alguém desenvolver aprendizagens através da *Internet*, em contexto informal de aprendizagem, ou pode decorrer de um processo de aprendizagem formal, que ocorre de um ensino que utiliza as ferramentas da *Internet* para suportar as aprendizagens dos alunos (Palloff & Pratt, 2004).

Assim, ao utilizar a *Internet* como suporte para as aprendizagens, nomeadamente para a pesquisa e partilha de informação e para a promoção da cooperação entre pares, espera-se que seja proporcionada uma forma de desenvolver, para além de competências concetuais, a capacidade de resolver problemas cooperativamente, independentemente de esta ter de ser realizada presencialmente ou a distância. A capacidade de resolução de problemas é uma exigência do mundo profissional atual, e até académico (CE, 2006), que se pressupõe poder ser satisfeita através da Aprendizagem *online* e da consequente implementação de práticas de cooperação proporcionadas pelo EOABRP *online* pois, nesta metodologia de ensino, os alunos aprendem através da resolução de problemas em grupo via *Internet*, independentemente de estarem geograficamente próximos ou distantes. Acresce que, a integração da *Internet* como suporte no desenvolvimento de competências de resolução de problemas pode promover a contextualização e a aplicação do conhecimento na vida real (Nelson, 2008; Unesco, 2011), ajudando assim a desenvolver aprendizagens mais profundas, pois, para além de fornecer um vasto leque de informação, permite também que esta seja criticamente analisada pelos membros do grupo, através da disponibilização de ferramentas necessárias para uma eficaz resolução do problema (Unesco, 2011).

2.3.2. Modelos de integração curricular do Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas online

Quando se considera a integração do EOABRP *online* no currículo constata-se a existência de diferentes modelos de integração curricular. Savin-Baden (2007) descreve os seguintes:

- módulo único de EOBRP *online*, a distância, em que apenas o ensino de uma unidade ou módulo do curso é estruturado com vista à ABRP *online* e processa-se totalmente à distância (formato *e-learning*);
- módulo único de EOBRP *online*, *b-learning*, em que apenas um módulo é estruturado com vista à ABRP *online* mas incluindo sessões presenciais e sessões a distância;
- cursos estruturados com vista à ABRP *online* do tipo *b-learning*, em que todo o curso é estruturado segundo o EOABRP *online*, com sessões presenciais e sessões a distância;
- cursos totalmente estruturados com vista à ABRP *online*, em que há apenas sessões a distância, ou seja em regime de *e-learning*.

Contudo, repare-se que estes modelos de integração curricular do EOABRP *online* foram usados no ensino superior, não tendo sido encontrados, na literatura revista, modelos similares para o ensino básico. No entanto, analisada a sua estrutura, constata-se que, de certa forma, esses modelos de integração curricular do EOABRP *online* são também passíveis de serem adotados no ensino básico português, conforme se argumenta de seguida.

Na verdade, o EOABRP *online* pode ser integrado no currículo formal do ensino básico português em todas as disciplinas, uma vez que em todas elas é possível de organizar partes do respetivo programa com vista ao EOABRP *online*. No entanto, parece ser bastante difícil conseguir organizar o currículo formal de uma ou mais disciplinas, em simultâneo, totalmente centrado no EOABRP *online*, devido às fortes barreiras disciplinares que escolas e professores estão habituados a enfrentar e a respeitar. Poder-se-ia argumentar que a falta de articulação entre os programas das várias disciplinas do ensino básico português, incluindo as ligadas às Ciências, já mencionadas anteriormente (subcapítulos 1.2.1 e 2.2.4), constitui também um obstáculo a essa integração. Porém, a flexibilidade que a *Internet* possibilita, designadamente na liberdade de aprender em qualquer lugar e em qualquer momento faz com que um modelo de integração curricular em que o EOABRP *online* abranja grande parte do currículo de diferentes disciplinas e seja pouco perturbado pela desarticulação curricular horizontal. Na verdade, quando se adota esta abordagem didática os alunos aprendem aos seus próprios ritmos e, em parte, de acordo com os seus interesses, uma vez que os alunos serão convidados a continuar a trabalhar fora da aula nos problemas que são supostos resolver. Contudo,

apesar de esta forma inter ou transdisciplinar de integrar o EOABRP *online* no ensino proporcionar um suporte para as aprendizagens dos alunos, vai ser percebido como exigindo um trabalho extra por parte dos professores, que não estão habituados a trabalhar com os colegas de outras disciplinas, como eles próprios reconhecem (ver, por ex.: Leite et al, 2012; Leite et al, 2013). No entanto, em alguns casos, parece possível, trabalhar, em conjunto, temas de diferentes disciplinas que sejam relacionados. Contudo, reconhece-se que a forma de integração curricular, aparentemente, mais simples parece ser aquela em que o EOABRP *online* é integrado numa única disciplina, isto é apenas para abordar um tema do programa curricular dessa disciplina. É de realçar ainda que o EOABRP *online* pode ser implementado, em formato *b-learning* ou em formato *e-learning*, quer em contexto formal de aprendizagem, ou seja em sala de aula, quer em contexto informal de aprendizagem, como por exemplo em contexto de atividade de complemento curricular.

Apesar de o EOABRP *online* ter, não só a vantagem de facultar maior flexibilidade (temporal e espacial) na sequência das aprendizagens do aluno, mas, também, a vantagem de proporcionar o desenvolvimento da capacidade de aprender ao longo da vida, bem como o desenvolvimento de competências de utilização da *Internet*, para aprender e para trabalhar em equipa, qualquer modelo de integração curricular do EOABRP *online* tem a desvantagem de exigir que o aprendente tenha acesso a esta TIC, o que, para já, nem sempre é possível, nomeadamente por motivos técnicos ou por falta de equipamento necessário (ex.: computador e modem de ligação à *Internet*). Da mesma forma, qualquer modelo de integração curricular do EOABRP *online* a ser adotado em formato *b-learning* ou em formato *e-learning*, apesar de 'estender', para fora da escola, a sala de aula e o que é possível aprender 'dentro das suas paredes', exige que o aluno tenha acesso à *Internet* em sua casa, o que, neste momento, ainda não é sempre possível. Esta desvantagem, que também é apontada por Palloff & Pratt (2004) ao ensino e aprendizagem *online*, pode ser minimizada se existir a garantia que o aluno tem acesso à *Internet* na escola, no seu tempo livre, quer seja pela disponibilidade de rede *wi-fi* (rede de acesso à *Internet*, através de computador pessoal, sem necessidade de cabo de ligação), quer seja pela existência de zonas na escola (ex.: biblioteca da escola ou salas de informática), de livre acesso ao aluno, com computadores e respetiva ligação à *Internet*. Acresce, ainda, o facto de os modelos de integração curricular do EOABRP *online*, sejam do tipo *b-learning* ou do tipo *e-learning*, exigirem maior autonomia do aluno face à sua aprendizagem, pois o aluno terá de desenvolver as suas aprendizagens sem a presença física do professor. Embora seja uma competência relevante a ser desenvolvida pelos alunos, no caso do ensino básico, pode transformar-se numa desvantagem para a utilização do

EOABRP *online*, pois os alunos mais jovens podem sentir dificuldade em ultrapassar a falta de apoio do professor, tanto ou mais do que acontece na versão presencial, que é evidenciada em alguns estudos (ex.: Leite et al, 2012; Leite et al, 2013). Note-se, também, que qualquer modelo de integração curricular do EOABRP *online* a ser adotado em conjunto com várias disciplinas, ou seja interdisciplinarmente, tal como na versão presencial, apesar de trazer o benefício de ajudar a contextualizar e interligar os diferentes conhecimentos de diferentes áreas, exige a vontade e o esforço de dois ou mais professores da mesma turma para trabalhar em conjunto, o que nem sempre é fácil de acontecer nas escolas, como se evidenciou nas opiniões de professores apresentadas em alguns estudos (ex.: Leite et al, 2012; Leite et al, 2013).

De entre as possíveis formas de integração curricular do EOABRP *online* apresentados, parece-nos que a que mais facilmente se concilia com as orientações curriculares e com professores inexperientes nesta metodologia de ensino é o módulo único organizado com vista a EOABRP *online* em formato *b-learning*. Embora pareça ser mais interessante organizar, em conjunto, um tema que envolva várias disciplinas, o problema é que a articulação entre colegas nas escolas portuguesas não é fácil. Assim, se o tema for disciplinar, para além de o professor não ter de depender de outros colegas para a organização e implementação do EOABRP *online*, a organização de um módulo único em formato *b-learning* vai permitir que o aluno continue a aprender fora da sala de aula, interagindo com os colegas e com o professor, e em casa, ou em outro lugar, através da *Internet*. Por outro lado, vai minimizar os receios do professor sobre a possibilidade de não acompanhamento dos assuntos pelos alunos, receio esse que se manifesta mesmo no caso face a face (Leite et al, 2012; Leite et al, 2013).

2.3.3. Modelos de Implementação do Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas online

Qualquer que seja a forma de integração curricular do EOABRP *online* a questão que se coloca de seguida tem a ver com como é que é organizado e implementado o EOABRP *online*. Savin-Baden (2007) apresenta um conjunto de modelos do EOABRP *online* que podem ser aplicados a uma pequena parte de uma disciplina ou a todo o curso. Esses modelos são os seguintes:

- ✓ EOABRP *online* que tem como objetivo ajudar os alunos a desenvolver competências concetuais relacionadas com os conteúdos académicos; o problema apresentado envolve conteúdos académicos, tem solução e é simples; fomenta a

capacidade de questionamento dos alunos; o professor guia os grupos de trabalho na direção do conhecimento necessário para a resolução do problema; e a avaliação dos alunos é centrada no processo de resolução do problema;

- ✓ EOABRP *online* para a gestão de conhecimento que tem como objetivo promover o desenvolvimento de competências metacognitivas e a capacidade de gestão de conhecimento; o problema apresentado envolve conteúdos académicos; o professor assume a função de facilitador diretivo, guiando os grupos na direção certa; e a avaliação dos alunos baseia-se em testes de conhecimento;
- ✓ EOABRP *online* através de trabalho em projetos que tem como objetivo a concretização de um projeto em equipa; o problema apresentado está relacionado com e requer o desenvolvimento do projeto a ser realizado; geralmente envolve assuntos transdisciplinares, com utilidade para o mundo laboral; o papel do professor é identificar o conhecimento técnico e as habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos e selecionar um problema ou cenário adequado; e a avaliação é focada na gestão do projeto;
- ✓ EOABRP *online* para capacidades práticas que tem como objetivo ajudar os alunos a desenvolver a capacidade de resolução de problemas e a usá-la no conhecimento adquirido em situações semelhantes; o problema, geralmente, envolve atividades práticas e incide em assuntos transdisciplinares, com utilidade para o mundo laboral; o professor assume o papel de guia para a prática; e a avaliação é centrada no desenvolvimento de competências necessárias para o mundo do trabalho;
- ✓ EOABRP *online* para a compreensão crítica que tem como objetivo proporcionar o desenvolvimento da compreensão crítica dos alunos; o problema apresentado envolve aplicação de conhecimentos com vista à realização de uma ação; e, geralmente, abrange conhecimentos académicos disciplinares e transdisciplinares, com utilidade para o mundo laboral; o papel do professor é coordenar a aprendizagem de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades; e a avaliação centra-se no uso de capacidades de síntese de ideias;
- ✓ EOABRP *online* para o raciocínio multimodal que tem como objetivo ajudar os alunos a desenvolverem conhecimentos e capacidades em situações que exigem

perspetivas de atuação multimodal; o problema apresentado envolve a gestão de dilemas; o professor assume o papel de diretor das oportunidades de aprendizagem; e a avaliação centra-se na capacidade de pensamento crítico dos alunos;

- ✓ EOABRP *online* colaborativo que tem como objetivo o desenvolvimento da capacidade de trabalhar colaborativamente na resolução de problemas, com vista à promoção da compreensão crítica desse trabalho colaborativo e da consequente potenciação da prática profissional; o problema apresentado é definido pela equipa de modo a exigir a prática colaborativa; o papel do professor é facilitar a reflexão dos grupos; e a avaliação centra-se nas capacidades de trabalho de equipa dos alunos;
- ✓ EOABRP *online* cooperativo que tem o objetivo de promover a capacidade de aprendizagem cooperativa; o problema, geralmente, é definido pela equipa e está relacionado com uma situação da prática profissional; o professor assume o papel de consultor dos grupos; e a avaliação centra-se na cooperação entre todos os intervenientes;
- ✓ EOABRP *online* para a transformação e reforma social que tem como objetivo o desenvolvimento de competências de análise crítica e da consequente tomada de decisões baseadas numa reflexão acerca das diferentes perspetivas e estratégias de atuação; o problema centra-se na procura de soluções alternativas; o professor tem a função de descodificador de culturas; e a avaliação é flexível e definida pelos alunos.

Outros autores (Shell & Kaufman, 2010) descrevem um outro modelo de EOABRP *online*, designado em inglês *Collaborative Online Multimedia Problem-Based Learning Simulations* (COMPS), especificamente desenhado para cursos de medicina, com o objetivo de promover o desenvolvimento de práticas profissionais nos alunos destes cursos, através da aprendizagem *online*, a distância. Este modelo é semelhante a dois dos modelos descritos anteriormente, o EOABRP *online* para capacidades práticas e o EOABRP *online* colaborativo. No entanto o problema a resolver, geralmente, é um caso clínico e os recursos de suporte às aprendizagens dos alunos são apresentados em formato de simulação, incluindo, nomeadamente pacientes e análises clínicas virtuais.

De entre os modelos de EOABRP *online* apresentados, os mais viáveis para o ensino básico são: modelo EOABRP *online*; e modelo de EOABRP *online* para a gestão de conhecimento, uma vez que são mais simples e podem ser adaptados a temas do currículo de diferentes disciplinas do ensino básico. Combinar os dois modelos permite abranger o desenvolvimento quer de competências de resolução de problemas quer de competências concetuais nos alunos, relacionadas com conteúdos académicos.

2.3.4. Cuidados a ter na implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas online

Pelo facto de integrar a *Internet* e as respetivas ferramentas lá disponíveis, a organização da implementação do EOABRP *online* apresenta algumas diferenças relativamente à implementação do EOABRP frente-a-frente ou presencial (descrita anteriormente em 2.2.3). Entre elas destaca-se o local onde se desenrola o processo de ensino e aprendizagem, a função e competências exigidas ao professor e as características dos recursos, aspeto que exige uma particular atenção por parte do professor ou de outro responsável pelos mesmos.

Primeiramente salienta-se o facto de, no EOABRP *online*, o local onde os processos de ensino e de aprendizagem tomam lugar não ser um espaço físico, mas sim virtual. Note-se que virtual significa, neste contexto, algo que é feito ou simulado através de programas de computador (dicionário língua portuguesa, Porto Editora). Isso implica a necessidade de criar e organizar esse local virtual onde as aulas vão decorrer (Savin-Baden, 2007). Normalmente, nestes casos, recorre-se aos chamados Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), do inglês *Virtual Learning Environments (VLE)* que substituem a sala de aula tradicional (Savin-Baden, 2007; Lin et al, 2009). Os AVA, segundo Lin e seus colaboradores (2009), também são designados por sistemas de gestão de cursos ou sistemas de gestão de aprendizagem. Alguns exemplos de AVA que são utilizados em escolas portuguesas são as plataformas *Blackboard*, *Moodle* ou *WebCT*, sendo que, segundo Pires & Moreira (2012), a plataforma *Moodle* é mais escolhida pelas escolas do ensino básico, por ser gratuita e ser de fácil acesso.

Alguns autores (Blanchard & Cook, 2012) apresentam algumas vantagens na utilização de um AVA nos processos de ensino e aprendizagem, a saber: podem proporcionar uma fácil conexão entre os alunos, professores, especialistas e instituições; podem ajudar a desenvolver o sentido de comunidade; podem ajudar os alunos a desenvolver a capacidade de participar em atividades à distância ou de participar nessas atividades quando não lhes é possível estar fisicamente presente.

Contudo, a utilização de um AVA por uma instituição acadêmica, como é o caso de universidades ou escolas do ensino básico e secundário, pode significar, inicialmente, um acréscimo de encargos, devidos, por exemplo, à necessidade de construção e manutenção do AVA (Savin-Baden & Wilkie, 2006), bem como de formação dos professores (Deepwell & Syson, 2006; Savin-Baden, 2007).

Em segundo lugar, a mudança exigida no papel do professor implica que este possua uma série de competências (Donnelly, 2006), algumas das quais, se presume, poderem ser desenvolvidas através da formação e da prática. Ora, no EOABRP *online* o professor deixa de transmitir os conhecimentos e assume o papel de facilitador, desempenhando diversas funções (Donnelly, 2006; Moust, 2010). Entre essas funções contam-se as seguintes: planejar, construir e gerir tarefas; estabelecer, suportar e supervisionar comunicações com e entre os alunos; facilitar o acesso a diferentes recursos e informação; e fornecer suporte e feedback aos alunos durante todo o processo (Donnelly, 2006; Moust, 2010). Durante as fases de interação dos grupos, o professor desempenha, também, a função de *e-moderador* que, de acordo com Salmon (2006), é alguém que lidera um encontro ou uma conferência realizada *online*. Esta função consiste em promover a interação e a comunicação entre os participantes, através da modelagem, transferência e construção de competências concetuais, procedimentais e comunicacionais. Para fazer isso, segundo o referido autor, um *e-moderador* precisa: saber criar um ambiente em que as diferenças e as semelhanças são apreciadas, e os desacordos são encarados como oportunidades para aprender; saber ser um participante nas conferências e encontros; saber evitar intervenções diretivas e dar respostas diretas; saber sintetizar informação e ideias; saber partilhar experiências, questionar e comentar; saber estimular e intervir num debate na altura certa; ter capacidade para reconhecer e incluir o contributo de todos; saber reconhecer evidências de aprendizagem e recompensar os alunos por isso; saber aceitar uma grande variedade de respostas, desde que sejam corretas e fundamentadas em evidências; saber proporcionar oportunidade para trabalhar cooperativamente; ser tolerante quanto às mudanças de orientação nas discussões; saber utilizar o AVA em uso.

Contudo, estas funções são desempenhadas pelo professor através da *Internet*, o que pressupõe que o docente possua competências de utilização da mesma e das várias ferramentas ou de outros recursos lá disponíveis. Por exemplo, durante o EOABRP *online* são utilizadas ferramentas de comunicação *online* nos processos de comunicação e de interação entre os intervenientes durante o trabalho cooperativo (Garrison & Anderson, 2003; Savin-Baden, 2007). Essas ferramentas, geralmente,

estão disponíveis nos AVA (Macdonald & Creanor 2010) e são geridas pelo professor/facilitador (Savin-Baden, 2007). Note-se que, as comunicações realizadas *online* podem ser síncronas ou assíncronas consoante sejam realizadas, respetivamente, em tempo real ou não (Hrastinski, 2008; Stravedes, 2011). Exemplos de ferramentas de comunicação síncrona são os *chats* ou *instant messangers*, os *VoIP (Voice Over Internet Protocol)*, videoconferências *online*, os Mundos virtuais (Stravedes, 2011). Entre as que permitem as comunicações assíncronas, encontram-se o correio electrónico, os fóruns de discussão, os *blogs*; as *wikis*, as redes sociais, e os *microblogs* (Stravedes, 2011). De entre as várias ferramentas de comunicação *online* existentes na *Internet*, para a implementação do EOABRP *online*, alguns autores (Beaumont & Cheng, 2006; Savin-Baden, 2006; Douvers et al, 2010) aconselham a utilização de salas de *chat*, de videoconferência, de *WhiteBoards* e fóruns de discussão como espaços preferenciais para o decorrer das discussões e das troca de ideias entre os intervenientes. Ora, os *chats* são locais virtuais onde é possível a comunicação em tempo real através de mensagens escritas (Stocker, 2011), enquanto a videoconferência é um sistema de comunicação síncronica *online* e de difusão teleinformática, que permite a comunicação de pessoas que se encontram geograficamente separadas, e a partilha de ficheiros entre os mesmos (Cruz & Carvalho, 2011). Os *WhiteBoards* e os fóruns de discussão são ferramentas destinadas a promover debates e partilha de informação através de mensagens publicadas *online*, chamados *posts*, geralmente incidindo sobre uma mesma questão, tema ou tópico (Stocker, 2011). No entanto estas ferramentas podem ser utilizadas em tempo real, nomeadamente se for marcado um horário comum a todos os participantes para acederem às mesmas, funcionando assim como uma ferramenta de comunicação síncrona.

Por estas razões, a escolha da(s) ferramenta(s) de comunicação a utilizar durante a implementação do EOABRP *online* deve ser ponderada, e cabe ao professor a decisão sobre que ferramenta usar. Esta decisão deve depender do objetivo em estudo e da função da própria ferramenta, pois cada uma delas satisfaz determinados propósitos, conforme vimos pelas suas descrições. Por isso, é necessário que o professor tenha conhecimento sobre as potencialidades e limitações das mesmas, bem como das competências mínimas necessárias para uma correta e eficaz utilização das ferramentas de comunicação *online*.

Acresce, ainda, um outro cuidado que o professor deve ter relativamente à organização do trabalho cooperativo durante a implementação do EOABRP: o número de elementos a incluir num grupo de trabalho durante o EOABRP deve ser adequado. Segundo An & Reigeluth (2008), a opção por

um determinado número de elementos em cada grupo deve estar relacionada com a natureza do problema ou cenário e com o tipo de ferramentas de comunicações *online* a serem utilizadas. Aliás, os referidos autores alertam para o facto de um número elevado ou reduzido de membros num grupo que se encontra a cooperar através de ferramentas de comunicação *online* poder levar a constrangimentos de utilização dessas ferramentas, como por exemplo o excesso de informação colocada ou o desvio de assuntos nas conversas *online*, ou o fraco contributo dos membros do grupo o qual conduz a um fraco dinamismo do grupo.

Por fim, no que concerne à necessidade de adaptação dos recursos, esta é facilmente explicável pelo facto de, como argumentam alguns autores (Savin-Baden, 2007; Douvers et al, 2010; Barrett et al, 2011), ao se integrar a *Internet* no EOABRP vai-se potenciar a oportunidade de criar problemas mais autênticos, mais criativos, que permitam múltiplas perspetivas e abordagens, e que podem abranger uma grande variedade de áreas de conhecimento. Equivalente vantagem pode ser aplicada aos recursos materiais, que podem assumir formatos bem mais motivadores para o desenvolvimento das aprendizagens, nomeadamente o acesso a vídeos, a entrevistas, a conferências, a diferentes tipos de *software* e simulações *online* (Savin-Baden, 2007), a Mundos virtuais (Beaumont et al, 2012) ou a jogos online (Hwang, Wu & Chen, 2012). No entanto, e conforme referimos anteriormente (subcapítulo 1.2.3.), alguns cuidados devem ser tidos em conta quando se integra a *Internet* no processo de ensino e de aprendizagem formal. Por exemplo, como sugerem alguns autores (Macdonald & Creanor, 2010), na pesquisa e seleção de recursos e de informação na *Internet* deve-se dar preferência a artigos científicos, com validação por pares, ou a fontes oficiais e com credibilidade, como é o caso de instituições universitárias.

Assim sendo, antes de se implementar o EOABRP *online*, seja em que contexto for, deve ser pensada e organizada toda a intervenção, para que os aspetos relatados anteriormente sejam tidos em conta e, assim, sejam minimizados os constrangimentos.

2.3.5. Evidências empíricas do contributo do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas online para o desenvolvimento de diferentes competências

Relativamente às potencialidades do EOABRP *online*, estas parecem estar relacionadas com o desenvolvimento de diferentes competências necessárias à formação de cidadãos cientificamente

literatos e adaptados à atual Sociedade de conhecimento, entre as quais se destacam a capacidade para resolver cooperativamente problemas reais e de interesse público. No EOABRP *online* juntam-se as potencialidades de o aluno aprender com base na resolução de problemas (ABRP), referidas anteriormente (subsubcapítulos 1.2.2 e 2.2.5), com as inúmeras vantagens de integração da *Internet* nos processos de ensino e de aprendizagem (subsubcapítulo 1.2.3). Por essa razão, Savin-Baden (2007) argumenta que o EOABRP *online* pode contribuir para o desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais, comunicacionais e atitudinais.

Na perspectiva de melhor perceberem se, de facto, esses possíveis contributos do EOABRP *online* se verificam na prática, alguns especialistas têm conduzido estudos, com o objetivo de averiguarem a existência de evidências das potencialidades desta metodologia de ensino para o desenvolvimento de diferentes competências nos alunos. Os resultados de alguns deles parecem apoiar o que é dito na teoria, mas outros não revelam resultados tão concordantes. Contudo, é necessário salientar que grande parte desses estudos envolve alunos do ensino superior (ex.: Şendağ & Odabaşı, 2009; Bakri, Shahbodin & Bakar, 2010; Chen, 2010; Diekema et al, 2011; Chagas et al, 2012), sendo em menor número os que envolvem alunos a frequentar níveis de ensino mais baixo (Liu et al, 2006; Tseng, Chiang & Hsu, 2008; Yu, She & Lee, 2010).

Relativamente aos estudos centrados no efeito do EOABRP *online* sobre o desenvolvimento de competências conceituais dos alunos, os resultados obtidos nem sempre são favoráveis a este tipo de ensino. Por exemplo, ao comparar os efeitos do EOABRP *online* e do EOABRP frente-a-frente, os resultados do estudo realizado por Yu, She & Lee (2010), que envolveu 156 alunos a frequentar o 7º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia, parecem evidenciar que não houve diferenças significativas no desenvolvimento de competências conceituais entre os alunos que beneficiaram do EOABRP *online* e os alunos que beneficiaram do EOABRP presencial. Desta forma, os resultados deste estudo não parecem suportar a ideia de que a versão *online* do EOABRP é mais eficaz do que a versão presencial no que concerne à promoção do desenvolvimento de conhecimentos conceituais em alunos do ensino básico. Já os resultados do estudo realizado por Liu (2004), que envolveu 155 alunos do 6º ano de escolaridade, e do estudo conduzido por Liu et al (2006), que envolveu 549 alunos do mesmo nível de ensino, na disciplina de Ciências, evidenciam que os alunos desenvolvem conhecimentos conceituais. Acresce que Liu et al (2006) ao comparar os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de conhecimentos conceituais em alunos com desempenhos académicos diferentes, os resultados

obtidos parecem ser-lhe mais favoráveis para os alunos com um desempenho acadêmico mais fraco. Assim, os resultados destes estudos, para além evidenciarem um efeito favorável do EOABRP *online* no desenvolvimento de conhecimentos conceituais, apontam para a existência de diferença nos efeitos desta metodologia de ensino em alunos com desempenhos acadêmicos diferentes.

No que concerne a estudos centrados nos efeitos do EOABRP *online* sobre o desenvolvimento de competências procedimentais dos alunos, diversos estudos parecem apontar para um contributo deste tipo de ensino para a melhoria de capacidades de questionamento e de pensamento crítico (Şendağ & Odabaşı, 2009), de competências de resolução de problemas (Bakri, Shahbodin & Bakar, 2010; Chen, 2010; Yu, She & Lee, 2010; Kuo et al, 2012), e de pesquisa e de seleção de informação, bem como do nível de literacia digital (Diekema et al, 2011), e da capacidade de trabalho de grupo (Oliveira, Tinoca & Pereira, 2011).

Relativamente às potencialidades do EOABRP *online* em termos de desenvolvimento de competências de resolução de problemas, diferentes estudos parecem demonstrar alguma evolução dos alunos em termos das referidas competências. Por exemplo, no seu estudo relacionado com o contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, que envolveu 90 alunos de cursos universitários, de diferentes áreas, Bakri, Shahbodin & Bakar (2010) constataram que o grupo que foi submetido a EOABRP *online* desenvolveu mais as suas capacidades de resolução de problemas, do que o grupo que foi submetido a ensino convencional (transmissivo). Os aspetos em que essa diferença se constatou foram as seguintes: definição de um problema; identificação do conhecimento prévio sobre o assunto focado no problema; listagem de aspetos desconhecidos sobre o problema; identificação das ações a realizar para resolver o problema; elaboração de uma lista de soluções; e apresentação de um relatório final e dos resultados obtidos. Yu, She & Lee (2010) apresentam resultados semelhantes, mas em alunos a frequentar o ensino básico. Esses autores concluíram que o grupo envolvido no estudo que realizaram que usou uma versão *online* do EOABRP evidenciou uma maior evolução no desenvolvimento de competências de resolução de problemas, do que o grupo que usou uma versão presencial. Entre as competências que os participantes nesse estudo parecem ter desenvolvido mais estão a capacidade de identificar informação essencial para a resolução do problema, a qual, por sua vez, parece ter ajudado a desenvolver a capacidade de propor soluções para o problema.

Já no que respeita ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento da capacidade de

pensamento crítico, os resultados apresentados por Şendağ & Odabaşı (2009) parecem-lhe ser favoráveis. Segundo os autores, nesse estudo, que envolveu 40 alunos a frequentar curso de formação inicial de professores de Matemática, foi realizada uma comparação entre o EOABRP *online* e o ensino centrado no professor, com utilização das mesmas ferramentas *online*. Os resultados obtidos parecem indicar que o grupo que usou EOABRP *online* superou o outro grupo relativamente ao desenvolvimento do pensamento crítico. No entanto, aqueles autores salientam que o papel do professor ou facilitador pode ter influenciado no desenvolvimento desta competência pois, no grupo submetido a EOABRP *online*, o professor guiou os alunos para o desenvolvimento do pensamento profundo, incitando a mais discussões, a refletir mais e a realizar mais pesquisa. Já no grupo de controlo, que usou ensino centrado no professor, foram fornecidas aos alunos respostas diretas às suas questões, o que poderá ter conduzido a um menor desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente informação ou opiniões.

No que concerne ao efeito do EOABRP sobre o desenvolvimento de capacidades de pesquisa e interpretação de informação os resultados obtidos por Diekema et al (2011), parecem ser-lhe bastante favoráveis. Segundo estes autores, os resultados desse estudo, que envolveu 15 alunos a frequentar um curso, em formato *e-learning*, na área de gestão de bibliotecas escolares, parecem revelar que o EOABRP *online* ajudou os alunos a desenvolver capacidades de pesquisa, seleção e síntese de informação relevantes para a resolução de problemas. Estas aprendizagens, por sua vez, podem ter contribuído para o desenvolvimento da literacia digital dos participantes no estudo.

No que respeita aos estudos centrados no efeito do EOABRP *online* sobre as atitudes dos alunos (Tseng, Chiang & Hsu, 2008; Chagas et al, 2012; Yeh, 2010b) os seus resultados nem sempre são favoráveis ao EOABRP *online*. Por exemplo, os resultados apresentados no estudo realizado por Tseng, Chiang & Hsu (2008), que envolveu 33 alunos a frequentar uma escola secundária vocacional industrial, mostram que houve um reduzido leque de intervenções entre os alunos, que se basearam em comunicações simples que incluem explicações gerais, questionamento simples e pouca reflexão. Quando questionados sobre a interação proporcionada pelo EOABRP *online*, os alunos, por um lado, apresentam um nível de satisfação relativamente baixo face ao contributo do EOABRP *online* para promoção das intervenções dos alunos, mas, por outro lado, evidenciam uma opinião satisfatória relativamente à interação proporcionada pela plataforma de aprendizagem. Da mesma forma, os resultados do estudo conduzido por Chagas et al (2012), que envolveu 30 alunos a frequentar

formação na área das Ciências da saúde, também revela pouca variedade de interações entre os alunos de um mesmo grupo de trabalho. A maioria dessas intervenções tem a ver com a resolução de problemas, nomeadamente com a apresentação de conteúdo científico. Segundo os autores deste estudo, nos grupos com menor número de elementos parece haver menor interação entre os seus elementos. Assim, estes dois estudos não parecem suportar a ideia que o EOABRP *online* fomenta as interações entre os alunos.

Contrariamente a estes estudos, resultados de outros estudos evidenciam um efeito positivo do EOABRP *online* sobre as atitudes dos alunos. Por exemplo, no estudo levado a cabo por Yeh (2010b), com 32 futuros professores, constatou-se que as comunicações assíncronas facilitaram a discussão interativa que, por sua vez, promoveu a participação, a cooperação, a discussão de ideias, e a tomada de decisões consensuais, bem como a resolução de problemas em grupo. Desta forma parece potenciar as atitudes dos alunos face às suas aprendizagens, que se tornam mais ativas e suportadas por processos de cooperação com os outros, através da formação de comunidades de aprendizagem.

Por fim, a análise das opiniões dos alunos sobre os efeitos do EOABRP *online* para o desenvolvimento das diferentes competências, os resultados de diversos estudos parecem ser, na maioria, concordantes com o que é antecipado teoricamente. Por exemplo, no estudo conduzido por Valaitis et al (2005), que envolveu 22 alunos do ensino superior a frequentar cursos na área das Ciências da saúde, constatou-se que, segundo os alunos, a experiência proporcionada pelo EOABRP *online* permitiu uma aprendizagem mais flexível e proporcionou mais tempo para processar o material, refletir e discutir profundamente. Alguns dos alunos envolvidos neste estudo afirmam que o EOABRP *online* satisfaz as características do seu estilo de aprendizagem (Valaitis et al, 2005). Também o estudo realizado por Sulaiman (2010), que envolveu 30 alunos de uma escola de Ciências e Tecnologia e 20 alunos de uma escola de Educação e de Desenvolvimento Social, evidenciou opiniões positivas dos alunos face à experiência com o EOABRP *online*. Algumas dessas opiniões são concordantes com as opiniões dos alunos apresentadas no estudo realizado por Valaitis (2005), principalmente no que respeita à valorização da promoção de uma aprendizagem mais reflexiva. Para além disso, no estudo efetuado por Sulaiman (2010), os alunos parecem ser de opinião que o EOABRP *online* ajudou na compreensão de conceitos relacionados com a sua aplicação na vida real, contribuiu para aumentar a motivação pelas aprendizagens, ajudou no desenvolvimento de competências de resolução de problemas, da capacidade de procurar e selecionar criticamente informação relevante na *Internet*, da

capacidade para construir e relacionar diferentes ideias, para desenvolver competências linguísticas em inglês, bem como autorregular as aprendizagens. Assim, a opinião dos alunos que participaram neste estudo parece suportar a ideia que o EOABRP *online* pode ajudar a desenvolver as suas competências conceituais, procedimentais e comunicacionais.

2.4. O tema Dinâmica da Terra na educação em Ciências em Portugal

Este quarto subcapítulo encontra-se subdividido em três partes, tendo como objetivo abordar diferentes aspetos do ensino do tema Dinâmica Interna da terra, a saber: o tema Dinâmica Interna da Terra no currículo de Ciências Naturais no ensino básico (2.4.1); constrangimentos do ensino e da aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra (2.4.2); e o ensino do tema Dinâmica Interna da Terra através da ABRP (2.4.3).

2.4.1. O tema Dinâmica Interna da Terra no currículo de Ciências Naturais no ensino básico

De acordo com o CNEB (DEB, 2001a), documento oficial regulador do processo de ensino e aprendizagem que esteve em vigor até Dezembro de 2011, as Ciências Físicas e Naturais organizavam-se em torno de quatro grandes temas organizadores, a saber: Terra no espaço; Terra em transformação; Sustentabilidade da Terra; e Viver melhor na Terra. Em 2012/2013, o processo de ensino e aprendizagem de disciplinas de Ciências passou a ser regulado pelo documento oficial Metas de Aprendizagem do Ensino Básico Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos (MEC, 2013), que vai passar a ser designado pela sigla MAEBCN. Este documento foi construído com base nos documentos revogados em 2011, centrando-se em aspetos conceituais e continuando a privilegiar os quatro temas organizadores, anteriormente referidos. Nas MAEBCN são apresentados objetivos de aprendizagem, agrupados em sete áreas aglutinadoras de conteúdos, designados por Domínios. Estes encontram-se distribuídos pelos diferentes anos de escolaridade, a saber: no 5.º ano incluem-se três Domínios, A Água, o Ar, as Rochas e o Solo – Materiais Terrestres, Diversidade de Seres Vivos e suas Interações com o Meio e Unidade na Diversidade de Seres Vivos; no 6.º ano estão incluídos dois Domínios, Processos Vitais Comuns aos Seres Vivos e Agressões do Meio e Integridade do Organismo; no 7.º apenas se encontra um Domínio, Terra Em Transformação, e no 8.º ano estão incluídos dois Domínios, Terra – um Planeta com Vida e Sustentabilidade na Terra. Cada Domínio divide-se em agrupamentos

de menor inclusão, designados de Subdomínios a que correspondem uma unidade temática.

Os assuntos relacionados com o tema Dinâmica Interna da Terra a serem abordados na disciplina de Ciências Naturais, tanto segundo os antigos, como segundo o atual documento regulador dos processos de ensino e de aprendizagem, encontram-se incluídos, respetivamente, no (antigo) tema organizador e no (atual) Domínio Terra em Transformação.

Segundo o CNEB (DEB, 2001a) que esteve em vigor até Dezembro de 2011, no tema organizador Terra em Transformação pretendia-se que os alunos desenvolvessem competências concetuais relacionadas com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que nela ocorrem. Este tema estava distribuído ao longo dos três ciclos do ensino básico, de acordo com o esquema que se apresenta na figura 1.



Figura 1: Esquema organizador do tema Terra em transformação (extraído de CNEB - DEB, 2001a, p. 138)

Aquando da apresentação de propostas de abordagem dos vários assuntos a tratar dentro deste tema, o referido documento oficial dizia ser essencial que as experiências de aprendizagem proporcionadas possibilitassem, aos alunos, o desenvolvimento de diferentes competências gerais (DEB, 2001a). Para cada um dos ciclos de ensino, o CNEB (DEB, 2001a) enumerava uma série de competências específicas (designadamente, concetuais e procedimentais) a serem desenvolvidas pelos alunos e apresentava, também, diferentes sugestões de estratégias e de atividades a serem realizadas.

Relativamente às sugestões de atividades ou estratégias para abordar o tema organizador Terra em Transformação, no CNEB (DEB, 2001a) era sugerido que os conteúdos científicos deviam de ser abordados a partir de um contexto familiar aos alunos, designadamente, devendo, para o efeito, recorrer-se a situações do quotidiano e aos conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre fenómenos relativos à transformação de materiais e relações energéticas. No mesmo documento regulador, também se afirmava que os assuntos tratados no âmbito deste tema proporcionavam uma oportunidade para se realizarem atividades experimentais que, potencialmente, poderiam contribuir

para o desenvolvimento de competências procedimentais, tais como: capacidades manipulativas; capacidades técnicas; capacidades de pesquisa e de análise crítica de informação. Sugeria-se, também, a discussão de conceitos e teorias científicas e a realização de atividades que promovessem a compreensão sobre a natureza das Ciências, através da resolução de problemas. Outras sugestões, contidas no referido documento, propunham a realização de atividades que promovessem: a discussão e o confronto de teorias e explicações científicas para explicar fenómenos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra; a análise de informação científica; e a realização de pequenas investigações e de projetos.

O documento oficial que atualmente regula os processos de ensino e de aprendizagem em Portugal, o MAEBCN (MEC, 2013), lista uma série de objetivos gerais a atingir pelos alunos e respetivos descritores, para cada Subdomínio. Esses objetivos gerais dizem respeito à aprendizagem pretendida e apontam uma direção a ser seguida (p.1). Cada objetivo comporta os respetivos descritores (destinados ao professor), que correspondem a desempenhos observáveis que os alunos deverão revelar. O quadro 1, construído com base no referido documento oficial, apresenta os respetivos objetivos de aprendizagem para o 7º ano de escolaridade, para o Domínio Terra em Transformação.

Quadro 1 - Distribuição dos Subdomínios e respetivos objetivos de aprendizagem para o Domínio Terra em Transformação

Subdomínios	Objetivos
Dinâmica externa da Terra	Compreender a diversidade das paisagens geológicas Compreender os minerais como unidades básicas das rochas Analisar os conceitos e os processos relativos à formação das rochas sedimentares
Dinâmica interna da Terra	Compreender os fundamentos da estrutura e da dinâmica da Terra Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas
Consequências da dinâmica interna da Terra	Compreender a atividade vulcânica como uma manifestação da dinâmica interna da Terra Interpretar a formação das rochas magmáticas Compreender o metamorfismo como uma consequência da dinâmica interna da Terra Conhecer o ciclo das rochas Compreender que as formações litológicas em Portugal devem ser exploradas de forma sustentada Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra Compreender a estrutura interna da Terra
A Terra conta a sua história	Compreender a importância dos fósseis para a reconstituição da história da Terra Compreender as grandes etapas da história da Terra
Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra	Compreender o contributo do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra

O Domínio Terra em Transformação inclui cinco Subdomínios que englobam assuntos relacionados com a dinâmica externa e interna da Terra bem como com os respetivos processos. Os

objetivos gerais de aprendizagem, estabelecidos para cada um dos Subdomínios, estão relacionados com o desenvolvimento de diferentes objetivos de aprendizagem, entre as quais se contam os seguintes: desenvolvimento de conhecimentos conceituais, nomeadamente no que se refere ao desenvolvimento de conceitos e processos que ocorrem devido à dinâmica da Terra, bem como à aplicação desse conhecimento em situações reais; desenvolvimento de conhecimentos procedimentais, relacionados com a compreensão de procedimentos utilizados na investigação científica, que permitem a evolução do conhecimento sobre a história do nosso Planeta e dos fenómenos que nele ocorrem; e desenvolvimento de atitudes, designadamente relacionadas com a apreciação do contributo do conhecimento geológico para a sustentabilidade na Terra.

Uma vez que o estudo levado a cabo nesta dissertação envolveu os subdomínios Dinâmica Interna da Terra e Consequências da Dinâmica Interna da Terra, considerou-se importante que os respetivos descritores, estabelecidos para cada um dos objetivos incluídos nesses dois Subdomínios, também fossem apresentados. No entanto, como estes são vários, apresentam-se os descritores, na sua íntegra, em anexo (ver quadros 2 e 3 no anexo 1), fazendo-se aqui, apenas, uma síntese dos mesmos.

No Subdomínio Dinâmica Interna da Terra são estabelecidos oito descritores para o primeiro objetivo de aprendizagem e cinco para o segundo. Nesses descritores apresentam-se desempenhos considerados observáveis e que o aluno deve demonstrar para evidenciar a sua aprendizagem. Incluem-se desempenhos que revelam os conhecimentos sobre conceitos, fenómenos e processos decorrentes da dinâmica interna da Terra. Deles são exemplo os descritores: “Caraterizar placa tectónica e os diferentes tipos de limites existentes”; “Relacionar a expansão e a destruição contínuas dos fundos oceânicos com a constância do volume da Terra”; e “Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem” (p.14). Incluem-se também descritores que evidenciam o desenvolvimento de atitudes com ênfase no reconhecimento dos contributos das Ciências e da Tecnologia para a evolução do conhecimento científico em assuntos relacionados com a dinâmica interna do nosso planeta. Deles são exemplo os descritores: “Reconhecer o contributo das Ciências, da tecnologia e da sociedade para o conhecimento da expansão dos fundos oceânicos”; e “Identificar os contributos de alguns cientistas associados à Teoria da Deriva Continental e à Teoria da Tectónica de Placas” (p.14).

Já no Subdomínio Consequências da Dinâmica Interna da Terra, apresentam-se 37 descritores,

que se distribuem de diferente forma pelos sete objetivos de aprendizagem. Da mesma forma, os descritores estabelecidos para cada um dos objetivos de aprendizagem dizem respeito ao desempenho observável a que evidenciará as aprendizagens realizadas pelos alunos. Incluem-se desempenhos relacionados com conhecimentos conceituais, de que são exemplo os descritores: “Explicar o conceito de metamorfismo, associado à dinâmica interna da Terra” (p.15); “Esquematizar a estrutura de um aparelho vulcânico” (p.14); “Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra” (p.15); e “Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectônicas” (p.15). Outros dos descritores dizem respeito ao desenvolvimento de conhecimentos procedimentais, dos quais são exemplo os descritores: “Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia” (p.15); e “Enumerar diversos instrumentos tecnológicos que permitem compreender a estrutura interna da Terra” (p.16). São, também, apresentados descritores que dizem respeito ao desenvolvimento de atitudes, designadamente relacionados com o reconhecimento dos contributos das Ciências e da Tecnologia para a evolução do conhecimento sobre o nosso planeta. Deles são exemplo os descritores: “Reconhecer a importância das Ciências e da Tecnologia na previsão sísmica” (p.15); e “Explicar os contributos da planetologia, da sismologia e da vulcanologia para o conhecimento do interior da Terra” (p.16). São ainda incluídos descritores relativos ao desenvolvimento de conhecimentos sobre comportamentos e atitudes a ter face à ocorrência de um fenómeno sísmico ou vulcânico, sendo o descritor “Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo” (p.15) exemplo de um deles.

Salienta-se ainda que, nas MAEBCN (MEC, 2013) não são explicitamente apresentadas sugestões de atividades a serem realizadas durante a abordagem de um Subdomínio. Esta responsabilidade é atribuída ao professor, sendo mesmo afirmado que cabe ao professor “selecionar as estratégias de ensino que lhe parecem mais adequadas à respetiva concretização, incluindo uma adaptação da linguagem aos diferentes níveis de escolaridade” (MEC, 2013, p.1).

Contudo, a leitura atenta dos descritores de aprendizagem permite constatar que estão implícitas em alguns deles algumas sugestões de estratégias, nomeadamente relacionadas: com atividades práticas, como acontece, por exemplo, nos descritores “Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa atividade prática laboratorial” (p.14) e “Estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de magmas e os diversos tipos de atividade vulcânica, através de uma atividade prática” (p.14); ou com atividades de pesquisa, como acontece, por exemplo, no descritor “Caraterizar

alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada” (p.15). De certa forma, também parece estar implícito em alguns descritores a sugestão de utilização de documentos e dados do contexto geológico português para o desenvolvimento da capacidade de interpretação de dados contidos em diferentes fontes. Isso verifica-se, por exemplo, no descritor “Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional” (p.15).

Assim, apesar de ter havido uma alteração curricular importante durante o período de realização deste trabalho, conclui-se que a mesma não foi relevante em termos de conteúdos a abordar, nem de atividades a realizar, nem de objetivos a alcançar.

2.4.2. Constrangimentos do ensino e da aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra

O ensino e a aprendizagem de assuntos relacionados com a Geologia nem sempre é fácil, nomeadamente pelo facto de esta Ciência envolver conceitos complexos (Bonito et al, 2011). Acresce que a aprendizagem destes assuntos implica a necessidade de se compreenderem processos inerentes a fenómenos naturais que ocorrem em espaços físicos de difícil observação (Brilha, 2004; King, 2008) e que decorrem ao longo de grandes períodos de tempo (Brilha, 2004; King, 2008). Por essa razão, a investigação sugere que a compreensão de conceitos e fenómenos relacionados com os processos geológicos nem sempre se revela fácil, nomeadamente para alunos do ensino básico, em Portugal (Bonito et al, 2011). Assim, parece que as dificuldades, normalmente, sentidas pelos alunos na compreensão de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra podem ser um obstáculo para a aprendizagem de assuntos relacionados com este tema.

Um outro constrangimento relacionado com o desenvolvimento de conhecimentos concetuais ligados ao tema Dinâmica Interna da Terra diz respeito à interferência do conhecimento prévio dos alunos com as aprendizagens a realizar. Segundo as perspetivas de alguns autores (ex.: Driver, 1997; Ausubel, 2000), e com base na psicologia cognitiva, os indivíduos desenvolvem o seu conhecimento através do seu contacto com o mundo, construído com base na sua perceção sobre o que veem e como vivenciam o que está ao seu redor. Por vezes, esse conhecimento que é construído pelo indivíduo, não coincide com as ideias e explicações aceites pela comunidade científica, originando o que diferentes autores têm designado por como conceções alternativas (Leite, 1993). Note-se que, as conceções alternativas (CA) de um indivíduo não constituem erros fortuitos, e são particularmente úteis

e lógicas para quem as possui (Leite, 1993). Por isso, e como argumentam alguns autores (Francek, 2013) podem constituir um entrave à aprendizagem de conhecimentos conceituais pelos alunos, pois estes podem resistir ao reconhecimento das vantagens das versões cientificamente aceites, mantendo as suas CA.

A importância deste constrangimento é evidenciado pelo facto de, ao longo das últimas três décadas, terem sido realizados diversos estudos com o objetivo de diagnosticar a existência de CA dos indivíduos, melhor se perceber a origem das mesmas e, conseqüentemente, tentar compreender de que forma podem ser ultrapassadas. Esses estudos forneceram evidências que os indivíduos constroem CA não só a título individual, nas suas tentativas de compreensão do mundo, mas, também, por ação de terceiros, designadamente contextos formais e informais de aprendizagem. Na verdade, algumas CA podem ter origem nos *Media*, na *Internet* e na indústria cinematográfica (Francek, 2013). Segundo este autor, em notícias ou reportagens e em certos filmes ou séries da televisão são apresentadas imagens e conceitos científicos, por vezes, distorcidos o que, conseqüentemente, podem levar à compreensão errada de conhecimentos científicos. Outras CA surgem de ideias retiradas de histórias populares ou religiosas e de *folclores* (Francek, 2013). Outras ainda resultam de analogias apresentadas ou construídas pelos alunos que são estabelecidas entre entidades que não são de facto análogas.

No que diz respeito à possível contribuição dos contextos formais e informais de aprendizagem, vários autores (King, 2010; Francek, 2013) afirmam que é habitual encontrar CA sobre temas relacionados com a Geologia, tanto no discurso dos alunos, como no dos professores como, até, na informação contida nos manuais escolares King (2008, 2010). Este facto pode conduzir a um 'ciclo vicioso', de suporte à manutenção de CA por parte dos indivíduos, uma vez que se é possível encontrar CA nos manuais escolares, ou em outro recurso de suporte à aprendizagem (disponíveis tanto através dos contextos formais de aprendizagem, como dos informais), esses materiais podem contribuir para o fortalecimento ou para a criação de novas CA dos seus utilizadores (ex.: aluno ou professor). Da mesma forma, se no contexto formal de aprendizagem, o professor possuir CA e as transmitir aos seus alunos, então isso pode reforçar as CA perfilhadas pelos alunos ou levá-los a construir novas CA.

Há vários estudos que identificaram CA em Dinâmica Interna da Terra. Uns centraram-se em manuais (King, 2008, 2010), outros com estudantes (Morgado, 1998; Clark et al, 2011) e outros com professores (King, 2000). Recentemente, Francek (2013) fez uma revisão de estudos sobre esse tema,

focando aspetos como: tectónica de placas; sismos; vulcões e estrutura interna da Terra. O quadro 4 foi construído com base nesses autores e apresenta uma síntese de algumas das várias CA evidenciadas nos referidos estudos.

Quadro 4 - Concepções alternativas sobre a Dinâmica Interna da Terra mais frequentes

Temas	Concepções alternativas
Tectónica de Placas	<p>Existem zonas com mais placas litosféricas do que outras</p> <p>Existem zonas do planeta em as placas litosféricas se movimentam e zonas em que as placas litosféricas estão fixas</p> <p>O magnetismo dos pólos provoca a movimentação das placas litosféricas</p> <p>As linhas costeiras dizem respeito a zonas de limites de placas litosféricas</p> <p>As placas litosféricas movimentam-se em torno de um eixo</p> <p>A convergência de placas ocorre nos limites dorsal meso-oceânicas</p> <p>As cristas oceânicas são divergentes, devido à elevação vertical</p> <p>Um <i>rift</i> pode dividir famílias ou separar uma espécie de sua fonte de alimento</p> <p>As placas litosféricas estão situadas numa camada interior da Terra</p> <p>As placas litosféricas estão afastadas umas das outras</p>
Sismos	<p>A atividade sísmica provoca sempre muitos danos e vítimas mortais</p> <p>Após um sismo, ocorre um <i>tsunami</i></p> <p>Um sismo provoca fendas no solo</p> <p>Os sismos podem ser previstos</p> <p>Os sismos originam vulcões</p> <p>Os sismos raramente ocorrem</p> <p>As ondas sísmicas movimentam-se da crosta para o núcleo</p> <p>Os sismos ocorrem devido a alterações da gravidade ou do campo eletromagnético</p> <p>Os sismos ocorrem apenas em locais secos</p> <p>Os sismos ocorrem devido ao vento que circula nos espaços ociosos do interior da Terra</p> <p>Os sismos são provocados pela vontade e ação divinas</p>
Vulcões	<p>O magma tem origem na camada externa do núcleo, ou na camada fundida, existente debaixo da crosta terrestre</p> <p>As erupções vulcânicas são fenómenos que raramente ocorrem</p> <p>Todas as erupções vulcânicas são violentas e libertam lava</p> <p>Apenas existem vulcões em locais com climas quentes</p> <p>Só existem vulcões em ilhas</p> <p>Todos os vulcões têm estruturas idênticas</p> <p>Um vulcão tem sempre a forma cónica</p> <p>Um vulcão é uma abertura que liga o núcleo da Terra ao seu exterior</p> <p>A finalidade dos vulcões é produzir basalto</p> <p>Os vulcões existem devido a sismos que abrem fendas no solo</p>
Estrutura interna da Terra	<p>O centro da Terra é oco</p> <p>O centro da terra está no estado líquido</p> <p>Apenas a crosta terrestre não está no estado líquido</p> <p>A Astenosfera está no estado líquido</p> <p>A Terra tem um íman no seu centro</p> <p>A espessura da crosta terrestre é muito reduzida</p>

Finalmente, refira-se um outro constrangimento que decorre do facto de a aprendizagem de conhecimentos em Geologia ter exigências: de visualização espacial, que possibilitem a compreensão da estrutura interna da terra e dos processos que lá ocorrem (Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; King, 2008); de conhecimentos procedimentais (Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; King, 2008), principalmente que promovam a compreensão da medição do Tempo Geológico e das relações espaciais e temporais dos processos geológicos; e de análise crítica de informação proveniente de diferentes fontes (Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; King, 2008), nomeadamente de cartas sísmicas, de gráficos, de dados recolhidos através de tecnologia especializada (ex.: sismógrafos e vulcanógrafos) ou de amostras analisadas em laboratório.

Vencer ou minimizar os constrangimentos anteriormente referidos requer o recurso a estratégias de aprendizagem que permitam ajudar os alunos a ultrapassar as suas dificuldades e a desenvolver conhecimentos concetuais e procedimentais, relevantes nesta área científica. Assim, destacamos, de seguida, algumas sugestões que nos pareceram ser potencialmente úteis na redução das dificuldades mencionadas anteriormente.

Alguns autores (Brilha e Legoinha, 1998; Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; Schipper & Mattox, 2010; Ratinen & Keinonen, 2011) sugerem a integração da *Internet* no processo de ensino e aprendizagem de assuntos sobre Geologia, pois consideram que proporciona a contextualização das aprendizagens e promove a compreensão de conceitos e fenómenos através da disponibilização de diferentes recursos de suporte à aprendizagem. Outros autores (Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; Schipper & Mattox, 2010; Ratinen & Keinonen, 2011) sugerem, especificamente, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) suportados pela *Internet*, como o *Google Earth* ou outros programas específicos. Segundo os mesmos autores, os SIG podem ajudar a desenvolver a capacidade de visualização espacial necessária para a compreensão dos fenómenos geológicos, pois ajudam a contextualizar a informação no mundo real. Outros autores (Hall-Wallace & McAuliffe, 2002; Baker & White, 2003; Schipper & Mattox, 2010) também argumentam que os SIG podem ajudar a desenvolver a capacidade de análise de dados bem como o pensamento crítico, uma vez que permitem a comparação de diferentes dados e variáveis apresentados em diferentes formatos (ex.: gráficos, tabelas, mapas, etc.).

Por fim, Orion (2007) sugere a utilização de estratégias de ensino mais centradas no aluno, baseadas na resolução de problemas, que promovam a integração de conhecimentos concetuais e

procedimentais, na abordagem de temas relacionados com a Geologia e as Ciências da Terra. Para este autor, um processo de ensino que satisfaça essas características pode ajudar a potenciar o desenvolvimento de competências concetuais e procedimentais relacionadas com esta área das Ciências, ajudando na contextualização das aprendizagens, na mobilização de conhecimentos e na compreensão da sua aplicabilidade em situações similares.

2.4.3. O ensino de assuntos sobre Dinâmica Interna da Terra através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Frequentemente chegam notícias ao público em geral, através dos *Media*, relacionadas com fenómenos naturais, como erupções vulcânicas e sismos (Orion, 2007), em vários locais do Mundo. Estes fenómenos podem causar riscos para a saúde, para além da destruição de zonas habitacionais e recursos necessários à sobrevivência do ser humano. Por isso, é crucial que todos os cidadãos compreendam esses acontecimentos (Orion, 2007) e, conseqüentemente, desenvolvam maior conhecimento sobre o planeta que habitam (Chang & Weng, 2002). Esses conhecimentos são essenciais para a resolução de problemas relacionados com estes fenómenos naturais, nomeadamente na tomada de decisão em situações de emergência ou na prevenção de riscos decorrentes desses acontecimentos naturais, como por exemplo construção de edifícios com protecção anti-sísmica eficaz (Chang & Wang, 2011). Desta forma, espera-se que todos os cidadãos estejam melhor preparados para uma eventual ocorrência de um desses fenómenos na sua vizinhança. Lembra-se que Portugal tem um historial sísmico e de actividade vulcânica frequente no arquipélago dos Açores, para além do famoso terramoto que devastou a cidade de Lisboa em 1755, e de alguma actividade sísmica sentida, nos últimos 25 anos, em várias zonas de Portugal Continental. Por isso, torna-se crucial desenvolver nos alunos portugueses conhecimentos concetuais e procedimentais sobre a actividade sísmica e vulcânica que lhes permitam, numa situação real, saber reagir e resolver problemas associados a fenómenos sísmicos e vulcânicos.

Assim, tendo em conta essa relação prática entre os conhecimentos concetuais e procedimentais necessários para a aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra, a utilização de uma estratégia de ensino centrada no aluno, com base no questionamento, na análise e interpretação crítica de dados, na procura de soluções para um problema real e na tomada de decisões fundamentadas em evidências, como por exemplo o EOABRP, parece ser promissora e

adequada. Contudo, na investigação nesta área, para além de ser escassa, nem sempre são comparados os contributos do EOABRP e do ensino tradicional para o desenvolvimento de conhecimentos concetuais e procedimentais sobre assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra.

Há alguns estudos, centrados em temas com sismos ou com vulcões, que revelam resultados diferentes sobre o contributo do EOABRP para o desenvolvimento de conhecimentos concetuais, medidos por testes de avaliação de conhecimentos. São exemplo disso a investigação realizada por Vasconcelos & Torres (2013), centrado nos sismos, que envolveu 163 alunos do 7º ano de escolaridade, que mostra que os alunos que foram submetidos a EOABRP e os que foram submetidos a ensino expositivo revelam ter desenvolvido, similarmente, conhecimentos concetuais, e o estudo realizado por Sindelar (2010), centrado nos vulcões, que envolveu 34 alunos do ensino secundário, que revela resultados mais favoráveis em alunos que foram submetidos a ensino expositivo. Por outro lado, há estudos que se centraram nos efeitos do EOABRP no desenvolvimento de conhecimentos concetuais sobre sismos ou sobre vulcões que, também, mostram resultados diferentes. São eles o caso do estudo realizado por Moreira (2011), centrado nos sismos, que envolveu 24 alunos do 7º ano de escolaridade, que revela que mais de metade dos alunos envolvidos desenvolveu conhecimentos concetuais, e o estudo realizado por Silva (2012), centrado nos vulcões, que envolveu 26 alunos do 7º ano de escolaridade, que revela que poucos alunos desenvolveram conhecimentos concetuais. Acresce ainda um estudo que revela que alunos, de turmas diferentes, que são submetidos a EOABRP, suportado por ferramentas da *Internet*, desenvolvem conhecimentos concetuais, embora algumas turmas revelem resultados mais favoráveis, do que outras, o que foi atribuído ao facto de terem diferentes professores de Ciências. Esse é, também, o caso do estudo realizado por Chen, & Howard (2010), que envolveu 311 alunos do 3º ciclo de escolaridade que se centrou no tema vulcões. Assim sendo, parece que o EOABRP conduz a aprendizagens concetuais sobre a Dinâmica Interna da Terra, tanto ou mais do que o ensino expositivo ou, pelo menos, mais centrado no professor.

O estudo realizado por Oliver & Hannafin (2000), que se centrou nos sismos e que envolveu 12 alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade, averiguou-se os efeitos do EOABRP, com utilização de ferramentas da *Internet*, no desenvolvimento de capacidades de pesquisa e recolha de informação. A avaliação das capacidades de pesquisa e recolha de informação realizada neste estudo foi feita através da análise comparativa do desempenho dos alunos em dois testes. Segundo os autores, os alunos

envolvidos neste estudo parecem ter conseguido desenvolver algumas capacidades de pesquisa e recolha de informação, pois conseguiram extrair informação básica de fontes da *Internet*, mas tiveram alguma dificuldade na recolha de informação mais complexa, não desenvolvendo, na totalidade, essa capacidade. Afigura-se, portanto, que o EOABRP pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de pesquisa e recolha de informação relacionada com o tema Dinâmica Interna da Terra.

O estudo realizado por Sindelar (2010), por nós já referido, apresenta resultados favoráveis ao EOABRP relativamente ao desenvolvimento da motivação pelas aprendizagens, medidos com base na categorização de comportamentos observáveis, registados e recolhidos através de observação em sala de aula. Segundo o autor, ao longo das atividades, o grupo de alunos que foi submetido a EOABRP revelou comportamentos considerados reveladores de empenho dos alunos, enquanto, pelo inverso, o grupo que foi submetido a ensino expositivo evidenciou maior número de comportamentos considerados reveladores de não empenho. Parece, portanto, que o EOABRP contribui mais eficazmente para o desenvolvimento da motivação dos alunos para aprender assuntos relacionados com a Dinâmica Interna da Terra, do que o ensino expositivo.

Os estudos anteriormente referidos averiguaram o possível efeito do ensino formal do tema Dinâmica Interna da Terra através de EOABRP, presencial ou *online*, para o desenvolvimento de diferentes competências (conceituais, procedimentais, comunicacionais e atitudinais) nos alunos. A verdade é que, apesar de os respetivos resultados sugerirem que a utilização do EOABRP na abordagem destes temas pode ser favorável, devido à pouca investigação realizada, parece ser necessária a realização de mais estudos que proporcionem uma melhor compreensão sobre os efeitos do ensino de assuntos sobre a Dinâmica Interna da Terra através da ABRP (presencial ou *online*).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Introdução

Este capítulo tem como objectivo descrever e justificar a metodologia utilizada nesta investigação.

Assim, inicia-se o capítulo com uma síntese da investigação (3.2). De seguida, é feita uma caracterização geral da população e da amostra (3.3) e procede-se à apresentação da metodologia de ensino utilizada (3.4), através da caracterização geral dessa metodologia (3.4.1), da caracterização do Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado (3.4.2) e da apresentação do cenário utilizado (3.4.3). Posteriormente, justifica-se a seleção de técnicas de recolha de dados (3.5.) e apresentam-se os instrumentos de recolha de dados utilizados (3.6.), o que inclui uma descrição dos processos de construção e de validação dos mesmos. Por fim, são descritos os processos de recolha (3.7.) e de tratamento de dados (3.8).

3.2. Síntese da Investigação

A investigação relatada nesta dissertação tem em vista os objetivos (geral e específicos) delineados para este estudo (subcapítulo 1.3). Para tal, foi adotado um desenho de estudo do tipo *quasi* experimental com dois grupos não equivalentes. Esta opção baseou-se no facto de se pretender recolher informações que permitam uma maior compreensão sobre os possíveis efeitos do EOABRP nas aprendizagens de grupos de alunos que manifestam atitudes e empenho académico diferente. Assim, este formato parece ser adequado pois, como referem McMillan & Schumacher (2010), este modelo de investigação permite medir e comparar os resultados de grupos diferentes que foram submetidos a uma determinada intervenção, permitindo a compreensão de algumas expectativas e informações que podem ser úteis para situações idênticas, tanto de investigação, como de implementação de um tipo de intervenção.

A amostra deste estudo foi constituída por duas turmas, consideradas de diferente desempenho académico e comportamental pelos respetivos professores, num total de quarenta e quatro alunos, a frequentar o 7º ano de escolaridade numa escola básica de 2º e 3º ciclo em Guimarães.

Os dados foram recolhidos em dois momentos, a saber: antes da intervenção; e depois da intervenção. Nestes momentos foram aplicados a todos os alunos um teste de conhecimentos e um teste de aferição do desempenho na resolução de situações problemáticas. Os testes aplicados antes da intervenção (pré-teste) serviram para caracterizar o estado inicial dos alunos. Os mesmos testes foram aplicados após a intervenção (pós-teste) para caracterizar o estado final dos alunos. Desta forma, pretendeu-se que a aplicação destes testes permitisse avaliar, por comparação entre o momento inicial e o final (antes e após a intervenção), o efeito relativo da metodologia de ensino utilizada no desenvolvimento de diversas competências (conceituais e de resolução de problemas) nas duas turmas.

A intervenção, consistiu no EOABRP *online* do tema Dinâmica interna da Terra. Assim, iniciou-se com a apresentação de um cenário em formato vídeo, criado para este efeito, sobre o qual os alunos formularam alguns problemas. Os problemas formulados foram seleccionados e resolvidos pelos alunos, em grupos de quatro a cinco elementos. A comunicação entre elementos do mesmo grupo foi suportada por ferramentas de comunicação *online*, síncrona e assíncrona. A pesquisa de informação foi realizada pelos alunos através da *Internet*.

Após a fase de intervenção, foram recolhidos dados sobre a opinião dos alunos relativamente à percepção deles sobre os contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento das suas aprendizagens. Para tal, foi aplicado a todos os alunos, no final da fase de intervenção, um questionário de opinião relativamente à experiência que tiveram com a referida metodologia de ensino.

Os dados recolhidos sobre as duas turmas foram tratados separadamente e os resultados obtidos foram comparados entre si pela autora desta dissertação, tendo em conta os objectivos inicialmente propostos para o estudo.

3.3. Caracterização da População e da Amostra

A população escolhida para levar a cabo uma investigação, segundo alguns autores (Tuckman, 2002; Bell, 2004), é o grupo-alvo sobre o qual o investigador tem interesse em recolher informação e extrair conclusões. A sua escolha, conforme diz Bell (2004), implica a tomada de decisões por parte do investigador, nomeadamente no que diz respeito à selecção da população e da amostra.

Assim, tendo em conta que se pretende fazer uma primeira averiguação dos efeitos da metodologia de ensino orientado para a ABRP *online* (EOABRP *online*) no desenvolvimento de

diferentes competências por parte de alunos de 7º ano com diferente desempenho, foi selecionada uma população pertencente a uma escola acessível e conhecida pela sua disponibilidade para colaborar em atividades. Assim sendo, a população considerada para este estudo é constituída por todos os alunos a frequentar o sétimo ano de escolaridade numa escola do ensino básico, 2º e 3º ciclo, em Guimarães. Dos 162 alunos que constituem a população, distribuídos por sete turmas, 81 são rapazes e 81 são raparigas. O quadro seguinte (quadro 5) resume a caracterização da população deste estudo.

Quadro 5 - Síntese da caracterização da população

Turmas	Total de alunos/ turma	Rapazes	Raparigas	Repetentes	Idades			
					11	12	13	14
S	24	16	8	2	4	19	1	0
T	19	8	11	2	2	14	2	1
U	19	11	8	2	4	11	2	2
V	26	10	16	3	6	18	2	0
W	29	14	15	0	7	22	0	0
X	24	12	12	1	11	12	1	0
Y	21	10	11	0	6	14	1	0
População	162	81	81	10	40	110	9	3

Conforme se observa no quadro 5, embora as idades dos alunos, no início do ano letivo, variassem entre os 11 e os 14 anos (média de 11, 8 anos), a maioria dos alunos tinha 12 anos de idade, ou seja, com a idade adequada a este ano de escolaridade. Na população, existem 10 alunos repetentes, com idades entre os 12 e os 14 anos, e tantas raparigas, como rapazes.

Todos os alunos, pertencentes à população deste estudo, iniciaram o estudo da língua inglesa no 5º ano, estando a frequentar o terceiro nível desta língua. Pela primeira vez estão a ter contacto, formalmente, com uma segunda língua estrangeira, a saber: 85 alunos estão a frequentar aulas de espanhol; e 77 alunos estão a estudar francês. Também é neste ano letivo que os alunos que constituem esta população iniciam novas disciplinas curriculares ligadas às Ciências Naturais (Ciências Físico-Químicas) e sociais (Geografia), bem como, ligadas à tecnologia (introdução às TIC). Assim, pressupõe-se que, para além de ter competências básicas de utilização das TIC, como o computador e a *Internet*, a população em causa possuía, também, à data do início desta investigação, alguns

conhecimentos conceituais e procedimentais das Ciências, bem como da língua inglesa. Esses conhecimentos, a nosso ver, são necessários para o sucesso da aprendizagem de assuntos relacionados com a Dinâmica interna da Terra, nomeadamente quando a metodologia de ensino em causa utiliza como suporte, para a aprendizagem dos alunos, a *Internet* e exige aos alunos que realizem consultas e pesquisas de informação em *sites* escritos em inglês.

Relativamente à amostra selecionada, uma vez que este estudo foi implementado em contexto formal de aprendizagem, mas dependente da participação voluntária de uma docente da disciplina de Ciências Naturais, a lecionar duas turmas do 7ºano de escolaridade, então a amostra a ser considerada é do tipo disponível, constituída por essas duas turmas que os docentes respetivos consideram bastante diferentes em termos de empenho nas tarefas de aprendizagem e a nível comportamental. Na verdade, a turma X (TX) era considerada menos interessada e empenhada do que a turma Y (TY). No entanto, foram formadas pelos docentes da escola no final do ano letivo anterior as duas turmas e, embora diferentes, continham alguns alunos semelhantes em termos de desempenho e comportamento.

Assim, a amostra de alunos não é uma amostra de voluntários, na verdade, a docente é que manifestou interesse em participar neste estudo. Por isso, não se aplicam os constrangimentos referidos por alguns especialistas na área da investigação (Gall, Gall & Borg, 2007; McMillan & Schumacher, 2010), relativamente a uma amostra constituída por indivíduos voluntários. Contudo, a amostra deste estudo estava envolvida num projeto de ensino e de aprendizagem diferente, o que não acontecia com os restantes elementos da população. Esse projeto tinha-lhes proporcionado, desde o início do ano letivo, o acesso a computadores portáteis, o contacto com metodologias de ensino diversificadas, e com estratégias de promoção de empreendedorismo. Assim sendo, parecia ser possível que os alunos da nossa amostra tivessem um nível superior de motivação, estivessem mais disponíveis para participar numa investigação, e tivessem desenvolvido mais o seu espírito crítico. Então, conforme alertam os especialistas mencionados anteriormente, é necessário ter em atenção que essas características podem influenciar os resultados obtidos, pelo que estes poderiam não ser válidos para a maioria da população, o que implica a não generalização dos resultados obtidos com este tipo de amostra.

Relativamente à sua caracterização geral, a amostra deste estudo é constituída por duas turmas, uma com 24 (TX) e outra com 20 (TY) alunos, no total de 44 alunos. Em cada uma das turmas metade

são rapazes e a outra metade são raparigas. Note-se que, embora a turma Y fosse constituída por 21 elementos, um aluno não frequentava a disciplina de Ciências Naturais, pois beneficiava de um currículo escolar individualizado. Por essa razão, não foi incluído no estudo. O quadro seguinte (quadro 6) apresenta um resumo das características da amostra.

Quadro 6 - Caracterização geral da amostra

Turmas	Nível de desempenho		Total de alunos	Rapazes	Raparigas	Repetente	Idades			
	Académico	Comportamental					11	12	13	14
X	Satisfatório	Pouco Satisfatório	24	12	12	1	11	12	1	0
Y	Bastante Satisfatório	Muito Satisfatório	20	10	10	0	6	14	0	0

Os alunos da turma X iniciaram, neste ano letivo, a aprendizagem da língua francesa, enquanto os alunos da turma Y iniciaram a aprendizagem de língua espanhola. Em ambos os casos, os alunos frequentaram aulas de TIC durante um semestre. Exceto nos casos dos docentes de língua espanhola e de língua francesa, todos os docentes (incluindo no caso de Ciências Naturais) eram comuns às duas turmas. Salienta-se, também, o facto de os alunos da nossa amostra terem já utilizado a plataforma *Moodle* no processo de ensino e de aprendizagem formal, nomeadamente na disciplina de Ciências Naturais. Este facto fazia com que a variável professor estivesse, à partida, controlada e que, sendo a metodologia e os recursos semelhantes, os eventuais resultados diferenciados pudessem ser atribuídos aos diferentes níveis de desempenho das duas turmas.

3.4. Metodologia de Ensino

3.4.1. Caracterização geral da metodologia de ensino

Tendo em conta as características específicas da metodologia de ensino a ser adotada, EOABRP *online*, o estudo realizou-se num contexto formal de aprendizagem, tirando partido das vantagens proporcionadas pela sala de aula com as proporcionadas pelos ambientes informais, neste caso a *Internet*.

Na organização e funcionamento das aulas de Ciências Naturais, seguiram-se as perspetivas teóricas do EOABRP, descritas por vários autores (ex.: Boud & Feletti, 1997; Lambros, 2002, 2004;

Hmelo-Silver, 2004), e incluíram-se os seguintes elementos chave: foi proporcionado aos alunos a oportunidade de desempenharem um papel ativo nas suas aprendizagens; os problemas formulados pelos alunos foram o ponto de partida para o processo de aprendizagem dos alunos; a resolução de problemas foi realizada através de trabalho cooperativo; as novas aprendizagens emergiram dos processos de identificação e discussão dos conhecimentos anteriores, da delineação de estratégias, do desenvolvimento e discussão de novos conhecimentos e sentidos como necessários para resolver os problemas.

Foram também tidas em conta as diversas sugestões de especialistas sobre os cuidados a ter durante a implementação do EOABRP *online*, descritas anteriormente (subsubcapítulo 2.3.4). Assim sendo, teve-se particularmente em atenção aspetos relacionados com o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) escolhido (descritos no subsubcapítulo 3.4.2), com o tema selecionado, com as características do cenário (descritos no subsubcapítulo 3.4.3), com a função do professor, e com a adaptação dos recursos a serem utilizados.

Relativamente ao tema escolhido para ser implementado o EOABRP *online*, foram tidas em consideração as ideias de alguns autores (Lambros, 2002; Barell, 2007), nomeadamente sobre a possibilidade de abranger temas multidisciplinares. Depois, foram analisados quais são os assuntos, a serem ensinados no 7º ano, que devem ser abordados em diferentes disciplinas e, de entre esses, quais podem ser de difícil compreensão para os alunos. Selecionámos o tema Dinâmica Interna da Terra como central para a implementação do EOABRP *online*, pelo facto de este poder abranger assuntos tratados nas disciplinas de Ciências Naturais e de Geografia e, conforme fundamentamos anteriormente (subsubcapítulo 2.4.2), por incluir assuntos que, por vezes, são de difícil compreensão para os alunos. Embora estes assuntos tendam a ser relacionados com uma zona geográfica de Portugal (Arquipélago dos Açores), algo distante daquela em que vivem os alunos, esse facto pode ainda assim ajudar a contextualizar as aprendizagens de conceitos e fenómenos naturais relacionados com as consequências da Dinâmica interna da Terra. Este tema é, também, propício para ser integrado numa perspetiva de desenvolvimento da capacidade de mobilização e aplicação de conhecimentos em situações de resolução de problemas reais, uma vez que tem a ver com situações que podem surgir a qualquer cidadão. Assim sendo, considera-se a escolha do tema adequada à metodologia de ensino adotada (EOABRP *online*), uma vez que pode permitir a aprendizagem, contextualizada no quotidiano dos discentes, de conhecimentos transversais, e pode possibilitar o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, estabelecendo uma conexão dos

conhecimentos adquiridos com o mundo real.

No que concerne à função do professor durante o EOABRP *online*, devido à falta de experiência da autora deste estudo, bem como da docente titular da disciplina, e dos alunos que fizeram parte da amostra, relativamente à metodologia de ensino e de aprendizagem adotada, estabeleceu-se que, durante toda a implementação, tanto a autora deste estudo, como a docente da disciplina, assumiriam a função de facilitadoras das aprendizagens dos alunos. De uma forma geral, foram seguidas as ideias de Donnelly (2006), que sugerem que o facilitador deve assumir as seguintes funções: planeamento, construção e gestão de tarefas; estabelecimento, suporte e monitorização de comunicações com e entre os alunos; promoção da integração de diferentes ferramentas tecnológicas (como por exemplo chat's, fóruns de discussão ou sessões de vídeo conferência); facilitação do acesso a recursos na *Internet*; e fornecimento de suporte e feedback aos alunos, durante todo o processo. Uma vez que, os alunos pertencentes à amostra não possuíam experiência com esta metodologia de ensino e de aprendizagem, foram também seguidas as sugestões de autores como Lycke et al (2006) para estas situações. Desta forma, as facilitadoras utilizaram, sempre que consideraram ser pertinente, estratégias metacognitivas, processos de desenvolvimento do raciocínio, e modelos de questionamento, nomeadamente que se traduziram por questionar o aluno de forma a que ele refletisse sobre o seu conhecimento, sobre a tarefa que estava a realizar e sobre o seu raciocínio e o dos seus colegas.

No que diz respeito à adaptação de recursos, foram disponibilizadas, através da plataforma *Moodle*, AVA utilizado, algumas ferramentas de comunicação *online*, a saber: o *Chat*, ferramenta síncrona; e o fórum de discussão, ferramenta assíncrona. Esta opção baseou-se no que argumentam alguns autores (Beaumont & Cheng, 2006; Savin-Baden, 2006; Savin-Baden, 2007) relativamente às vantagens de utilização de AVA associados a ferramentas de comunicação (síncrona e assíncrona) na implementação da metodologia de EOABRP *online*. Salieta-se que, todos os alunos tinham acesso aos mesmos recursos mas as comunicações no *Chat* e no Fórum de discussão só eram possíveis entre os elementos de um mesmo grupo. Assim, foi através deste AVA que todos os processos de comunicação e/ou interação entre os alunos foram realizados, e foi nele que foram disponibilizados outros recursos e ligações a páginas da *Internet*, considerados pertinentes para a resolução dos problemas. Note-se porém que, embora inicialmente tivesse sido pensado que tanto a autora deste estudo, como a docente da disciplina, comunicariam com os alunos através das ferramentas de comunicação *online*, tal não foi possível. Esta alteração deveu-se, essencialmente, ao facto de, logo no início, ter sido notório

que os alunos necessitavam de um apoio mais 'físico' por parte das facilitadoras, e que nem sempre a velocidade da *Internet* permitia uma comunicação rápida. Desta forma, com o objetivo de superar estas dificuldades, as facilitadoras optaram por apoiar e supervisionar o trabalho dos alunos, frente-a-frente, circulando pela sala e atendendo aos pedidos de ajuda para resolver situações técnicas ou dúvidas na realização das tarefas, em vez de desempenharem a função de *e-moderador*. Tratou-se, portanto de uma forma de implementar o EOABRP que não é a mais típica, pois, normalmente, os alunos estão geograficamente dispersos. Contudo, para alunos muito novos, com pouca experiência de trabalho em grupo, a proximidade do professor pode ser uma forma mais adequada para iniciar os alunos no EOABRP *online*.

Como via de implementação, selecionamos aquela a que descrevemos anteriormente como segunda via de implementação do EOABRP (subsubcapítulo 2.2.3), por considerarmos que os alunos já tinham alguma experiência em aprender de forma auto-direcionada e ativa, para além de também já terem prática de utilização do *Moodle* durante as aulas de Ciências Naturais. Assim, presumiu-se que, pelas características da amostra, a opção de iniciar com um cenário e depois incluir um momento de estimulação da capacidade de questionamento dos alunos poderia ser mais motivador para estes alunos, do que a apresentação de problemas pré-estabelecidos pelo professor.

Após a apresentação do cenário, contendo uma animação em vídeo sobre a atividade vulcânica nos Açores, foi solicitado aos alunos que preenchessem um quadro (anexo 2), registando, individualmente, questões ou aspetos que lhes tivessem sido suscitados pela visualização da animação. O objetivo deste quadro era, ainda, o de estimular a capacidade de questionamento dos alunos, a capacidade de identificar os seus conhecimentos prévios sobre o assunto e os conhecimentos e processos necessários para a resolução dos problemas formulados, conforme também sugere Lambros (2002, 2004). Esse quadro foi adaptado de um outro proposto por Lambros (2002, 2004).

Depois de os alunos preencherem e enviarem esse quadro para as facilitadoras, via plataforma *Moodle* ou via *e-mail*, a autora desta dissertação compactou a informação contida nessas grelhas enviadas pelos alunos de cada grupo numa grelha geral de grupo, que foi colocada no fórum de discussão, aberto exclusivamente para cada grupo.

No entanto, constatou-se que muitos dos alunos formularam um reduzido número de questões de elevado nível cognitivo, sendo as questões formuladas pelos alunos maioritariamente relacionadas

com dúvidas sobre o significado de termos usados no cenário. Assim, apenas algumas das questões estavam relacionadas com a compreensão dos fenómenos sísmicos ou vulcânicos e com as consequências dos mesmos para o ser humano. Quase nenhum aluno conseguiu expressar o que sabia sobre o assunto, ou sobre o que tinha de saber para responder às dúvidas ou questões que formulou a partir do cenário, respondendo de forma vaga ou referindo que precisava de saber o significado de alguns termos. Por essa razão, antes de ser iniciado o processo de análise e discussão das questões formuladas pelos elementos de cada grupo, os alunos foram chamados à atenção para estes factos, pedindo-lhes que refletissem sobre quais as questões que na realidade constituíam verdadeiros problemas a resolver, e quais das questões estavam relacionadas com o significado de termos. Pediu-se também que, depois de serem identificadas, em cada grupo, as questões que apenas pretendiam esclarecer o significado de um termo, fosse construído um glossário de termos através de uma ferramenta específica do *Moodle*, disponibilizada para o efeito, o Glossário *online*. Também se solicitou aos alunos que identificassem as questões que correspondiam a problemas, sendo essas as questões que os alunos deveriam selecionar e resolver, em grupo.

A partir daqui, os alunos iniciaram o trabalho cooperativo, comunicando através do *Chat* e do fórum de discussão. Os alunos discutiram e identificaram os problemas que queriam resolver e os termos que consideravam importante definir no glossário de termos. Depois definiram estratégias e distribuíram tarefas através do *Chat* para a construção do glossário de termos. No início e no decorrer desta sessão da implementação do EOABRP *online*, em ambas as turmas, alguns alunos manifestaram estarem muito preocupados com o teste de avaliação de conhecimentos da disciplina, revelando sentirem-se ‘perdidos’ na seleção de o que estudar para o teste. Note-se que, o teste de avaliação de conhecimentos em questão fazia parte da programação e avaliação normal da disciplina (e não com a recolha de dados para esta dissertação) o que justifica receio dos alunos em ‘tirar má nota’. Antes da sessão seguinte, alguns encarregados de educação, de uma das turmas, também conversaram com a respetiva diretora de turma, manifestando alguma preocupação sobre a forma como a matéria estava a ser dada pela professora’, pois os seus educandos não sabiam o que tinham de estudar para o teste de avaliação de conhecimentos da disciplina. Desta forma, antes da sessão seguinte, a docente titular da turma, disponibilizou uma lista de objetivos de aprendizagem estabelecidos para esse teste, como habitualmente fez para os outros testes de avaliação da sua disciplina. Essa lista de objetivos, de certa forma, influenciou os alunos a aprofundar mais os conhecimentos relacionados com os problemas formulados.

Seguiram-se as sessões de resolução dos problemas selecionados por cada grupo, que incluíram a decisão sobre o formato de apresentação final do trabalho de grupo, distribuição de tarefas com vista à resolução dos problemas, pesquisa, seleção e partilha de informação relevante para tentar alcançar uma solução. Foi disponibilizado, pela investigadora, no *Moodle*, uma lista de recursos acessíveis através da *Internet* (anexo 3) e, aparentemente, fidedignos como suporte para esta fase de resolução dos problemas. Nessa listagem incluíam-se *sites* da *Internet* com informação, com ferramentas de simulação ou de sistemas de informação geográfica (SIG) como o *Google Earth*. Nesta fase, não foram detetadas iniciativas de análise crítica sobre essa informação. Alguns grupos de alunos começaram por criar temas no fórum de discussão, onde iam colocando a informação que recolheram, mas não foi dada qualquer outra utilidade a essa ferramenta de comunicação. Mais nenhum grupo utilizou o fórum de discussão, exceto para consulta das questões formuladas pelo seu grupo.

Com a exceção de um grupo, que não finalizou o seu trabalho, cada grupo de alunos apresentou, à restante turma, um produto final suportado pelas TIC (ex.: apresentação em PowerPoint; vídeo; teatro). A opção de solicitação desta apresentação baseou-se em autores como Barell (2007) e Pettigrew et al (2010) que sugerem ser importante, durante o EOABRP, a apresentação dos trabalhos finais à turma ou a um público interessado. Pettigrew e seus colaboradores (2010) argumentam que, desta forma, estabelece-se uma ponte de ligação entre a teoria e a prática, proporcionando a compreensão da aplicação das perspetivas teóricas a casos práticos reais, e o desenvolvimento de capacidades e competências transversais. No final de cada apresentação, foi disponibilizado algum tempo para debate sobre as ideias apresentadas por cada grupo, incentivando-se a análise crítica dos alunos. Contudo, por falta de tempo para a concretização da restante calendarização do programa da disciplina, esses momentos não foram muito extensos.

3.4.2. Caracterização do Ambiente Virtual de Aprendizagem

Uma vez que a implementação da metodologia de ensino utilizada foi suportada por um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), considerou-se pertinente, no contexto desta dissertação, descrever algumas das principais características da plataforma de aprendizagem virtual utilizada, o AVA *Moodle*.

No momento de seleção do AVA a ser utilizado, ponderámos na possibilidade de três diferentes plataformas, pelo facto de a autora desta dissertação possuir prévia experiência de utilização das mesmas. Entre elas, contam-se as seguintes: *Moodle*, *BlackBoard*, e *FirstClass*. A opção pelo AVA

Moodle prendeu-se, essencialmente, com o facto de a escola onde a nossa amostra está inserida utilizar a plataforma *Moodle* há vários anos, tanto como suporte do trabalho dos docentes, como do processo de ensino e de aprendizagem. Aliás, a amostra envolvida neste estudo utilizava o *Moodle* na disciplina de Ciências Naturais, desde o início do ano letivo, o que garantia que possuía competências básicas de utilização da mesma. Além disso, enquanto as outras plataformas têm custo de utilização, esta é livre.

Para aceder à plataforma *Moodle* ou para criar uma área reservada é necessária uma pré-inscrição do utilizador, com palavra-chave de acesso, criada pelo administrador da plataforma. Ora no nosso caso, todo esse processo de inscrição já tinha sido anteriormente feito, pois já existia a disciplina criada no *Moodle* da escola e os alunos já estavam inscritos na mesma. A respetiva página principal desta disciplina no *Moodle* estava dividida por tópicos, cada um criado anteriormente pela docente responsável, relacionados com diferentes assuntos. Na coluna da esquerda existiam duas ligações a atividades, eram elas: testes; e trabalhos.

Após consentimento da referida docente, foi dado acesso total a essa área da disciplina de Ciências Naturais na plataforma à autora desta dissertação, que assumiu a responsabilidade do novo tópico, criado pela mesma para este caso específico, com a designação “Dinâmica interna da Terra”. Foi também assumida pela autora desta dissertação a responsabilidade dos recursos disponibilizados na plataforma neste tópico. A imagem seguinte (figura 2) apresenta a página principal dessa área da disciplina de Ciências Naturais no *Moodle* no final da implementação, após disponibilização de todos os recursos.



Figura 2: Tópico Dinâmica da Interna Terra no *Moodle*

Entre os diversos recursos disponibilizados, contam-se os seguintes: cenário, em formato de animação em vídeo, designado Férias nos Açores; ficheiro em formato *Word* contendo a grelha de

registo de dúvidas e questões para ser preenchida pelos alunos; ligação para a colocação da respetiva grelha de registo de dúvidas e questões preenchida pelos alunos; ligação para o *Chat* de discussão, em grupos separados; ligação para uma atividade de construção de um glossário de termos; ligação para o fórum de discussão, em grupos separados; dois ficheiros em formato *Word* contendo todas as questões formuladas pelos alunos de cada turma, com acesso limitado ao ficheiro da respetiva turma; ficheiro em formato *Word* contendo uma listagem de recursos de apoio aos alunos na resolução dos problemas; e por fim, ligação ao questionário de opinião dos alunos em formato *GoogleDrive*, que foi adicionado após a fase de implementação.

Na coluna da esquerda da página principal, também se encontrava uma lista de ligações incluídas pela autora desta dissertação, são elas: ao Chat; ao glossário de termos; ao fórum de discussão; e à ligação de acesso à entrega dos trabalhos. Optou-se por repetir estas ligações num outro painel pois tinham a ver com as atividades a que os alunos tinham de aceder muitas vezes. Desta forma, no momento em que os alunos acediam à página principal da disciplina, esse painel era logo visível, facilitando-lhes, assim, o trabalho.

Relativamente ao *Chat* e ao Fórum de discussão, estes tinham acesso limitado aos respetivos elementos do grupo, para evitar confusão nos diálogos. A sua monitorização foi assumida pela autora desta dissertação, durante o tempo real em que os alunos comunicaram em sala de aula através das ferramentas de comunicação *online* e no final de cada uma dessas sessões. Para o efeito, era feita uma verificação geral de todos os diálogos dos alunos, a fim de se constatar se todos os alunos estavam a trabalhar e de se supervisionar as comunicações e as tarefas que cada grupo estava a realizar. A imagem seguinte (figura 3) apresenta a página de acesso ao *Chat*, que era semelhante à página de acesso ao fórum de discussão.



Figura 3: Página de acesso ao Chat disponível no *Moodle*

3.4.3. Cenário Férias nos Açores

Na construção do cenário utilizado nesta investigação, teve-se em conta o que dizem diversos especialistas (Tan, 2002; Lambros, 2002, 2004; Hmelo-Silver, 2004; Chin & Chia, 2006; Barell, 2007; Azer, 2008; Dabbagha & Dass, 2013) relativamente às características que um problema ou que um cenário devem assumir no EOABRP. Assim, descrevem-se as características que foram tidas em atenção, no processo de construção do nosso cenário.

Em primeiro lugar, o cenário deve estar relacionado com situações da vida real (Lambros, 2002, 2004; Barell, 2007; Azer, 2008b), devendo envolver temas multidisciplinares (Hmelo-Silver, 2004; Azer, 2008b) e conduzir a problemas suscetíveis de múltiplas abordagens de resolução (Lambros, 2002; Tan, 2002) e, se possível, a mais do que uma solução (Lambros, 2002). Já no que diz respeito aos formatos de apresentação dos cenários, estes podem ser variados, incluindo imagens, sons, ou texto (Dahlgren & Öberg, 2001; Lambros, 2002). No caso do EOABRP iniciado com um cenário, salienta-se que, segundo Dahlgren & Öberg (2001), cenários com formatos diferentes conduzem à formulação de diferentes problemas, podendo estimular mais ou menos a aprendizagem.

Na perspetiva de construir um cenário que satisfizesse todas estas características, baseámo-nos na atividade proposta por Vasconcelos & Almeida (2012) para construir o cenário utilizado nesta investigação. Em primeiro lugar, esta opção deveu-se ao facto de se pretender utilizar um cenário que ajudasse a contextualizar as aprendizagens deste tema numa realidade conhecida pelos alunos portugueses. A verdade é que a maioria destes fenómenos naturais (ex.: sismos e erupções vulcânicas) é dada a conhecer através das notícias transmitidas pelos *Media* e, normalmente, ocorrem em sítios distantes ao nosso país. No entanto, fenómenos naturais de atividade sísmica também ocorrem em Portugal continental e nos Arquipélagos dos Açores e da Madeira. Apesar de serem sentidos com maior frequência no Arquipélago dos Açores, também têm sido sentidos, nos últimos 25 anos, em Portugal continental. Já no que concerne a atividade vulcânica no nosso país, segundo o Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos da Universidade dos Açores e Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores (2013), nas diversas ilhas dos Açores existem 26 sistemas vulcânicos ativos, sendo oito deles submarinos. A última erupção vulcânica que afetou a população deste Arquipélago ocorreu há pouco mais de cinquenta anos, em 1957 junto à ilha do Faial (vulcão dos Capelinhos).

Sendo assim, pareceu acertado escolher um cenário que incluísse um local de Portugal pois,

conforme argumentam diferentes autores (ex.: Hmelo-Silver, 2004; Lambros, 2004), devem ser utilizados cenários ou problemas que vão ao encontro dos interesses e da realidade dos alunos para que seja despertada a curiosidade e motivação dos mesmos pela aprendizagem.

No que concerne à escolha do formato do cenário, esta teve em conta que, como referem alguns autores (Savin-Baden, 2007; Douvers et al, 2010; Barrett, et al, 2011), os ambientes virtuais podem ajudar a inovar o tipo de cenários utilizados no EOABRP. De entre os vários formatos possíveis (ex.: texto, banda desenhada, vídeo, *PowerPoint*, *WebQuest*, jogos, imagens, fotografias, notícias de jornal, etc.) optou-se por construir o cenário em formato de animação em vídeo. Esta decisão foi tomada com o intuito de construir um cenário que ajudasse a despertar o interesse e curiosidade dos alunos, conforme também é sugerido por Azer (2007), pois, geralmente, os alunos apreciam a visualização de vídeos e de banda desenhada.

De seguida, procedeu-se à construção do guião da animação, adaptando-se o texto da atividade proposta por Vasconcelos & Almeida (2012) para um discurso direto, incluindo diálogos entre duas personagens. Após um primeiro processo de validação, por parte da orientadora desta dissertação, optou-se por reconstruir esses diálogos incluindo três personagens, reduzindo-se a extensão dos diálogos. Seguiram-se duas novas versões e respetivos processos de validação, por parte de três especialistas na área da educação em Ciências e com experiência em EOABRP. Nesses processos de validação foram sugeridas pequenas alterações no tipo de discurso utilizado, que foram consideradas, surgindo, assim, a versão final desse guião do vídeo (anexo 4).

Para a construção da animação em vídeo, após alguma procura na *Internet* de programas de computador que permitissem a montagem e produção de animações em vídeo, selecionou-se o programa *GoAnimate* (disponível em www.goanimate.com). Esta opção deveu-se ao facto de, para além de este programa ser de fácil utilização, também permitir a inserção de áudio em sincronia com as imagens, e permitir a criação de personagens associadas a movimentos e a expressões corporais.

Depois, foi necessário selecionar um outro que permitisse a gravação de ficheiros áudio para ser adicionada a cada personagem da animação a respetiva fala. Seguindo-se a sugestão de uma colega com alguma prática na construção de *pod-casts*, optou-se pelo programa informático *Audacity*, disponível para *download* gratuito na *Internet*. Este programa, de fácil utilização, satisfaz o objetivo pretendido.

Finalmente, as várias cenas da animação foram gradualmente construídas, acrescentando-se os

respetivos diálogos das personagens em cada cena antes de se iniciar a próxima. Quando terminado, foi editado e guardado em formato MP4, que é suportado por grande parte dos programas de visualização de vídeos disponíveis nos computadores de hoje em dia. Infelizmente, devido ao seu formato, não é possível apresentar o cenário em papel. Por isso, selecionou-se uma imagem desse vídeo (figura 4) para dar uma ideia do seu aspeto.



Figura 4: Cenário Férias nos Açores

Assim, resumidamente, descreve-se, de seguida, o cenário construído, intitulado Férias nos Açores. A animação inicia-se com a entrada de três jovens em cena (o Pedro, a Carla e o Rui), num local que pretende ser uma zona de convívio da escola, frequentada durante o intervalo das aulas. Embora não seja explicitado o local onde decorre a cena, foram escolhidos objetos que se assemelhavam a essa zona, a fim de o referido local poder ser identificado, pelos alunos. Depois de entrarem em cena, dois dos jovens (o Rui e a Carla) sentam-se, enquanto o Pedro mantém-se de pé. Este inicia a conversa afirmando que vai de férias para os Açores. Os outros dois colegas ficam muito entusiasmados e vão dialogando sobre os fenómenos de atividade vulcânica do Arquipélago, nomeadamente sobre as erupções vulcânicas que ocorreram na ilha do Pico, durante a colonização desta ilha, no século XV. Entretanto, ao compreender que no Arquipélago dos Açores ainda existe atividade vulcânica, o Pedro pondera sobre a possibilidade de, afinal, não querer ir aos Açores. Os colegas continuam, relembrando a erupção vulcânica do vulcão dos Capelinhos, em 1957. Ao ouvir o que os colegas disseram, o Pedro diz imaginar que a população e o local devem ter sido bastante afetados por esse fenómeno, afirmando, por fim, não entender as razões pelas quais alguém opta por viver perto de um vulcão. A animação termina com os três jovens a sair de cena.

Com este diálogo pretendia-se que o cenário suscitasse questões sobre a atividade vulcânica, a atividade sísmica, e sobre as implicações destas atividades naturais para a população local.

3.4.4. Descrição da implementação do ensino orientado para a ABRP online

O EOABRP *online* foi implementado, nas duas turmas, em seis aulas de 90 minutos e cinco aulas de 45 minutos, sendo que em algumas dessas aulas a turma estava dividida em dois turnos (TS), cada um deles com metade dos alunos da turma, enquanto que em outras aulas os alunos da turma encontravam-se todos juntos, ao que designaremos por turno conjunto (TC). Maioritariamente, as aulas em que a turma esteve junta tiveram a duração de 90 minutos, enquanto as aulas em que a turma esteve dividida tiveram a duração de 45 minutos. O quadro 7 apresenta a calendarização da implementação da metodologia de ensino orientado para a ABRP *online*.

Quadro 7 - Calendarização da implementação da metodologia de ensino

Atividade	Turma	Data	Turnos
Formação de grupos Apresentação do cenário	X	04/02/13	TC45
	Y	05/02/13	TS45
Formulação de questões	X	04/02/13	TC45
	Y	07/02/13	TC45
Discussão das questões Definição de termos: construção de um glossário de termos	X	06/02/13	TS45
	Y	07/02/13	TC45
Definição de termos: construção de um glossário de termos Seleção das questões formuladas Seleção dos problemas a resolver	X	18/02/13	TC90
	Y	19/02/13	TS45
Resolução dos problemas	X	20/02/13	TS45
	Y	21/02/13	TC90
	X	25/02/13	TC90
	Y	26/02/13	TS45
Preparação da apresentação das soluções dos problemas	X	27/02/13	TS45
	Y	28/02/13	TC90
	X	04/03/13	TC90
	Y	05/03/13	TS45
	X	06/03/13	TS45
Apresentação à turma das soluções Debate sobre os trabalhos realizados pelos grupos	Y	07/03/13	TC90
	X	11/03/13	TC90
	Y	12/03/13	TS45
	X	13/03/13	TS 45
	Y	14/03/13	TC90
	Y	04/03/13	TC90
	X	08/04/13	TC 90

Note-se que, apesar de a amostra ter alguma experiência de utilização da plataforma *Moodle*, os alunos não possuíam prática de utilização do fórum de discussão ou do *Chat*. Por isso, antes da fase de implementação, foi feita uma breve explicação do funcionamento da plataforma e da localização dos recursos e das ferramentas de comunicação a serem utilizadas (fórum de discussão e *Chat*). Essa apresentação foi feita através da projeção do ecrã do computador na tela branca, à frente da sala, demonstrando em tempo real como aceder à plataforma, aos recursos disponíveis e às ferramentas de comunicação, explicando-se o seu funcionamento. O mesmo se passou cada vez que foi adicionado um recurso no referido AVA.

3.5. Seleção das técnicas de recolha de dados

Tendo em conta os objetivos desta investigação, definidos anteriormente (subcapítulo 1.3), neste estudo era necessário recolher dados que permitissem comparar os contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de conhecimentos concetuais sobre o tema Dinâmica interna da Terra, e de competências de resolução de problemas em turmas com desempenhos académicos e comportamentais diferentes. Pretendia-se, também, analisar as opiniões das duas turmas sobre os contributos da metodologia de ensino utilizada para o desenvolvimento de diferentes competências, bem como sobre a sua apreciação quanto à utilização de ferramentas de comunicação *online*. Para tal, foi selecionada uma técnica de recolha de dados, concretizada à custa de diferentes instrumentos, conforme será descrito de seguida.

A técnica selecionada foi a técnica de inquérito, na modalidade de inquérito por questionário, a qual é adequada para recolher dados sobre conhecimentos e atitudes. De facto, esta técnica permite recolher dados colocando questões por escrito a um número, que pode ser elevado, de sujeitos, em muito pouco tempo (Tuckman, 2002; McMillan & Schumacher, 2010). Além disso, segundo os referidos autores, permite recolher dados sobre conhecimentos (no nosso caso concetuais e de resolução de problemas de ‘papel e lápis’) bem como sobre opiniões (no nosso caso face ao EOABRP *online*). Tem, ainda, a vantagem de as perguntas serem colocadas a todos os respondentes de igual forma (Tuckman, 2002; McMillan & Schumacher, 2010). No entanto, tem a desvantagem de não permitir esclarecer as respostas que possam ser ambíguas nem aprofundar respostas superficiais (McMillan & Schumacher, 2010). Considerámos que, apesar de importante, neste estudo, esta desvantagem da técnica de inquérito por questionário não se sobrepunha às vantagens, pelo que

decidimos mantê-la. Na verdade, a técnica de inquérito por entrevista colmataria aquelas desvantagens mas seria difícil de aplicar a duas turmas de alunos, em dois momentos diferentes (antes e após a intervenção), pelo tempo que exigiria a recolha de dados e também a respetiva análise.

3.6. Instrumentos de recolha de dados

A técnica de recolha de dados (inquérito por questionário) selecionada para este estudo foi concretizada à custa de três instrumentos de recolha de dados. Esses instrumentos e o seu processo de validação serão descritos pela seguida ordem: teste de conhecimentos (3.6.1); teste de desempenho na resolução de problemas (3.6.2); e questionário de opinião (3.6.3).

3.6.1. Teste de conhecimentos

Vários autores (Tuckman, 2002; McMillan & Schumacher, 2010) referem que os testes de conhecimentos devem ser construídos de forma a refletirem o conteúdo e os objetivos de ensino. Além disso, havendo instrumentos semelhantes aos que pretendemos, devemos analisá-los e usá-los ou adaptá-los, caso sirvam os nossos objetivos.

No nosso caso sabíamos existir um teste de conhecimentos (anexo 5) construído no contexto do projeto de investigação PTDC/CPE-CED/108197/2008, intitulado “Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas”, em cujo âmbito também esta dissertação foi desenvolvida. Uma vez que esse teste parecia adequado ao nosso estudo, decidimos analisá-lo para eventualmente o usar. Verificou-se que os conteúdos incluídos no teste de conhecimentos iam ao encontro dos objetivos de aprendizagem estabelecidos no documento regulador do processo de ensino e de aprendizagem MAEBCN para os subdomínios Dinâmica da Terra e Consequências da Dinâmica da Terra (anexo 1), bem como dos respetivos conteúdos científicos incluídos nos manuais escolares disponíveis no mercado livreiro português e, portanto, daqueles que foram considerados nesta investigação. Um outro aspeto que pesou nesta nossa decisão está relacionado com o facto de este teste ter sido utilizado em investigações semelhantes, tendo sido previamente validado por especialistas em educação em Ciências e considerado adequado a alunos do 7º ano.

Este teste de conhecimentos (anexo 5) é constituído por oito questões, sendo quatro delas

relacionadas com o tema Sismos, três com o tema Vulcões e uma com o tema Tectónica de Placas. O quadro 8 apresenta os objetivos definidos para cada um destes tópicos bem como o número da questão usada para o avaliar. Note-se que, as questões ou eram de resposta aberta ou solicitavam aos alunos a justificação ou fundamentação das opções que eram convidados a fazer na primeira parte da questão. O objetivo era obter informação sobre as compreensões dos alunos e evitar respostas aleatórias.

Quadro 8 - Estrutura geral do teste de conhecimentos

Dimensões	Objetivos específicos	Questões
Sismicidade	Distinguir sismo de <i>tsunami</i>	1.1
	Relacionar a magnitude de um sismo e a destruição que um sismo provoca	1.2
	Explicar a razão pela qual a zona do Pacífico é uma zona de elevado risco sísmico	1.3
	Identificar a existência de riscos para a saúde/vida dos seres humanos inerentes à atividade sísmica	1.4
Vulcanismo	Referir benefícios dos vulcões para a atividade agrícola	2.1
	Explicar a razão pela qual os vulcões são fundamentais para a vida na Terra	2.2
	Explicar os riscos que as pessoas que vivem nas proximidades de um vulcão podem correr	2.3
Tectónica de Placas	Definir o conceito de zona tectonicamente ativa	2.4

3.6.2. Teste de desempenho na resolução de problemas

Com o teste de desempenho para a Resolução de Problemas (anexo 6) pretendia-se avaliar em que medida os alunos evidenciavam diferentes competências relevantes para a Resolução de Problemas (RP). Por isso, alguns aspetos importantes mereceram especial atenção durante a construção deste instrumento. Como argumentam Zabala & Arnau (2010), conhecer o grau de desenvolvimento de uma competência, entendida como ser capaz de dar uma resposta eficiente numa determinada situação real, pode não ser uma tarefa simples. Por isso, esses autores defendem que isso pode ser efetuado à custa de situações problemáticas ligadas a contextos reais (ou de simulação da realidade), que exijam que os alunos mobilizem diversos conhecimentos e capacidades para resolverem essas situações.

No processo de construção do teste de desempenho dos alunos na RP, foram tidas em conta as sugestões de especialistas sobre as características dos problemas usados no EOABRP, designadamente no que respeita às vantagens da familiaridade do aluno com o contexto (real ou simulado) do problema e sobre possibilidade de o problema ter mais do que uma solução. A importância deste aspeto tem a ver com o facto de que quanto maior for a proximidade do problema com o quotidiano do aluno, maior será o seu interesse e motivação para o resolver.

Na elaboração deste teste seguiram-se as estruturas de instrumentos análogos, construídos por outros investigadores portugueses para outros conteúdos científicos lecionados através de ABRP presencial (Gandra, 2001) ou de *WebQuests* (Vieira, 2007) e incluíram-se situações problemáticas ligadas ao quotidiano do aluno de forma a potenciar a mobilização de diferentes competências (conceituais, procedimentais e comunicacionais), conforme é sugerido por Zabala & Arnau (2010). Assim, à semelhança do que fez Vieira (2007), decidiu-se que o teste de desempenho na RP deveria incluir dois problemas, estando um deles relacionado com os conteúdos abordados segundo o EOABRP *online* (questão 1), e outro relacionado com conteúdos diferentes mas dentro da esfera de conhecimento dos alunos (questão 2). Esta opção baseou-se no facto de se pretender não só analisar o desenvolvimento de competências de RP dos alunos, mas também a sua capacidade de as transferir para diferentes contextos, tal como fez Vieira (2007). Assim, um problema deveria exigir conteúdos conceituais estudados através de EOABRP e o outro deveria exigir conteúdos não abordados na intervenção mas ainda assim centrar-se em algo de que tivessem ouvido falar.

A primeira situação problemática convidava o aluno para fazer parte de uma equipa cuja tarefa era ajudar o governo regional dos Açores na tomada de decisão sobre a viabilidade de construção de um agregado habitacional junto ao vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial. Era solicitado aos alunos que descrevessem os procedimentos a seguir e as informações necessárias a recolher para que a sua equipa pudesse escrever um relatório que ajudasse os responsáveis governamentais a tomar a referida decisão. Neste caso, embora, que se tenha conhecimento, os alunos nunca tenham visitado os Açores, durante o EOABRP *online* seriam confrontados com informação sobre o mesmo.

No que concerne à segunda questão problemática, optou-se por colocar o aluno numa situação em que este, supostamente, pertencia a uma equipa do departamento do ambiente da cidade da Póvoa de Varzim. A equipa, ao qual o aluno hipoteticamente pertencia, tinha como desafio propor soluções aos crescentes problemas aquáticos que a cidade enfrentava. Era pedido aos alunos que

apresentassem estratégias de atuação e recursos necessários para conseguir chegar a uma proposta que apresentasse formas de remediar o problema. Como tema da segunda questão problema, escolheu-se a Poluição aquática contextualizada num local, presumivelmente, conhecido pelos alunos. A escolha daquele tema deveu-se ao facto de este ser abordado no 5º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências da Natureza, pelo qual se assumiu que os alunos pertencentes à amostra possuíam alguns conhecimentos relacionados com ele. Já no que concerne à escolha do local a que a situação problemática estava associada, Póvoa de Varzim, a opção deveu-se ao facto de esta cidade ser uma zona balnear conhecida como local de férias pela população da região em que habitavam os alunos envolvidos neste estudo, presumindo-se, por isso, que lhes fosse familiar.

As duas situações problemáticas propostas colocavam exigências finais diferentes aos alunos. No primeiro caso, pretendia-se que os alunos identificassem os procedimentos necessários para a elaboração de uma proposta que permitisse solucionar o problema em causa: decidir sobre a construção ou não. No segundo caso, o objetivo era que os alunos reconhecessem os passos necessários não só para identificarem as causas do problema ambiental apresentado mas também para o resolverem.

A validação deste teste foi realizada por três especialistas em educação em Ciências, com prática no EOABRP, que sugeriram pequenas alterações da linguagem utilizada no texto das situações problemáticas. Depois de introduzidas essas alterações a nova versão foi aplicada a um grupo de oito jovens, com características semelhantes às da amostra, com o objetivo de se verificar se o teste construído estava, ou não, ajustado às características dos respondentes. Neste processo, verificou-se que grande parte dos alunos, após a leitura das situações problemáticas, demonstravam não perceber o que era para fazer e pediam ajuda. No entanto, facilmente ultrapassavam quando lhes era pedido para voltarem a ler o último parágrafo de cada uma das questões. Assim, na versão final deste instrumento, alterou-se a formatação desse parágrafo, colocando-o em **negrito**, para que este fosse salientado. A versão final do teste de desempenho na RP encontra-se no anexo 6 e o quadro 9 contém a apresentação das suas especificações, pois da primeira para a última versão não houve alteração de conhecimentos do mesmo.

Quadro 9 - Estrutura geral do teste de desempenho na resolução de problemas

Dimensões	Objetivos específicos	Questão
C1 - Identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada	Averiguar se os alunos compreendem a situação problemática apresentada	1; 2
C2 - Prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	Indagar se os alunos identificam fatores relevantes para a determinação das causas da situação problemática apresentada	1;2
	Averiguar se os alunos consideram o peso relativo dos fatores relevantes para a resolução da situação problemática	1; 2
C3 - Planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	Indagar se os alunos definem e planificam tarefas conducentes à resolução do problema	1; 2
C4 - Prevê/identifica fontes de pesquisa	Averiguar se os alunos prevêem e/ou identificam fontes de pesquisa necessários	1; 2
C5 - Planifica estratégias de resolução	Indagar se os alunos planificam as estratégias de resolução	1; 2
C6 - Pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	Averiguar se os alunos consideram a necessidade de formação de equipas de trabalho	1; 2
	Indagar se os alunos consideram a necessidade de serem discutidas opiniões, em equipa	1; 2
C7 - Conclui e finaliza raciocínios	Averiguar se os alunos são capazes de avaliar criticamente diversas soluções para o problema	1;2
	Averiguar se os alunos são capazes de apresentar uma resposta à situação problemática	1; 2
	Indagar se os alunos são capazes de comentar criticamente a resposta dada, pelos mesmos, à situação problemática	1; 2
C8 - Efetua juízos críticos/valorativos	Averiguar se os alunos são capazes de efetuar juízos críticos	1;2
	Indagar se os alunos são capazes de efetuar juízos valorativos sobre a solução ou sobre a situação problemática	1;2

3.6.3. Questionário de opinião

Na elaboração do questionário de opinião dos alunos utilizado neste estudo teve-se em conta o objetivo de recolher dados que permitissem aferir o que os alunos pensam sobre o contributo do EOABRP *online* e sobre a utilização de ferramentas de comunicação *online* para o desenvolvimento de diferentes competências (conceituais, procedimentais, comunicacionais e atitudinais). Assim, como suporte para a elaboração deste instrumento, utilizaram-se dois questionários de opinião utilizados anteriormente em dois estudos distintos (Leite, Dourado & Esteves, 2010; Vieira, 2007) e que

envolveram alunos a frequentar o ensino básico em escolas portuguesas. Esses dois instrumentos passaram anteriormente por processos de validação por especialistas e foram aplicados em situações de investigação no âmbito do EOABRP, respetivamente em situações face a face e em situações apoiadas pela *Internet* (mais propriamente, *WebQuests*), revelando serem eficazes na obtenção de dados relativos às opiniões dos alunos sobre a sua experiência com a referida metodologia. Por essa razão, considerou-se que constituíam um bom suporte para a elaboração do questionário utilizado neste estudo.

O questionário de opinião dos alunos construído no âmbito desta dissertação foi dividido em quatro partes. A primeira parte, relacionada com as opiniões dos alunos face aos contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de diferentes competências, é constituída por dezassete itens escalares, dezasseis dos quais foram extraídos do estudo realizado por Leite, Dourado & Esteves (2010). Cada item oferece como opções de resposta cinco graus de uma escala do tipo Likert, direcional, que vai de 1- Nada a 5- Muito. As restantes partes dizem respeito às opiniões dos alunos relativamente ao contributo do *Chat* (segunda parte), do fórum de discussão (terceira parte) e da apresentação oral dos trabalhos finais (quarta parte) para o desenvolvimento de diferentes competências, e foram elaborados com base no instrumento utilizado por Vieira (2007). Assim, a segunda parte é constituída por seis itens escalares, a serem respondidos com base na mesma escala de tipo Likert utilizada na primeira parte. A terceira parte é constituída por uma questão de escolha múltipla e seis itens escalares a serem respondidos com base na mesma escala tipo Likert, direcional, referida anteriormente. Por fim, a quarta parte é constituída por nove itens escalares, sendo cinco deles relacionados com as opiniões dos alunos sobre os possíveis contributos da apresentação do seu grupo para o desenvolvimento de diferentes competências e os restantes quatro itens relativos ao contributo da apresentação efetuada pelos colegas para o desenvolvimento de diferentes competências. Também nos itens desta quarta parte é usada a mesma escala de tipo Likert mencionada anteriormente.

O quadro 10 apresenta as dimensões do questionário, os objetivos específicos a alcançar com cada uma delas e o número das respetivas questões do questionário de opinião.

A validação deste instrumento foi levada a cabo por dois especialistas da área em que se centra o trabalho, tendo sido sugeridas pequenas alterações no tipo de discurso e linguagem utilizados na segunda, terceira e quarta partes do questionário, tendo as mesmas sido introduzidas na versão final deste instrumento, que se encontra em anexo (anexo 7). A primeira parte do questionário considerou-

se que estava já validada e que havia sido averiguada a sua adequação aos respondentes, uma vez que foi anteriormente utilizada em investigações que envolveram alunos do mesmo ciclo de ensino.

Quadro 10 - Estrutura geral do questionário de opinião

Dimensões	Objetivos específicos	Questões
	Averiguar a opinião dos alunos sobre:	
Metodologia de Ensino e de Aprendizagem	os contributos do EOABRP <i>online</i> para desenvolvimento de competências de resolução de problemas	1; 4; 5; 10; 11
	os contributos do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal	2; 6; 8; 9;17
	os contributos do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de comunicação	3; 7
	os contributos do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento da motivação para as aprendizagens	12; 14; 16
	os contributos do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências concetuais	13; 15
Ferramenta de comunicação <i>online</i> síncrona (<i>Chat</i>)	os contributos do <i>Chat online</i> para o desenvolvimento de competências concetuais	18; 19
	os contributos <i>Chat online</i> para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas	20; 21
	os contributos do <i>Chat online</i> para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal	22; 23
Ferramenta de comunicação <i>online</i> assíncrona (Fórum de discussão <i>online</i>)	a utilidade dada pelo seu grupo de trabalho ao Fórum de discussão <i>online</i>	24
	os contributos do Fórum de discussão <i>online</i> para o desenvolvimento de competências concetuais	25
	os contributos Fórum de discussão <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas	26; 27
	o seu interesse pelo Fórum de discussão <i>online</i>	28
	os contributos do Fórum de discussão <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal	29
Apresentação dos trabalhos finais	os contributos da apresentação do trabalho final do seu grupo para o desenvolvimento da responsabilidade	30.a; 30.c
	os contributos da apresentação do trabalho final do seu grupo para o desenvolvimento de competências de comunicação	30.b;30.d; 30.e
	os contributos da apresentação dos trabalhos finais dos outros grupos para o desenvolvimento de competências concetuais	31.a
	os contributos da apresentação dos trabalhos finais dos outros grupos para o desenvolvimento da capacidade de autoavaliação	31.b
	os contributos da apresentação dos trabalhos finais dos outros grupos para o desenvolvimento de competências de comunicação	31.c; 31.d

Após esse processo de validação, o questionário foi adaptado para versão informática na tentativa de limitar alguns dos constrangimentos deste tipo de instrumento, apontados por alguns especialistas (Tuckman, 2002; Bell, 2004), nomeadamente os que estão associados às despesas de

impressão. Assim, optou-se pela sua aplicação através da *Internet*, evitando-se despesas com impressão, estando a professora de Ciências Naturais das turmas e a investigadora deste estudo presentes no momento da aplicação, o que garantia a resposta individual, pelo próprio aluno. Para além disso, também se considerou que o questionário de opinião em formato digital podia estimular o seu preenchimento. Para tal, foi utilizada a ferramenta de construção de questionário disponível no serviço de disco digital *GoogleDrive*. A opção por esta ferramenta deveu-se ao facto de ser gratuita, de fácil utilização, e de a autora desta dissertação ter anterior experiência de utilização dessa ferramenta. A figura 5 apresenta a estética do questionário no seu formato digital *GoogleDrive*.

The image shows a digital questionnaire interface. At the top, the title reads "QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE AS AULAS DE CIÊNCIAS NATURAIS DURANTE A UNIDADE 'DINÂMICA DA TERRA'". Below the title, there is a short introductory text in Portuguese. The form is divided into sections: "Informação pessoal" with fields for "Nome:" and "Idade:", and a section for "Frequência de 1º ano pelo:" with radio button options for "1º", "2º", and "3º". A section titled "PARTE I: APRENDER E TRABALHAR" contains a paragraph of text and a question: "1. Aprender e argumentar é o melhor argumento de estudo fundamental?". Below this question are radio button options: "4- Muito", "3- Muito", "2- Muito", "1- Muito", and "0- Nada". The interface has a light purple sidebar on the left.

Figura 5: Questionário de opinião em formato digital

3.7. Recolha de dados

No processo de recolha de dados, foram tidos em atenção alguns cuidados, de forma a evitar situações que afetassem a validade e fidelidade dos dados recolhidos. Para tal, tomamos em consideração que, conforme argumentam Cohen, Manion & Morrison (2008), certos fatores podem influenciar a validade dos dados, designadamente: o ambiente do local onde se está a recolher os dados; a formalidade dada à situação de aplicação dos instrumentos de recolha de dados; as respostas dadas à sorte pelos alunos; os nervos de quem está a ser testado ou questionado; a forma como o teste ou questionário é aplicado; o grau de abertura das questões; e a motivação e o interesse dos respondentes.

Com o intuito de minimizar essas influências, na medida em que foi proporcionado um ambiente de sala aula tranquilo, estabelecendo-se um diálogo com os alunos, de modo a estimular a sua motivação para responder. Foi-lhes falado da importância de se empenharem na realização destas tarefas, pois os dados recolhidos iriam permitir perceber quais as competências que cada um desenvolveu, sem, contudo, isso ter qualquer 'peso' na sua classificação final na disciplina de Ciências Naturais. Foi também solicitado aos alunos que não deixassem respostas em branco e que não respondessem à sorte. Esta conversa foi tida com os alunos antes da aplicação de cada um dos testes e questionários, tanto na fase de pré-testagem como na fase de pós-testagem. Todos os instrumentos foram aplicados da mesma forma, em ambas turmas, sendo respondidos individualmente tendo como tempo limite a duração da aula em que foram aplicados e estando presente a autora desta dissertação e a professora de Ciências Naturais.

A recolha de dados através dos instrumentos descritos anteriormente (3.6) foi efetuada de acordo com uma calendarização pré-definida, que se apresenta no quadro 11.

Quadro 11 - Calendarização da recolha de dados

Recolha de dados através de	Momento de aplicação	Turma	Data
Pré-teste de conhecimentos	Antes da Intervenção	X	30/01/13
		Y	31/01/13
Pré-teste de desempenho na resolução de problemas	Antes da Intervenção	X	04/02/13
		Y	05/02/13
Pós-teste de conhecimentos	Após a Intervenção	X	03/04/13
		Y	04/04/13
Pós-teste de desempenho na resolução de problemas	Após a Intervenção	X	08/04/13
		Y	09/04/13
Questionário de opinião	Após a Intervenção	X	08/04/13
		Y	09/04/13

Em ambas as turmas, os testes foram aplicados em formato de papel e caneta, durante uma aula de Ciências Naturais com duração de 45 minutos. Já o questionário foi disponibilizado via plataforma *Moodle*, no formato digital *GoogleDrive*, sendo o seu preenchimento realizado *online*, durante uma aula de Ciências Naturais com duração de 45 minutos. Esta diferença de formato deveu-se, essencialmente, ao facto de não nos parecer fiável que os alunos respondessem aos testes de avaliação de conhecimentos e de desempenho na resolução de problemas em formato digital, pois, uma vez que os computadores estavam ligados em rede e com acesso à *Internet*, os alunos poderiam consultar informação sem que isso fosse percebido pela investigadora ou pela professora titular da

turma, colocando, assim, em risco a validade dos resultados. Acresce que, o questionário de opinião era ligeiramente longo (quatro partes, com um total de 37 itens) e, uma vez que, no momento de preenchimento do mesmo, já os alunos tinham sido solicitados a responder a quatro testes de 'papel e lápis' (dois pré-testes e dois pós-testes), para evitar a monotonia do preenchimento em papel, optámos pelo formato digital, com o objetivo de estimular o seu preenchimento.

3.8. Tratamento e análise de dados

Tendo em mente os objetivos definidos para este estudo, o tratamento dos dados foi realizado de forma a permitir a análise comparativa da evolução dos alunos das duas turmas, tanto a nível concetual no tema em questão, como da capacidade de resolução de problemas. Também foram comparadas as opiniões dos alunos das duas turmas face ao EOABRP *online*.

Para cada instrumento de recolha de dados utilizado procedeu-se a uma análise específica, conforme se pode verificar pela descrição exposta nos subcapítulos que se seguem.

3.8.1. Teste de conhecimentos

Relativamente aos dados recolhidos através do teste de conhecimentos, foi tido em conta o que é sugerido por diferentes especialistas em educação (ex.: Ghiglione & Malaton, 2001; Tuckman, 2002; McMillan & Schumacher, 2010) sobre a importância de se criarem categorias de análise de resposta, pois, segundo os mesmos, facilita o tratamento e a respetiva análise de dados recolhidos. Assim, consultaram-se estudos similares (ex.: Afonso, 1999; Gandra, 2001; Vieira, 2007; Carvalho, 2009b) e, uma vez que, também, nos pareceu relevante perceber se as respostas dos alunos evidenciavam, ou não, conceções alternativas, então optamos pelas categorias de respostas utilizadas por Afonso (1999), que são as seguintes: Resposta Correta (RC); Resposta Incompleta (RI); Resposta Evidenciando Conceções Alternativas (RCA); Não Responde (NR).

De seguida foram definidas as respostas corretas (RC) para cada pergunta, a partir de fontes consideradas fidedignas (Perfit & Davidson, 1999; Shearer, 1999; Stein, & Wysession, 2003; Schmincke, 2004; Carvalho, 2011), que se encontram em anexo (anexo 8). Note-se que, as respostas incluídas na categoria RC, para além de conterem as ideias cientificamente aceites sobre a questão em causa, têm por base os descritores dos objetivos de aprendizagem estabelecidos no documento

MAEBCN (MEC, 2013) e a profundidade de abordagem dos conteúdos considerada nos manuais escolares relativos ao 7º ano de escolaridade.

As respostas a serem classificadas na categoria de RI, incluem apenas algumas das ideias necessárias para as respostas cientificamente aceites, mas não contêm aspectos cientificamente não aceites. Se a resposta contiver aspectos cientificamente aceites e simultaneamente não aceites, então não será incluída nesta categoria, mas sim na categoria RCA. Esta categoria (RCA) inclui todas as respostas que, sendo compreensíveis, ou não contêm aspetos cientificamente aceites ou contêm, em simultâneo, aspetos cientificamente aceites e não aceites. No caso de respostas em branco, respostas ininteligíveis, ou cujo conteúdo não evidencie conceções, corretas ou alternativas, serão classificadas na categoria NR.

No caso das questões em que o aluno primeiro deveria selecionar uma opção, antes de explicar ou fundamentar essa opção (questões 1.1, 1.2, 1.4 e 2.1), as respostas são apresentadas de acordo com as respetivas opções de resposta, a saber: Tem Razão (questões 1.1, 1.4 e 2.1); Não Tem Razão (questões 1.1, 1.4 e 2.1); Tem Relação (questão 1.2); Não tem Relação (questão 1.2); Tenho Dúvidas (questões 1.1, 1.2, 1.4 e 2.1).

Serão também analisadas as respostas obtidas, no pré e no pós-teste, classificadas como RCA com o objetivo de identificar as conceções alternativas que lhe estão subjacentes. Estas serão identificadas e depois serão registadas as suas frequências.

Os dados obtidos com o pré e o pós-teste de conhecimentos são apresentados em tabelas, no subcapítulo 4.2. A título ilustrativo da análise efetuada, durante a apresentação dos dados, são efetuadas citações de algumas respostas (ou de parte delas) dos alunos. Essas transcrições são acompanhadas pela identificação do autor (aluno) da respetiva resposta, através de uma letra (X ou Y), associada à turma a que pertence, e por um número de ordem que foi atribuído a cada aluno. No caso de a transcrição dizer respeito a uma resposta obtida no pré-teste é acrescentada à identificação da resposta a letra A (antes da Intervenção); se disser respeito a uma resposta obtida no pós-teste é acrescentada à identificação da resposta a letra D (depois da Intervenção). Nos casos em que se evidencia pouca diversidade de respostas, ou que se considera ser o suficiente para a compreensão do leitor, apenas são transcritas duas respostas (inteiras ou excertos), nos restantes casos, sempre que existam, são transcritas quatro respostas (inteiras ou excertos).

3.8.2. Teste de desempenho na resolução de problemas

Tendo em conta a necessidade de obter evidências de competências de resolução de problemas nas respostas dadas pelos alunos ao teste de desempenho na resolução de problemas, a análise das respostas foi feita tendo em conta as competências referidas por alguns autores (Boud & Feletti, 1997; Jonassen, 2010) e as estudadas por investigadores portugueses (Gandra; 2001; Vieira, 2007; Silva, Leite & Pereira, 2013). Optámos por adotar o conjunto de competências utilizado por Gandra (2001), por Vieira (2007) e por Silva, Leite & Pereira (2013), pois são compatíveis com o objetivo traçado para este estudo. Essas competências são as seguintes: C1 - compreensão da situação problemática, o aluno identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada; C2 - identificação e avaliação de fatores relevantes, o aluno prevê/identifica fatores relevantes para a resolução do problema e avalia o peso relativo dos mesmos; C3 - planificação de tarefas, o aluno planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema; C4 - identificação de fontes de pesquisa, o aluno prevê/identifica fontes de pesquisa; C5 - planificação das estratégias de resolução de problemas, o aluno planifica estratégias de resolução de problemas; C6 – ponderação sobre o trabalho cooperativo, o aluno pondera a necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões; C7 – conclusão de raciocínios, o aluno conclui e finaliza raciocínios; C8 – realização de juízos, o aluno efetua juízos críticos/valorativos. Para cada uma dessas competências serão registadas a presença total, a presença parcial ou a ausência dessa competência, tal como fizeram Silva, Leite & Pereira (2013). Os aspetos a considerar na análise das respostas dadas pelos alunos às duas questões do teste de desempenho na resolução de problemas encontram-se no anexo 9.

Serão, também, efetuadas comparações entre as respostas obtidas no pré-teste e no pós-teste, a fim de analisar a possível evolução dos alunos nas diversas competências consideradas. Assim, sempre que a resposta do aluno, no pré-teste, não evidencia uma determinada competência, e, posteriormente, no pós-teste, essa competência já é observada na resposta desse aluno, então considera-se que o aluno evolui nessa competência. Da mesma forma se considera que o aluno evolui se, do pré para o pós-teste, o aluno passa de uma resposta em que essa competência só está parcialmente presente para uma resposta evidenciando essa competência na totalidade. Se, pelo invés, o aluno evidenciou esse aspeto no pré-teste e no pós-teste já não o faz, ou se de uma resposta ao pré-teste que evidencia totalmente essa competência o aluno passa a dar uma resposta que evidencia parcialmente essa competência, então consideramos que o aluno regrediu. Se tanto no pré-teste como

no pós-teste o aluno ou não revela uma determinada competência, ou se apresenta respostas em ambos os testes que evidenciam ou totalmente ou parcialmente essa competência, então consideramos que o aluno mantém, ou seja se se mantém numa dada categoria relativa a uma dada competência.

Da mesma forma que se descreveu no caso do teste de conhecimentos, os dados resultantes da análise das respostas dos alunos no pré e no pós-teste de desempenho na resolução de problemas são apresentados em tabelas, no subcapítulo 4.3. Ai são também apresentadas transcrições de respostas (inteiras ou parte delas) dadas pelos alunos, de modo a ilustrar a nossa interpretação, podendo estas ser duas ou mais transcrições, conforme exista maior ou menor diversidade de tipos de resposta. Essas transcrições estão acompanhadas da identificação do aluno e da respetiva turma, tal como descrito no subsubcapítulo 3.8.1.

3.8.3. Questionário de opinião dos alunos

O tratamento dos dados recolhidos através do questionário de opinião é feito por partes, de acordo com a estrutura geral do mesmo (quatro partes), sendo os dados apresentados em tabelas, no subcapítulo 4.4.

Na primeira parte do questionário, relacionada com a opinião dos alunos sobre os contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de diferentes competências (desenvolvimento de competências conceituais, de competências de resolução de problemas, de competências de comunicação, de competências de relacionamento interpessoal, e da motivação para as aprendizagens), os dados serão tratados e analisados atendendo às dimensões em torno das quais os itens se agrupam. Assim, para cada um dos itens de uma dimensão são contabilizadas e agrupadas as respostas correspondentes a escolhas de cada um dos graus da escala (Muito, Bastante, Moderadamente, Pouco ou Nada satisfatórias), calculando-se a frequência para cada grau e categoria. Para as outras três partes do questionário, com a exceção do item 24 (3ª parte do questionário), foi efetuado um tratamento de dados semelhante ao adotado na primeira parte, mas os dados relativos a cada uma das partes são apresentados numa tabela. Em relação ao item 18, os dados com ele obtidos serão apresentados numa tabela independente.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos através dos instrumentos de recolha de dados descritos no capítulo anterior (capítulo III), com o objetivo de verificar os possíveis contributos da metodologia de ensino utilizada (EOABRP *online*) para o desenvolvimento de diferentes competências nos alunos.

Por uma questão de organização dos resultados, optou-se por dividir este capítulo em diferentes subcapítulos, apresentado separadamente os resultados obtidos através de cada um dos instrumentos de recolha de dados utilizados (descritos no subcapítulo 3.6).

Assim, em 4.2, apresenta-se a análise da evolução concetual dos alunos em assuntos do âmbito do tema Dinâmica interna da Terra, comparando-se as respostas dadas pelos alunos no teste de conhecimentos, aplicado antes e após o ensino do referido tema. Em 4.3 apresenta-se a análise da evolução do desempenho dos alunos na resolução de problemas, comparando-se as respostas dadas pelos mesmos alunos no teste de desempenho na resolução de problemas, aplicado antes e após o ensino do tema em causa. Por fim, apresenta-se a análise das opiniões dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP *online* (4.4), manifestadas pelos mesmos no questionário de opinião utilizado.

4.2. Análise da evolução conceptual dos alunos sobre a temática Dinâmica interna da Terra

Neste subcapítulo apresentam-se e discutem-se os dados recolhidos através do teste de conhecimentos (anexo 5) utilizado antes (pré-teste) e após (pós-teste) a implementação do ensino do tema Dinâmica interna da Terra orientado para a ABRP *online*. Conforme referimos anteriormente (subsubcapítulo 3.6.2), o objetivo da aplicação deste teste antes e após o ensino foi o de recolher dados que permitissem avaliar a evolução dos conhecimentos concetuais dos alunos em assuntos do âmbito do referido tema, na sequência do tipo de ensino utilizado. Os resultados são organizados em diferentes subsubcapítulos, de acordo com os assuntos tratados no teste. São eles: concepções dos alunos sobre sismos e *tsunamis* (4.2.1); concepções dos alunos sobre a relação entre magnitude de um

sismo e o nível de destruição do mesmo (4.2.2); opiniões dos alunos sobre a razão de a zona do Pacífico ser de elevado risco sísmico (4.2.3); opiniões dos alunos sobre existência de riscos, para os seres humanos, inerentes à atividade sísmica (4.2.4); opiniões dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola (4.2.5); opiniões dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra (4.2.6); opiniões dos alunos sobre os riscos de viver perto de um vulcão (4.2.7); opiniões dos alunos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa (4.2.8).

4.2.1. Concepções dos alunos sobre sismos e tsunamis

Na pergunta 1.1 questionava-se os alunos sobre se, na opinião deles, sismos e *tsunamis* são, ou não, a mesma coisa. De seguida era-lhes pedida a justificação dessa opinião.

Constata-se que a maior parte dos alunos, de ambas as turmas (TX: 91,6%; TY: 84,2%), afirmou, e bem, no pré-teste, que sismos e *tsunamis* são coisas diferentes (tabela 1). Esta opinião foi manifestada no pós-teste, por todos os alunos (100%) de ambas as turmas (tabela 1), deixando, portanto, de haver alunos que manifestam ter dúvidas ou que consideram que os dois termos se referem ao mesmo fenómeno.

Tabela 1 – Opiniões dos alunos sobre a eventual relação entre sismos e *tsunamis* (%)

(N=43)

Opinião	Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
São a mesma coisa	4,2	0,0	-4,2	10,5	0,0	-10,5
Não são a mesma coisa	91,6	100,0	8,4	84,2	100,0	15,8
Tenho dúvidas	4,2	0,0	-4,2	5,3	0,0	-5,3

Apesar do grande número de respostas que evidenciaram que os alunos tinham ideia que sismos e *tsunamis* são dois fenómenos diferentes, nas justificações que os alunos deram, sobre a relação que pensavam existir entre os dois fenómenos, não se encontraram respostas que definissem de forma completa e cientificamente correta, os dois fenómenos (tabela 2), ou seja respostas que fossem compatíveis com critérios de correção do teste de conhecimentos exigidos para que a resposta fosse considerada correta (anexo 8). Este facto pode significar que nenhum dos alunos conseguiu desenvolver, na totalidade, conhecimentos que lhe permitissem compreender e explicar a relação entre estes dois fenómenos naturais.

Tabela 2 - Concepções dos alunos sobre a relação entre sismos e *tsunamis* (%)

(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Caraterísticas de cada um dos fenómenos	41,7	25,0	-16,7	31,5	21,0	-10,5
	Caraterísticas dos fenómenos + origem dos fenómenos	8,3	0,0	-8,3	0,0	15,8	15,8
	Caraterísticas dos fenómenos + consequências dos fenómenos	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Caraterísticas dos fenómenos + origem dos fenómenos	0,0	4,2	4,2	0,0	5,3	5,3
	Origem de um dos fenómenos	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Caraterística (uma) de um dos fenómenos	0,0	4,1	4,1	0,0	5,3	5,3
Resposta evidenciando concepções alternativas		45,8	62,5	16,7	63,2	52,6	-10,6
Não responde		0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	-5,3

No entanto, uma percentagem considerável de alunos explicou, embora de forma incompleta, a relação entre sismos e *tsunamis*, tanto no pré (TX: 54,2%; TY: 31,5%) como no pós-teste (TX: 37,5%; TY: 47,4%), na medida em que focaram diversas combinações dos elementos considerados necessários para uma resposta completa à questão em causa. Na maioria das respostas incompletas, a subcategoria mais frequente é a aquela que corresponde ao caso em que apenas são diferenciados os dois fenómenos, por descrição das caraterísticas de cada um deles (tabela 2). Os seguintes exemplos de resposta ilustram as justificações dos alunos no pré- teste (A) e no pós-teste (D) incluídas nesta subcategoria de resposta incompleta:

- “Eu acho que sismo não é igual a *tsunami*, porque sismo é quando todo começa a abanar e *tsunami* é uma onda gigante” (TX14A);
- “Pois o sismo é um tremor de terra e o *tsunami* é uma onda gigante” (TY3A);
- “Na minha opinião não são a mesma coisa porque um sismo é um tremor de terra e *tsunamis* são ondas gigantes que apoderam-se sobre a terra” (TX10D);
- “Sismo e *tsunami* não são a mesma coisa porque um sismo são tremores de terra onde pode haver destruição e um *tsunami* são ondas gigantes que invadem a superfície terrestre.” (TY16D).

Constata-se, também, que várias justificações dadas pelos alunos, das duas turmas, no pré-teste (TX: 45,8%; TY: 63,2%), evidenciavam concepções alternativas (tabela 2). Contudo, apesar de uma elevada percentagem de justificações dadas no pós-teste ainda evidenciar concepções alternativas (TX: 62,5%; TY: 52,6%), os alunos da turma Y, contrariamente ao que aconteceu na turma X, revelaram

uma diminuição (-10,6%) desse tipo de concepções (tabela 2).

Desta forma, parece que os alunos da turma Y revelaram ter desenvolvido mais conhecimentos conceituais sobre estes dois fenómenos, pois, para além do decréscimo (-10,6%) nas respostas com concepções alternativas, verificou-se um aumento global (15,9%) de respostas consideradas incompletas, do pré para o pós-teste (tabela 2). Já na turma X, pelo contrário, verificou-se um aumento (16,7%) de respostas evidenciando concepções alternativas, do pré para o pós-teste, e igual diminuição (-16,7%) de respostas incompletas, também do pré para o pós-teste (tabela 2). É de salientar que nenhuma das justificações sobre a diferença entre sismo e *tsunami* dadas pelos alunos de ambas as turmas, tanto no pré como no pós-teste, revelou dois dos elementos considerados necessários para a resposta ser completa e correta. Esses elementos são: um sismo pode ocorrer devido a alterações bruscas na tensão da Terra; e um *tsunami* poder ocorrer após explosões causadas pela erupção de vulcões subaquáticos.

As respostas dadas pelos alunos classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subjacente uma diversidade de concepções alternativas (tabela 3), relacionadas com diversos aspetos, incluindo “o que é”, “o que causa” e “onde ocorre” um sismo ou um *tsunami*. Algumas dessas concepções alternativas só surgiram numa das turmas, no pré-teste (TX: E, P; TY: G, J, N); outras surgiram em uma das turmas, no pré-teste e no pós-teste (TX: A, I, O; TY: H, M); umas desapareceram no pós-teste (TX: D, E, F, P; TY: D, G, J, N, O) e outras só aparecem no pós-teste (TX: C, H, M, Q; TY: A, B, F, L).

Verifica-se, também, que, na turma X, vários alunos (pré-teste: 5; pós-teste: 7) referiam, de algum modo, que os sismos não ocorrem em meios aquáticos (tabela 3), sendo esta a concepção alternativa (concepção alternativa O) que prevalece sobre as outras, nesta turma. O mesmo não acontece na turma Y, pois essa concepção alternativa apenas foi observada em duas das justificações dadas pelos alunos da turma Y, no pré-teste, e não foi observada em qualquer explicação dada pelos alunos desta turma, no pós-teste (tabela 3). Aliás, a concepção alternativa que prevalece sobre as outras na turma Y está relacionada com a associação da origem de um dos fenómenos ao momento de movimentação de placas tectónicas (concepção alternativa M), tanto no pré (3) como no pós-teste (4). O mesmo só se revelou em duas das justificações dadas pelos alunos da turma X, no pós-teste (tabela 3).

Tabela 3 – Concepções alternativas dos alunos sobre a relação entre sismos e *tsunamis* (f)

Concepções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n =11)	Pós (n =15)	Pré (n =12)	Pós (n =10)
O que é	A - Sismo é um tremor de terra que abre fendas no solo	1	1	0	1
	B - Sismo é um aluimento de terra	0	0	0	1
	C - Sismo é um tornado e um <i>tsunami</i> ao mesmo tempo	0	1	0	0
	D - Sismos são ondas grandes, não gigantes	1	0	1	0
	E - Um <i>tsunami</i> são sismos aquáticos	1	0	0	0
	F - Um <i>tsunami</i> é quando mar invade a terra	1	0	0	1
O que causa	G - Sismo é uma consequência do aumento da temperatura das placas tectónicas	0	0	1	0
	H - <i>Tsunamis</i> ocorre após sismo	0	2	3	2
	I - <i>Tsunamis</i> provocam ondas gigantes	1	1	0	0
	J - Ondas tectónicas provocam <i>tsunamis</i>	0	0	1	0
	L - Estrondo origina <i>tsunamis</i>	0	0	0	1
	M - Os sismos e os <i>tsunamis</i> ocorrem quando as placas tectónicas se movimentam	0	2	3	4
Onde ocorre	N - Sismos e <i>tsunamis</i> são iguais porque o epicentro do tsunami é onde ocorreu o sismo	0	0	1	0
	O - Sismo não ocorre em meio aquático	5	7	2	0
	P - Sismos e <i>tsunamis</i> são iguais porque ocorrem na água	1	0	0	0
	Q - O abalo do sismo vem do centro da terra	0	1	0	0

Para que melhor se compreenda as várias concepções alternativas que, após análise, nos pareceu estarem subjacentes às respostas dadas pelos alunos, no pré-teste (A) ou no pós-teste (D), apresenta-se o quadro 12 com exemplos de resposta (inteiras ou excertos delas) que ilustram os tipos de concepções alternativas que prevaleceram nas duas turmas.

As concepções alternativas identificadas neste estudo são também relatadas por Francek (2013) na sua revisão de estudos relacionados com concepções sobre a destruição provocada por fenómenos naturais, como os sismos ou *tsunamis*, com as características da estrutura interna da Terra, e com a relação entre *tsunami* e sismo. Estas concepções alternativas também são relatadas no estudo realizado por Morgado (1998) que envolveu alunos do 3º ciclo de escolaridade na aprendizagem de conceitos

relacionados com sismos. Nesse estudo, similarmente ao que aconteceu no estudo por nós realizado, alguns dos alunos parecerem acreditar que um sismo ocorre quando as placas tectónicas se movimentam, o que pode estar relacionado com o facto de esses alunos não compreenderem que as placas tectónicas estão em constante movimentação. Aquela ideia dos alunos pode ainda estar relacionada com a dificuldade sentida pelos mesmos em visualizar as estruturas geológicas, o que, consequentemente, dificulta a compreensão dos processos relacionados com a dinâmica interna da Terra. De acordo com alguns autores (ex: Brilha, 2004; King, 2008), esta é uma dificuldade que pode constituir um entrave à aprendizagem de assuntos relacionados com a Geologia

Quadro 12 – Exemplos de respostas que evidenciam concepções alternativas dos alunos sobre as diferenças entre sismos e *tsunamis*

CA's	Exemplos de respostas dos alunos
H	“Não porque um <i>tsunami</i> é apenas a consequência do sismo.” (TY9A) “Após um sismo, que é um tremor de terra geralmente acontece um <i>tsunami</i> que são grandes ondas, ondas gigantes que destroem tudo, tem uma grande pressão” (TX7D)
M	“O sismo é quando as placas se separam e um <i>tsunami</i> é uma onda gigante” (TY13A) “[...] um <i>tsunami</i> é uma consequência de placas tectónicas que se deslocam numa zona marítima e que assim provocam grandes ondas que se deslocam a grande velocidade [...]” (TX2D)
O	“O sismo acontece em terra e o <i>tsunami</i> acontece no mar” (TY7A) “Sismo é um tremor de terra (acontece na terra) enquanto o <i>tsunami</i> é uma onda gigante (acontece nos oceanos) a única coisa em comum é que podem destruir o sítio onde atuam.” (TX6D)

4.2.2. Opiniões dos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e o nível de destruição

Na segunda questão (1.2) solicitava-se a opinião dos alunos sobre se, em sua opinião, existe, ou não, relação entre magnitude de um sismo e o nível de destruição provocado pelo mesmo. De seguida, pedia-se que explicassem a sua opinião.

Verifica-se que, grande parte dos alunos, tanto no pré (TX: 87,5%; TY: 78,9%) como no pós-teste (TX: 83,3%; TY: 84,2%), é de opinião, e bem, que existe uma relação entre magnitude de um sismo e o nível de destruição provocado pelo mesmo (tabela 4). No entanto, constata-se que alguns alunos da turma X (8,4%) afirmam ter dúvidas, tanto no pré como no pós-teste (tabela 4). Esses alunos são diferentes nos dois momentos. Na turma Y apenas um aluno (5,3%) afirma ter dúvidas no pré-teste (tabela 4). Constata-se, também, que alguns alunos, de ambas as turmas, afirmam no pré (TX: 4,2%;

TY: 15,8%) e no pós-teste (TX: 8,3%; TY: 15,8%) que a magnitude de um sismo não tem relação com a destruição (tabela 4), sendo que apenas um aluno (5,3%) da turma Y reafirma pela segunda vez o mesmo.

Tabela 4 – Opiniões dos alunos sobre a relação entre a magnitude de um sismo e o nível de destruição do mesmo (%) (N=43)

Opinião	Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Tem relação	87,5	83,3	-4,2	78,9	84,2	5,3
Não tem relação	4,2	8,3	4,1	15,8	15,8	0,0
Tenho dúvidas	8,4	8,4	0,0	5,3	0,0	-5,3

Apesar de se constatar um elevado número de respostas em que os alunos afirmam que a magnitude de um sismo tem relação com a destruição causada pelo mesmo, verifica-se que, tanto no pré como no pós-teste, nenhum aluno apresentou uma resposta que fundamentasse essa sua ideia de forma cientificamente correta (tabela 5), isto é, não se encontraram respostas que fossem compatíveis com os critérios de correção do teste de conhecimentos exigidos para que a resposta fosse considerada correta (anexo 8). Este resultado parece indicar que nenhum aluno desenvolveu, na totalidade, conhecimentos conceituais que lhe permitissem explicar o que é a magnitude de um sismo nem qual a sua relação com a destruição que ele causa.

Constata-se que muitos alunos das duas turmas apresentam respostas incompletas (tabela 5), tanto no pré-teste (TX: 62,5%; TY: 42,6%) como no pós-teste (TX: 50%; TY: 68,5%). Maioritariamente dessas respostas consideradas incompletas, nas duas turmas, em ambos os testes (pré e pós), os alunos apenas referem a existência de relação direta entre a magnitude do sismo e o nível de destruição, não explicando a razão dessa relação. Os seguintes exemplos de resposta ilustram as fundamentações dos alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D) incluídas na categoria Resposta Incompleta, para a questão em análise:

- “Não tenho a certeza, mas talvez sim pois quanto maior for a magnitude mais a destruição.” (TX4A);
- “Pois quanto maior a magnitude na escala de *Richter*, maior são os danos provocados.” (TY19A);
- “Tem, pois se um sismo for de magnitude de por exemplo 2 a destruição não é elevada enquanto que um sismo de magnitude de 9, a destruição é muito elevada, podendo até destruir prédios e casas, etc.” (TX4D);
- “Porque quanto maior a magnitude do sismo maior estragos provoca” (TY7D).

Porém, constata-se que algumas respostas incompletas dadas pelos alunos no pré (TY: 15,8%) e

no pós-teste (TX: 8,3%; TY: 5,3%) relacionam maior magnitude do sismo com maior abalo (tremor, estremecer, etc.) e, por isso, com maior destruição causada. Seguem-se alguns exemplos de respostas dos alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D) incluídas nesta subcategoria de resposta incompleta:

- “Quanto maior for a sua amplitude, mais forte o chão estremece, destruindo edifícios, cidades, etc.” (TX13A);
- “Porque quanto maior for a magnitude de um sismo mais a terra ‘treme’. E quanto mais a terra ‘treme’ mais coisas são destruídas.” (TY7A);
- “Quanto maior for o sismo maior ele vai tremer a terra e mais coisas vai destruir, pois pode acontecer um sismo com magnitude mínima que vai acabar por não destruir nada ou quase nada.” (TX11D);
- “Tem porque quanto maior a magnitude, maior abalo, mais edifícios caem, mais pessoas morrem [...]” (TY8D).

Verifica-se também que vários alunos, de ambas as turmas, apresentaram respostas evidenciando concepções alternativas (tabela 5), tanto no pré-teste (TX: 29,2%; TY: 31,6%), como no pós-teste (TX: 41,7%; TY: 31,6%). Também se verifica que dois alunos (8,3%) da turma X não responderam a esta questão nem no pré nem no pós-teste (tabela 5), sendo este comportamento de um deles recorrente no pós-teste. Na turma Y apenas no pré-teste se evidenciaram Não respostas (15,8%). No entanto, uma dessas Não respostas (5,3%) foi assim classificada porque o discurso não fazia sentido.

Tabela 5 - Concepções dos alunos sobre a relação entre a magnitude de um sismo e o nível de destruição que causa (%) (N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta Incompleta	Maior magnitude, maior destruição	58,3	41,7	-16,6	36,8	63,2	26,4
	Maior amplitude, maior abalo, maior destruição	4,2	8,3	4,1	15,8	5,3	-10,5
	A destruição causada por um sismo de magnitude alta pode ser atenuada pelas construções anti-sísmicas	0,0	0,0	0,0	5,3	5,3	0,0
Resposta evidenciando concepções alternativas		29,2	41,7	12,5	26,3	26,3	0,0
Não responde		8,3	8,3	0,0	15,8	0,0	-15,8

Parece, portanto, que os alunos da turma Y revelaram ter desenvolvido mais conhecimentos conceituais sobre a relação entre magnitude e destruição causada por um sismo, pois verificou-se um aumento global (15,8%) de respostas consideradas incompletas, do pré para o pós-teste (tabela 2). Já na turma X, pelo contrário, verificou-se um aumento (12,5%) de respostas evidenciando concepções

alternativas, do pré para o pós-teste, e igual diminuição (-12,5%) de respostas incompletas, também do pré para o pós-teste (tabela 2).

As respostas dadas pelos alunos classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subjacente uma diversidade de concepções alternativas (tabela 6), relacionadas com diferentes aspetos, incluindo “o que é a magnitude de um sismo”, “o que a magnitude de um sismo provoca”, e “a não existência de relação entre os dois fenómenos”. Algumas dessas concepções alternativas só surgiram numa das turmas, no pré-teste (TX: G, H; TY: C, D, J), desaparecendo no pós-teste; outras só surgiram numa das turmas no pós-teste (TX: E, I, L, M; TY: A, F); outras surgiram em uma das turmas, no pré-teste e no pós-teste (TX: A; TY: O); e outra surge nas duas turmas, nos dois testes (concepção alternativa B).

Tabela 6 – Concepções alternativas evidenciadas pelos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e a destruição causada (f)

Concepções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n =7)	Pós (n =10)	Pré (n =6)	Pós (n =6)
O que é a magnitude	A - A magnitude de um sismo é a intensidade do sismo	1	1	0	2
	B - A magnitude de um sismo é a força do sismo	2	4	2	2
	C - A magnitude de um sismo é a velocidade do sismo	0	0	1	0
	D - A magnitude é uma escala	0	0	1	0
	E - A magnitude é representada por uma escala	0	2	0	0
	F - A magnitude é a pressão que o sismo exerce sobre a terra	0	0	0	1
	G - A magnitude indica a escala do sismo	2	0	0	0
O que a magnitude provoca	H - A magnitude provoca o sismo	1	0	0	0
	I - Quanto maior magnitude maior impacto do sismo	0	1	0	0
Não há relação	J - A magnitude pode ser alta e não haver destruição	0	0	1	0
	L - Não tem relação pois a magnitude pode estar errada	0	1	0	0
	M - Não tem relação porque se existem duas escalas os dois fenómenos são diferentes	0	1	0	0

Verifica-se, também, que, em ambas as turmas, alguns alunos, tanto no pré (TX: 2; TY: 2) como no pós-teste (TX: 4; TY: 2) referiam, de algum modo, que a magnitude do sismo é a força do sismo

(tabela 6), sendo esta a concepção alternativa (concepção alternativa B) que prevalece sobre as outras, nas duas turmas. Ora, a magnitude de um sismo não é a força de um sismo, aliás, não é cientificamente correto usar a expressão força do sismo, uma vez que o sismo não tem força (em termos físicos). Pode sim, falar-se de impacto do sismo, que pode ser estimado pela magnitude de um sismo, medida quantitativa relacionada com a energia libertada pelo sismo (referente ao hipocentro do sismo), e pela intensidade do sismo num dado local, medida qualitativa relacionada com a destruição causada nesse local, a qual, embora depende não só da magnitude do sismo mas também das condições de propagação das ondas sísmicas até esse ponto, das características antissísmicas das construções, etc. Outra concepção alternativa que prevalece nas respostas dos alunos das duas turmas, no pré (TX: 1) e no pós-teste (TX: 1; TY: 2), tem a ver com a concepção que a magnitude de um sismo é a intensidade do sismo (concepção alternativa A). Esta concepção resulta da não diferenciação de dois conceitos, que, como referimos, são diferentes. Constata-se, ainda, que, na turma X, dois alunos, no pré-teste, referiam, de algum modo, que a magnitude indica a escala do sismo (concepção alternativa G), e no pós-teste outros dois alunos referem que a magnitude é representada por uma escala (concepção alternativa E). Estas duas concepções alternativas (concepção alternativa E e G), também, prevalecem sobre as outras, nesta turma. Ora, é verdade que a magnitude de um sismo, medida por aparelhos específicos, os sismógrafos, é expressa numa escala. A escala mais frequentemente utilizada, a escala de *Richter*, “é uma escala logarítmica de ordenação dos sismos por ordem crescente da energia libertada, no respectivo foco” (Carvalho, 2011, p.181). Contudo, frequentemente, é feita uma relação, aproximada, entre a escala de magnitudes e a escala de intensidades de um sismo (ex: escala de *Mercalli* modificada), que distingue doze graus de sismos, de acordo com a perceção dos efeitos (danos) desse sismo nas populações, nos edifícios e na Natureza de um dado local. Essa comparação aproximada entre as duas escalas (magnitude e intensidade) pode ‘ajudar’ a criar a ideia, equívoca, que a magnitude é uma escala que indica o nível de destruição causada pelo sismo.

O quadro 13 apresenta exemplos de resposta que ilustram os tipos de concepções alternativas, que prevaleceram nas duas turmas, no pré-teste (A) ou no pós-teste (D).

De uma forma geral, estes resultados podem significar, não só que os alunos não sabem o significado do conceito de magnitude, mas, também, que os alunos sabem apenas o significado prático da relação entre a magnitude de um sismo e o nível de destruição causada pelo mesmo, que é evidenciado pelas consequências do sismo. Ora, conforme referem alguns autores (Brilha,

2004; King, 2008), diversos indivíduos sentem dificuldades em compreender conceitos relacionados com a estrutura e dinâmica interna da Terra, o que pode explicar os resultados por nós obtidos.

Quadro 13 – Exemplos de respostas que evidenciam concepções alternativas dos alunos sobre a relação entre magnitude de um sismo e a destruição causada

CA's	Exemplos de respostas dos alunos
A	- "Porque a magnitude é a intensidade do sismo." (TX11A) - "Não tem porque a magnitude de um sismo é a intensidade." (TY15D)
B	- "Quanto maior for a magnitude maior é a força do sismo e maior será a sua destruição" (TX2A) - "Porque quanto maior for a magnitude maior é a força do sismo logo vai destruir mais coisas." (TY13D)
E	- "Tem porque a magnitude de um sismo é representada por uma escala que nos apresenta as possibilidades de destruição que um sismo que ocorre pode alcançar." (TX2D)
G	- "Para se saber a escala de um sismo é preciso saber a magnitude." (TX1A)

4.2.3. Opiniões dos alunos sobre a razão de a zona do Pacífico ser de elevado risco sísmico

Na questão 1.3 do teste de conhecimentos conceituais era pedido aos alunos que explicassem o significado da afirmação "a zona do Pacífico é uma zona de elevado risco sísmico".

Verifica-se que apenas um aluno da turma Y (5,3%) apresentou, no pós-teste, uma resposta compatível com o que é cientificamente correto (tabela 7), isto é disse que a zona do Pacífico é uma zona onde existe um limite de várias placas litosféricas que, ao chocarem, podem originar sismos (resposta consistente com os critérios de correção, anexo 8). Constata-se, também, que uma percentagem considerável de alunos apresentou respostas incompletas, tanto no pré (TX: 25%; TY: 26,3%), como no pós-teste (TX: 25%; TY: 21%), todas elas apenas referindo que é uma zona onde existe grande atividade sísmica (tabela 7). Seguem-se alguns exemplos dessas respostas incompletas dadas pelos alunos no pré (A) e no pós-teste (D):

- "Eu acho que ela quer dizer que na zona do Pacífico ocorrem muitos sismos" (TX14A);
- "A zona do Pacífico tem muitas possibilidades de que haja um sismo, visto que tem elevado risco sísmico." (TY1A);
- "A Maria querera dizer que na zona do Pacífico acontecem muitos sismos" (TX14D);
- "A zona do Pacífico é uma zona que tem probabilidade do acontecimento de sismos." (TY1D).

Alguns alunos não responderam a esta questão (tabela 7), deixando-a em branco ou afirmando

não saber, tanto no pré (TX: 16,7; TY: 5,3%) como no pós-teste (TX: 4,2%; TY: 5,3%).

Assim, tendo em conta o reduzido número de respostas corretas e o elevado número de respostas evidenciando concepções alternativas (tabela 7), tanto no pré (TX: 58,3%; TY: 68,4%) como no pós-teste (TX: 70,8%; TY: 68,4%), parece que a maior parte dos alunos não desenvolveram os conhecimentos pretendidos sobre o assunto em causa. Parece-nos, também, que, comparativamente, nenhuma das turmas, nesta questão, revelou ter desenvolvido mais conhecimentos concetuais do que a outra.

Tabela 7 - Concepções dos alunos sobre a razão de a zona do Pacífico ser de elevado risco sísmico (%)
(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	5,3
Resposta incompleta	Zona de grande atividade sísmica	25,0	25,0	0,0	26,3	21,0	-5,3
Resposta evidenciando concepções alternativas		58,3	70,8	12,5	68,4	68,4	0,0
Não responde		16,7	4,2	-12,5	5,3	5,3	0,0

As respostas dadas pelos alunos classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subentendidas uma diversidade de concepções alternativas (tabela 8), relacionadas com diversos aspetos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa, nomeadamente com “a ocorrência de fenómenos sísmicos ou de *tsunamis*”, com “as características da estrutura interna e externa da Terra”, com “a localização geográfica da zona do Pacífico” e com “o risco de perigos nessa zona”. Algumas dessas concepções alternativas só surgiram numa das turmas, no pré-teste (TX: E, M; TY: I, L, N); outras surgiram em uma das turmas, no pré-teste e no pós-teste (TX: F; TY: G); outras surgiram nas duas turmas, no pré-teste e no pós-teste (concepção alternativa A e J); umas desapareceram no pós-teste (TX: E, M; TY: D, I, L, N) e outras só aparecem no pós-teste (TX: B, C, D; TY: F, H).

Verifica-se, também, que, nas duas turmas, vários alunos, tanto no pré (TX: 6; TY: 3) como no pós-teste (TX: 9; TY: 6), referiam, de algum modo, que a zona do Pacífico é a zona com maior probabilidade de ocorrer um sismo ou um *tsunami* (tabela 8), sendo esta a concepção alternativa (concepção alternativa A) que, para além de prevalecer sobre as outras, nas duas turmas, aumenta do pré para o pós-teste. Estes resultados podem ter a ver com o facto de, nos últimos anos, os sismos que

ocorreram na zona do Pacífico (ex: no Chile em 2010; em Tohoku, no Japão, em 2011) terem sido bastante relatados pelos *media*, para além de existir muita informação disponível na *Internet* sobre a atividade sísmica nesta zona, o que pode levar à ideia que nesta zona existe maior probabilidade de ocorrer um sismo do que em outros locais. Ora, a zona do Pacífico tem um elevado risco sísmico, mas, isso, não significa que é a zona com maior probabilidade de ocorrer um destes fenómenos, em todo o planeta. Aliás, existem outras zonas no planeta que, por também estarem localizadas em zonas de limites de placas litosféricas, têm risco sísmico igualmente elevado.

Tabela 8 – Concepções alternativas dos alunos sobre a razão pela qual a zona do Pacífico tem elevado risco sísmico (f)

Concepções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n=14)	Pós (n=17)	Pré (n=13)	Pós (n=13)
Ocorrência de fenómenos sísmicos ou de <i>tsunamis</i>	A - Zona com maior probabilidade de ocorrência de sismos	6	9	3	6
	B - Zonas atraídas por sismos	0	1	0	0
	C - Zona onde há erupções	0	1	0	0
	D - Zona com maior probabilidade de ocorrência de <i>tsunamis</i>	0	1	1	0
Caraterísticas da estrutura interna e externa da Terra	E - Zona com solo diferente dos outros	2	0	0	0
	F - Zona com muitas placas tectónicas	3	3	0	1
	G - Zona com placas tectónicas que se movimentam muito	0	0	2	3
	H - Zona com placas tectónicas afastadas	0	0	0	1
	I - Zona com placas tectónicas frágeis	0	0	1	0
Localização geográfica da zona do Pacífico	L - Zona situada num grande Oceano	2	2	5	2
Risco de perigos	M - Zona que estão em risco de destruição	1	0	0	0
	N - Zona de sismos perigosos	0	0	1	0

Outras três concepções alternativas têm frequências semelhantes e, também, prevalecem sobre as outras. Uma delas (concepção alternativa L) está relacionada com a ideia que esta zona tem elevado risco sísmico por estar localizada no Oceano Pacífico, e foi evidenciada nas respostas dos alunos das duas turmas, tanto no pré (TX:2; TY: 5) como no pós-teste pré (TX:2; TY: 2). De facto, é verdade que esta zona está localizada no Oceano Pacífico. Contudo, não é por essa razão que esta zona tem um

elevado risco sísmico, mas sim por estar localizada numa zona de limites de placas litosféricas com grande atividade. A conceção alternativa F, também, mais frequente na turma X, em ambos os testes (pré-teste: 3; pós-teste: 3), tem a ver com a ideia que o elevado risco sísmico da zona do Pacífico está relacionado com o facto que esta ser uma zona com muitas placas tectónicas (tabela 8). Ora, que se saiba, a zona do Pacífico não tem maior quantidade de placas litosféricas do que outras zonas da Terra. A conceção alternativa G, evidenciada nas respostas dadas pelos alunos da turma Y, em ambos os testes (pré-teste:2; pós-teste: 3), está relacionada com o facto de esta ser uma zona onde as placas litosféricas estão mais ativas do que em outros locais. Esta ideia não corresponde à verdade, pois outras zonas do globo estão sujeitas a uma atividade tectónica semelhante à da zona do Pacífico.

O quadro 14 apresenta exemplos de resposta que ilustram os tipos de conceções alternativas que permaneceram nas duas turmas.

Quadro 14 – Exemplos de respostas que evidenciam conceções alternativas dos alunos sobre a razão pela qual a zona do Pacífico tem elevado risco sísmico

CAs	Exemplos de respostas dos alunos
A	- “Quer dizer que pode haver muitos mais sismos do que, por exemplo, na zona do Atlântico, o que não quer dizer que nas outras zonas não haja sismos.” (TX3A) - “A Maria quer dizer que há maior probabilidade de haver sismos. (TY11D)
F	- “A Maria que dizer que na zona do oceano Pacífico há várias placas tectónicas, o que aumenta as possibilidades de uma placa se deslocar e provocar um sismo.” (TX2A) - “Porque tem muitas placas tectónicas.” (TY2D)
G	- “Na zona do Pacífico as placas tectónicas da terra estremecem muito e por isso há muitos sismos.” (TY17A) - “[...] é uma zona onde há elevado risco de movimentação das placas [...]. (TY12D)
L	- “Porque o oceano Pacífico é o maior oceano tendo assim um risco elevado sísmico.” (TY18A) - “A Maria quererá dizer que o Pacífico é um mar grande, tem mais zona de mar [...]. Por isso tem mais probabilidades de haver um sismo.” (TX17D)

As conceções alternativas identificadas neste estudo são também descritas por Francek (2013) na sua revisão de estudos relacionados com conceções sobre a frequência com que ocorrem fenómenos sísmicos em determinados locais e sobre as características da estrutura interna da Terra. Além disso, a ideia que uma zona com elevado risco sísmico é um local onde as placas tectónicas se movimentam, também, é relatada no estudo realizado por Morgado (1998), já anteriormente referido, e pode estar relacionada com a dificuldade sentida pelos mesmos em visualizar as estruturas geológicas, que, conseqüentemente, pode constituir um obstáculo à compreensão dos processos relacionados

com a dinâmica interna do nosso planeta. Na verdade, os alunos podem ter ouvido falar de placas litosféricas mas não terem percebido quantas existem e, por isso, podem ter associado a frequência de sismos à existência de muitas placas.

4.2.4. Opiniões dos alunos sobre existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica

Na questão 1.4. do teste de conhecimentos, era pedido aos alunos que dissessem se concordavam, ou não, com a afirmação de uma personagem do texto apresentado sobre a necessidade de se procurar proteção quando ocorre um sismo. De seguida era-lhes solicitado que fundamentassem essa opção.

Verifica-se que, maioritariamente, os alunos concordam com a personagem, afirmando, tanto no pré (TX: 95,8%; TY: 94,7%) como no pós-teste (TX: 95,8%; TY: 100%), que tem razão (tabela 9). Um aluno de cada turma (TX: 4,2%; TY: 5,3%), no pré-teste, afirmou que a personagem não tinha razão (tabela 9). O aluno da turma X (4,2%) volta a afirmar o mesmo no pós-teste (tabela 9).

Tabela 9 - Opiniões dos alunos sobre a existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica (%)

Opinião	Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Tem razão	95,8	95,8	0,0	94,7	100,0	5,3
Não tem razão	4,2	4,2	0,0	5,3	0,0	-5,3
Tenho dúvidas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Apesar de quase todos os alunos reconhecerem que se deve procurar proteção durante um sismo, constata-se que nenhum aluno conseguiu fundamentar a sua resposta de forma completa e de acordo com os critérios de correção estabelecidos (anexo 8), pois em nenhum caso, os alunos mencionaram a relação entre diferentes danos causados pelos sismos, os riscos que esses danos podem causar às pessoas e a necessidade de proteção quando os mesmos ocorrem. Este resultado parece indicar que nenhum aluno desenvolveu, na totalidade, conhecimentos conceituais que lhe permitissem explicar a razão pela qual se deve procurar proteção quando ocorre um sismo.

Maioritariamente, nesta fundamentação, os alunos apresentam respostas incompletas (tabela 10), tanto no pré (TX: 91,6%; TY: 84,2%) como no pós-teste (TX: 91,7%; TY: 94,7%). Constata-se, também, que muitas das respostas consideradas incompletas, tanto no pré (TX: 25%; TY: 10,5%) como

no pós-teste (TX: 25%; TY: 31,6%), apenas referem que se corre risco de vida ou de ferimentos. Seguem-se alguns exemplos dessas respostas incompletas, dadas por alunos das duas turmas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Ele tem razão porque quando há um sismo temos de nos proteger, porque senão podemos morrer ou correr sérios riscos de vida” (TY12A);
- “Porque podemos morrer” (TY5D);

Tabela 10 – Concepções dos alunos sobre existência de riscos para os seres humanos inerentes à atividade sísmica (%)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Risco de vida e/ou ferimento	25,0	25,0	0,0	10,5	31,6	21,1
	Danos	12,5	12,5	0,0	26,3	15,8	-10,5
	Cumprimento de regras de segurança	8,3	8,3	0,0	21,1	10,5	-10,5
	Danos + risco de vida e/ou ferimento	29,2	33,3	4,2	15,8	36,8	21,1
	Danos + regras de segurança	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Risco de vida e/ou ferimento + regras de segurança	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0
	Perigos que exigem proteção + regras de segurança	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Perigo	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	-5,3
	Dano + risco + regra de segurança	8,3	0,0	-8,3	5,2	0,0	-5,2
Resposta evidenciando concepções alternativas		8,4	8,3	0,0	15,8	5,3	-10,5
Não responde		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Também se verifica que, vários alunos, no pré (TX: 29,2%; TY: 15,8%) e no pós-teste (TX: 33,3%; TY: 36,8%), referem que existe a possibilidade de danos que causam risco de vida ou ferimento. Apresentam-se de seguida alguns exemplos dessas respostas incompletas obtidas no pré-teste (A) e no pós-teste (D):

- “Na minha opinião, o Pedro porque o sismo é um tremor de terra que pode causar muitos danos, por isso é melhor estarmos sempre protegidos para não nos ferirmos” (TX2A);
- “O Pedro tem razão quando afirma que quando acontece um sismo temos de nos proteger porque pode causar grandes danos, como destruição de casas, mortes, etc.” (TY12D).

Outras respostas incompletas dadas pelos alunos, tanto no pré (TX: 12,5%; TY: 26,3%) como no

pós-teste (TX: 12,5%, TY: 15,8%), apenas mencionam a possibilidade de ocorrerem danos (tabela 10), não especificando as consequências dos mesmos. Seguem-se alguns exemplos desse tipo de respostas incompletas dadas por alunos no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Pode haver desabamentos de casas, prédios ou estabelecimentos (bares, hipermercados, etc.).” (TX3A);
- “Pois quando o local treme os edifícios podem desabar e temos de nos proteger.” (TY10D).

Poucos foram os casos de respostas que, quando foram analisadas, pareceram conter evidências de concepções alternativas (tabela 10), tanto no pré (TX: 8,3%; TY: 15,8%) como no pós-teste (TX: 8,3%; TY: 5,3%). Assim, parece que a turma Y revelou ter desenvolvido ligeiramente mais conhecimentos conceituais do que a turma X, pois, enquanto a turma Y revela um ligeiro aumento (10,5%) de respostas incompletas, do pré para o pós-teste, e igual decréscimo (-10,5%) de respostas evidenciando concepções alternativas, a turma X mantém o mesmo número de respostas consideradas incompletas e de respostas evidenciando concepções alternativas (tabela 10).

Apesar de não serem em elevado número, as respostas classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subjacentes diferentes concepções alternativas (tabela 11), relacionadas com as “consequências nefastas”, com as “regras de proteção” e com a “ausência de riscos em Portugal”. Algumas dessas concepções alternativas só surgiram numa das turmas, no pré-teste (TX: C; TY: A, D), desaparecendo no pós-teste; outras só surgiram numa das turmas, no pós-teste (TX: A; TY: B); e outra surge em uma das turmas, no pré-teste e no pós-teste (TX: E).

Verifica-se, também, que as respostas evidenciando concepções alternativas se encontram dispersas, sendo baixas e semelhantes as suas frequências. Ocorre, apenas, uma ligeira prevalência de uma das concepções alternativas (concepção alternativa A) sobre as outras, na turma Y. Essa concepção está relacionada com a ideia, equívoca, de que, em geral, os sismos causam abertura de fendas no solo. Segue-se um exemplo de resposta dada pelos alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D), categorizada nesta subcategoria de respostas e que evidencia concepções alternativas:

- “Sim, porque um sismo causa a queda de prédios, abertura da terra, e se não nos protegermos corremos risco de vida” (TY8A);
- “Porque durante um sismo, como a crosta terrestre ‘abre’ [...]” (TX3D).

Tabela 11 – Concepções alternativas dos alunos sobre a necessidade de procurar proteção durante um sismo (f)

Concepções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n=2)	Pós (n=2)	Pré (n=3)	Pós (n=1)
Consequências nefastas	A - Os sismos causam abertura de fendas no solo	0	1	2	0
	B - Os sismos causam, geralmente, derrocadas de casas	0	0	0	1
	C - Os sismos causam sempre milhares de mortes	1	0	0	0
Regras de proteção	D - Na ocorrência de um sismo deve-se procurar abrigo em locais fechados	0	0	1	0
Ausência de riscos em Portugal	E - Não é preciso proteger pois os sismos em Portugal não são perigosos	1	1	0	0

As concepções alternativas que nos pareceram que estavam subjacentes a algumas respostas dadas pelos alunos, nomeadamente as concepções alternativas que atribuem consequências nefastas a todos os sismos, também são relatadas por Francek (2013), num estudo já por nós referido. Também no estudo realizado por Morgado (1998) se constataram respostas que evidenciavam a concepção alternativa relacionada com a abertura de fendas no solo, durante um sismo. Estas concepções alternativas podem, segundo Francek (2013), estar relacionadas com as notícias ou filmes visualizados pelos alunos, que, de certa forma, podem ajudar a construir a ideia que em todos os sismos ocorrem muitas mortes, ou se abrem fendas no solo.

4.2.5. Opiniões dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola

Na questão 2.1 do teste de conhecimentos era solicitado aos alunos que dissessem se concordavam, ou não, com a afirmação “a atividade vulcânica traz benefícios para a atividade agrícola”. De seguida era-lhes pedido que justificassem a sua resposta.

Constata-se que, no pré-teste, as opiniões dos alunos das duas turmas são ligeiramente diferentes (tabela 12), pois, enquanto, maioritariamente, as opiniões dos alunos da turma X ficam divididas entre o Não Tem Razão (41,7%) e o Tenho Dúvidas (45,8%), na turma Y as opiniões dos alunos ficam divididas entre o Tem Razão (47,4%) e o Tenho Dúvidas (36,8%). O mesmo não se verifica no pós-teste, dado que, na sua maioria, os alunos das duas turmas (TX: 83,3%; TY: 100%) (tabela 12),

concordam, e bem, que existe benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola (tabela 12). Verifica-se, também que, no pós-teste, alguns alunos da turma X (12,5%) afirmaram que não concordavam com a afirmação, e um aluno (4,2%), dessa turma ainda afirmava ter dúvidas (tabela 12).

Tabela 12 - Opiniões dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola (%)
(N=43)

Opinião	Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Tem razão	12,5	83,3	70,8	47,4	100,0	52,6
Não tem razão	41,7	12,5	-29,2	15,8	0,0	-15,8
Tenho dúvidas	45,8	4,2	-41,6	36,8	0,0	-36,8

Relativamente às justificações dadas pelos alunos para as escolhas que fizeram, constata-se que, nenhum aluno, em nenhum dos testes, apresentou uma resposta que fosse compatível com o que é cientificamente aceite (tabela 13), isto é que correspondesse aos critérios de correção do teste de conhecimentos (anexo 8), pois nenhum aluno refere que, na presença de água, a deposição de cinzas vulcânicas torna os solos existentes nas proximidades dos vulcões mais férteis. Este resultado parece significar que nenhum aluno desenvolveu, na totalidade, conhecimentos conceituais que lhe permitisse explicar quais os benefícios da atividade vulcânica para a agricultura.

Verifica-se que, na turma Y, no pré-teste, há maior percentagem de respostas incompletas, comparativamente com a turma X (TX: 12,6%; TY: 36,9%). O mesmo não acontece no pós-teste (tabela 13), dado que a turma X apresenta maior percentagem de respostas incompletas do que a turma Y (TX: 75%; TY: 68,4%). Nessas respostas incompletas os alunos focaram alguns dos elementos considerados necessários para uma resposta completa à questão em causa, sendo a subcategoria de respostas incompletas mais frequente aquela que corresponde ao caso em que os alunos, tanto no pré-teste (TX: 4,2%; TY: 21,1%) como no pós-teste (TX: 45,8%; TY: 57,9%), referem que os vulcões conferem fertilização aos solos. Seguem-se alguns exemplos dessas respostas, dadas pelos alunos no pré (A) e no pós-teste (D):

- "Pois as encostas dos vulcões são mais férteis" (TY19A);
- "[...] pois nas encostas dos vulcões a terra para a plantação é mais fértil, sendo que as pessoas correm sérios riscos de vida." (TX11D);
- "Tem razão porque a encosta de um vulcão tem terra fértil para a atividade agrícola." (TY15D).

Constata-se, também, que, no pré-teste, vários alunos das duas turmas (TX: 41,6%; TY: 31,6%)

não respondem a esta questão (tabela 13), sendo que quase todos eles são alunos que afirmaram ter dúvidas (tabela 12). No entanto, na turma Y, uma resposta no pré-teste e duas no pós-teste foram classificadas como Não respostas, pois, embora não apresentassem evidências de concepções alternativas, também não se percebeu qual a ideia que os alunos queriam expressar. Num dos casos o aluno menciona que os vulcões ajudam a trabalhar a terra e nos restantes afirmam que contribui para o aumento do aquecimento global. Constata-se, também, que vários alunos das duas turmas (TX: 45,8%; TY: 31,5%), no pré-teste, apresentaram respostas que, após analisadas, pareceram apresentar evidências de concepções alternativas (tabela 13). O mesmo não se verifica no pós-teste (tabela 13), pois nota-se uma redução do número de Não respostas em ambas as turmas (TX: -37,5%; TY: -10,5%), bem como de respostas que nos pareceu, após análise, evidenciarem concepções alternativas (TX: -25,0%; TY: -21,0%).

Tabela 13 – Concepções dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola (%)
(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Fornece substâncias importantes para a atividade agrícola	4,2	25,0	21,8	10,5	10,5	0,0
	Fornece minerais importantes	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Confere fertilização aos solos	4,2	45,8	41,6	21,1	57,9	36,8
	Fertiliza os campos, na presença de água	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Beneficia o solo	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	-5,3
Resposta evidenciando concepções alternativas		45,8	20,8	-25,0	31,5	10,5	-21,0
Não responde		41,6	4,2	-37,5	31,6	21,1	-10,5

Assim, parece que os alunos da turma X revelaram ter desenvolvido mais conhecimentos conceituais sobre os benefícios da actividade vulcânica para a actividade agrícola do que os da turma Y. Porém, um maior número de alunos da turma X, do que da turma Y, não respondeu a esta questão no pré-teste, o que pode significar que ou os alunos da turma Y possuíam, à partida, maiores competências conceituais sobre os benefícios da actividade vulcânica para a actividade agrícola, ou os alunos da turma Y empenharam-se mais no pré-teste, do que os alunos da turma X, pois, mesmo manifestando ter dúvidas, os alunos da turma Y ‘tentaram’ justificar a sua opinião, o que não se

verificou na turma X.

As respostas classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subentendidas uma diversidade de concepções alternativas (tabela 14), relacionadas com diferentes aspectos, designadamente sobre “a existência de benefícios” e a “ausência de benefícios” da atividade vulcânica para a atividade agrícola. Algumas dessas concepções alternativas só surgiram numa das turmas, no pré-teste (TX: F; TY: B, D, G), desaparecendo no pós-teste; outra surge nas duas turmas, no pré-teste e no pós-teste (concepção alternativa E); e outras só aparecem em uma das turmas no pós-teste (TX: A; TY: C).

Tabela 14 – Concepções alternativas dos alunos sobre os benefícios da atividade vulcânica para a atividade agrícola (f)

Concepções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n=11)	Pós (n=5)	Pré (n=6)	Pós (n=2)
Existência de benefícios dos vulcões para a atividade agrícola	A - Os vulcões fornecem ouro	0	1	0	0
	B - Os vulcões têm matéria orgânica	0	0	1	0
	C - Os vulcões expelem minerais que trazem benefícios para a agricultura	0	0	0	1
Ausência de benefícios dos vulcões para a atividade agrícola	D - Os vulcões só causam riscos para as pessoas	0	0	1	0
	E - Os vulcões só prejudicam a agricultura	10	4	3	1
	F - Os vulcões só trazem malefícios	1	0	0	0
	G - Os vulcões libertam chuvas ácidas	0	0	1	0

Verifica-se, também, que as respostas evidenciando concepções alternativas se encontram dispersas, sendo a maioria das suas frequências baixas e semelhantes, com a exceção da concepção alternativa E que prevalece sobre as outras, nas duas turmas (tabela 14). Essa concepção alternativa está relacionada com a ideia que os vulcões só prejudicam a agricultura, pois causam a destruição dos campos agrícolas. Ora, é verdade que a atividade agrícola pode ser destruída durante uma erupção vulcânica. Contudo, existem benefícios trazidos pela atividade vulcânica para esta atividade humana, nomeadamente por fornecerem substâncias que enriquecem o solo com minerais que ajudam o desenvolvimento de plantas. Apresentam-se, de seguida alguns exemplos destas respostas dadas pelos

alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D), categorizada nesta subcategoria de respostas e que evidenciam concepções alternativas:

- “Eu acho que não tem razão porque a lava do vulcão pode queimar a agricultura” (TX15A);
- “Pois os vulcões podem destruir as plantações.[...] (TY17A);
- “Acho que não tem razão, porque os vulcões podem destruir tudo o que estiver à sua volta [...], por isso, acho que podem destruir os campos.” (TX17D).

Parece-nos que esta questão suscitou alguma surpresa nos alunos, pois estes manifestaram ter dúvidas sobre a existência de algum benefício dos vulcões para o ser humano, principalmente no pré-teste. Esta dúvida pode estar associada com o facto de os alunos terem contacto com várias notícias, e até filmes, que relatam as consequências catastróficas de algumas erupções vulcânicas. Desta forma, e como refere Francek (2013), as ideias dos alunos sobre os fenómenos vulcânicos podem ser suportadas pelo que eles vêem, ou pelo que eles ouvem, em notícias ou filmes relacionados, o que pode explicar os resultados por nós obtidos.

4.2.6. Opiniões dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra

Na pergunta 2.2 do teste de conhecimentos, era pedido aos alunos que explicassem o que significa a afirmação “os vulcões são fundamentais para a vida na Terra”.

Constata-se que, em nenhum dos testes se encontrou uma resposta que fosse ao encontro do que é cientificamente aceite (tabela 15), uma vez que nenhum aluno refere a relevância da atividade vulcânica para a manutenção das espécies, para o efeito moderador do clima e para a manutenção da concentração de gases na atmosfera. Assim sendo, não foram encontradas respostas que fossem compatíveis com o estabelecido nos critérios de correção do teste de conhecimentos (anexo 8). Este resultado pode significar que nenhum aluno desenvolveu, na totalidade, conhecimentos concetuais que lhes permitissem explicar a razão pela qual os vulcões são fundamentais para a vida na Terra.

Verifica-se que, nas duas turmas, poucas foram as respostas consideradas incompletas (tabela 15), tanto no pré-teste (TY: 26,3%) como no pós-teste (TX: 8,4%). Nas respostas incompletas obtidas no pré-teste, na turma Y, os alunos ou afirmam, de algum modo, que os vulcões têm um efeito moderador do clima (10,5%) ou que os vulcões libertam gases constituintes da nossa atmosfera (10,5%), ou que a

atividade vulcânica contribui para a manutenção das espécies (5,3%). No pós-teste, apenas dois alunos (8,4%) da turma X apresentam uma resposta considerada incompleta. Uma dessas respostas, que, embora de forma muito vaga, parece que o aluno tem algum conhecimento do contributo da atividade vulcânica para a renovação de minerais e nutrientes do solo que favorece a existência de espécies. Na outra resposta incompleta, o aluno menciona que os vulcões libertam gases constituintes da nossa atmosfera. Segue-se um excerto de cada uma dessas respostas incompletas dadas pelos alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D):

- “[...] os vulcões não estão sempre ativos, e nesse tempo de inatividade existem lá seres vivos que necessitam daquele ambiente, assim como as plantações agrícolas, entre outros.” (TY19A);
- “Os vulcões contribuem para o aquecimento global do planeta.” (TY3A);
- “São fundamentais para a vida porque os gases que libertam fazem parte da nossa atmosfera.” (TY16A)
- “[...] a lava do vulcão tem substâncias importantes para a vida na Terra.” (TX21D);
- “[...] os vulcões libertam gases constituintes da atmosfera.” (TX14D).

Tabela 15 - Opiniões dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra (%)
(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Os vulcões fornecem substâncias que ajudam a vida na terra	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Há seres vivos que precisam do ambiente vulcânico para viver	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	-5,3
	Os vulcões têm efeito moderador do clima	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	-10,5
	Os vulcões libertam gases constituintes da nossa atmosfera	0,0	4,2	4,2	10,5	0,0	-10,5
Resposta evidenciando concepções alternativas		0,0	0,0	0,0	5,3	5,3	0,0
Não responde		100,0	91,6	-8,4	68,4	94,7	26,3

Constata-se, também, que, quer no pré, quer no pós-teste, ocorreram percentagens muito elevadas de Não respostas, tendo estas atingido os 100%, no pré-teste, na turma X (tabela 15). Entre essas Não respostas há respostas em branco de alunos que afirmaram ter dúvidas e há respostas com conhecimentos corretos mas que não respondiam à questão colocada. Esta elevada percentagem de Não respostas sugere a existência de um problema com a pergunta que levou a uma indesejada dificuldade de compreensão da mesma. Parece-nos que o problema com a questão pode ter a ver com

o facto de não ter sido suficientemente claro para os alunos que lhes era pedido para mencionarem a relevância dos vulcões para a vida dos seres vivos no planeta, tendo os alunos, aparentemente, confundido com a importância da atividade vulcânica para o ser humano.

Também se verifica que, em ambos os testes, na turma Y, um aluno (5,3%) apresentou uma resposta que pareceu conter evidências de concepções alternativas, enquanto na turma X o mesmo não se observou em nenhum dos testes (tabela 15). No entanto, uma vez que a turma X apresenta 100% de não respostas no pré-teste, estes resultados podem significar que a turma Y se empenhou mais nesse teste, do que os alunos da turma X, pois enquanto os alunos da turma Y ‘tentaram’ responder à questão, o mesmo não se verificou na turma X. Assim, tendo em conta o elevado número de Não respostas e do reduzido número de Respostas Incompletas, nas duas turmas, nos dois testes (pré e pós-teste), parece-nos que, comparativamente, nenhuma das turmas, nesta questão, revelou ter desenvolvido mais conhecimentos conceituais do que a outra.

As duas únicas respostas, dadas por alunos da turma Y (uma no pré-teste e outra no pós-teste), classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subentendidas diferentes concepções alternativas relacionadas com dois aspetos distintos. A resposta obtida no pré-teste tem a ver com a ideia que os vulcões fornecem matéria orgânica. Ora, a matéria orgânica é proveniente de algo que constituiu um organismo vivo, quer dizer são restos de seres vivos. Na verdade, os vulcões fornecem matéria inorgânica (ex: minerais e rochas), isto é matéria constituída por átomos, moléculas e/ou iões mas não ‘organizados’ em células. No caso do pós-teste, a concepção alternativa tem a ver com a ideia que os vulcões ajudam a arrefecer as camadas internas do planeta, o que não é verdade. São apresentados, de seguida, excertos dessas duas respostas, para que melhor se compreenda as concepções alternativas subjacentes às mesmas:

- “[...] os vulcões fornecem matéria orgânica que ajudam na agricultura [...]” (TY2A);
- “[...] são uma importante forma de arrefecer o interior do planeta.” (TY6D).

Parece-nos, portanto, que alguns alunos responderam a esta questão como se fossem questionados sobre os contributos da atividade vulcânica para o ser humano ou para a criação de condições favoráveis à origem primordial de vida na Terra. No entanto, estes resultados podem, também, significar que, para alguns alunos o ser humano é ‘o centro das atenções’ e todo o planeta ‘funciona em função dele e para ele’, pois as suas repostas apenas referem benefícios para o Homem. Assim, uma hipótese que se deve colocar é a de que a formulação que se usou para esta questão

possa não ter sido a melhor e recomenda-se a sua reformulação numa eventual nova aplicação do teste.

4.2.7. Opiniões dos alunos sobre os riscos de viver perto de um vulcão

Na questão 2.3 do teste de conhecimentos, era solicitado aos alunos que mencionassem os riscos de viver nas proximidades de um vulcão.

Verifica-se que, não se encontraram respostas que indicassem, de forma completa e cientificamente correta, os riscos inerentes a viver perto de um vulcão (tabela 16), pois nenhum aluno menciona e relaciona diferentes riscos (riscos de vida, de saúde respiratória e de ferimentos) para as pessoas, para as propriedades e para os recursos, e as respetivas causas. Assim sendo, não se encontraram respostas que fossem compatíveis com os critérios de correção do teste de conhecimentos (anexo 8). Parece, portanto, que nenhum aluno desenvolveu, na totalidade, conhecimentos conceituais sobre quais os riscos que corre uma população, que vive nas proximidades de um vulcão.

Constata-se, também, que grande parte dos alunos revelaram ter alguma familiaridade com os riscos para as populações que habitam locais perto de vulcões (tabela 16), pois na maioria das respostas, nas duas turmas, embora incompletas, os alunos focaram diversas combinações dos elementos considerados necessários para uma resposta completa à questão em causa, tanto no pré (TX: 91,6%; TY: 84,2%) como no pós-teste (TX: 87,5%; TY: 78,9%). De entre essas Respostas Incompletas (tabela 16), a mais frequente, em ambas as turmas, no pré (TX: 20,8%; TY: 26,3%) e no pós-teste (TX: 20,8%; TY: 26,3%), referem a existência de risco de vida e/ou de algum ferimento, apresentando uma causa desse risco. Apresentam-se de seguida alguns exemplos deste tipo de Respostas Incompletas, dadas pelos alunos, de ambas as turmas, no pré-teste (A) e no pós-teste (D):

- "Pois se vulcão entrar em erupção 'deita' uma substância chamada lava que pode matar as pessoas" (TX6A);
- "A pessoas que vivem nas proximidades de um vulcão correm riscos porque o contacto com a lava é mortal." (TY6A);
- "Os riscos que essas pessoas podem correr é que o vulcão entre em erupção e a lava afetar as pessoas que lá vivem, sendo que essas pessoas podem morrer ou ficar com graves queimaduras." (TX11D);
- "Os riscos que essas pessoas podem correr são pode fazer mal à saúde, a lava mata uma pessoa, e causar sismos." (TY11D).

Também se verifica com maior frequência no pré-teste (TX: 25%; TY: 21,1%) a existência de Respostas Incompletas que, apenas, referem risco de vida ou de ferimentos (tabela 16), não apresentando qualquer causa desse perigo. Seguem-se alguns exemplos destas respostas, obtidas no pré-teste (A) e no pós-teste (D):

- “As pessoas que vivem perto de um vulcão podem morrer.” (TX1A);
- “Pode o vulcão entrar em erupção e eles morrerem ou ficarem seriamente aleijados.” (TY5A);
- “O vulcão pode entrar em erupção e pode matar as pessoas que vivem perto dele. “ (TX8D).

Tabela 16 - Concepções dos alunos sobre os riscos de viver perto de um vulcão (%)

(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Destruição	4,2	0,0	-4,2	5,3	0,0	-5,3
	Destruição + causa	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Danos em propriedades	8,3	20,8	12,5	0,0	10,5	10,5
	Danos em propriedades e recursos	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	5,3
	Risco não especificado + causa	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Risco para a saúde respiratória + causa	4,2	8,3	4,2	0,0	10,5	10,5
	Risco para a saúde respiratória + destruição de propriedades e recursos	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0
	Risco de ferimentos + risco para a saúde respiratória + causa	4,2	0,0	-4,2	0,0	0,0	0,0
	Risco de ferimentos + risco para a saúde respiratória + destruição de propriedades e recursos + causa	0,0	4,2	4,2	5,3	0,0	-5,3
	Risco de vida ou ferimentos	25,0	8,3	-16,7	21,1	0,0	-21,1
	Risco de vida ou de ferimentos + causa	20,8	20,8	0,0	26,3	26,3	0,0
	Risco de vida + destruição de propriedade	0,0	4,2	4,2	0,0	10,5	10,5
	Risco de vida + destruição de recursos	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Risco de vida+ destruição de propriedade + causa	16,7	8,3	-8,3	26,3	15,8	-10,5
Resposta evidenciando concepções alternativas		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Não responde		8,3	12,5	4,2	15,7	21,1	5,3

Verifica-se, também, a existência de Não respostas, no pré-teste e no pós-teste (tabela 16). No entanto, todas as Não respostas dizem respeito a respostas que ou repetiam a expressão da questão

ou afirmavam que o risco era o vulcão entrar em erupção ou que o risco era o aumento da temperatura (apenas no pré-teste), sem, contudo, em nenhum destes dois últimos casos, se perceber, no discurso dos alunos, que riscos existem para as populações locais se o vulcão entrar em erupção e o que é que o aumento da temperatura local pode afetar as pessoas. Assim, essas respostas foram classificadas como Não responde, pois não foi detetado qualquer conteúdo nas mesmas que mostrasse evidências que o aluno perfilhava concepções, aceites ou alternativas, sobre este assunto.

Também se constata que não foram encontradas, em nenhum dos testes, respostas que nos parecessem conter evidências de concepções alternativas (tabela 16). No entanto, em três respostas (uma no pré-teste e duas no pós-teste), dadas por alunos da turma X, notou-se alguma confusão entre os termos lava e magma, pois os alunos utilizaram, equivocadamente, o termo magma para referir que, durante a erupção vulcânica, a lava podia destruir propriedades, ferir ou matar alguém. Contudo, este equívoco não foi tido em conta, pois consideramos que a ideia do aluno era que o material expelido pelo vulcão poderia causar danos em propriedades ou causar risco de vida ou ferimentos, a quem vive nas suas proximidades.

Assim, pareceu-nos que, para além de os alunos revelarem ter desenvolvido pouco conhecimentos concetuais sobre os riscos de viver perto de vulcões, comparativamente, nenhuma das turmas, nesta questão, revelou ter desenvolvido mais conhecimentos concetuais do que a outra. Aliás, em ambas as turmas, do pré para o pós-teste, verifica-se uma ligeira redução de Respostas Incompletas (TX: -4,2%; TY: -5,3%) e igual aumento de Não respostas (TX: 4,2%; TY: 5,3%). Estes resultados podem significar que, no pós-teste, ou os alunos de ambas as turmas não se empenharam tanto na elaboração de uma resposta a esta questão, ou, na realidade, não desenvolveram novos conhecimentos concetuais sobre este assunto, durante o EOABRP *online*.

Na verdade, estávamos à espera que os alunos revelassem, logo à partida, alguns conhecimentos sobre esses riscos e respetivas causas, pois, por vezes, em notícias transmitidas pelos *media* são relatados os riscos que certas populações sofrem durante uma erupção vulcânica. Acresce que, para além de, nos trabalhos finais, muitos dos grupos, das duas turmas, abordaram assuntos relacionados com o que acontece numa erupção vulcânica, foi-lhes sugerido que consultassem informação relacionada com as consequências da erupção do vulcão dos Capelinhos (Açores), que ocorreu no século passado. No entanto, tanto no pré-teste como no pós-teste, grande parte dos alunos não menciona riscos para as pessoas, para as suas propriedades e recursos, associados a possíveis

causas desses riscos. Este facto pode significar que ou os alunos não compreenderam a relação entre o que acontece numa erupção vulcânica e as consequências da mesma para as populações próximas desse vulcão, ou não desenvolveram conhecimentos sobre os riscos causados por uma erupção vulcânica para a população local.

4.2.8. Opiniões dos alunos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa

Na última questão do teste de conhecimentos (questão 2.4), era pedido aos alunos que explicassem o significado de “zona tectonicamente ativa”.

Não se encontraram respostas que definissem, de forma completa e cientificamente correta, o que significa zona tectonicamente ativa (tabela 17), pois nenhum aluno mencionou que, por corresponder a uma zona de limites ou fronteiras de placas tectónicas com grande atividade, é uma zona sujeita a intensa atividade vulcânica e sísmica. Assim, nenhuma resposta foi considerada compatível com o que é cientificamente aceite e que foi estabelecido nos critérios de correção do teste de conhecimentos (anexo 8). Parece, portanto, que nenhum aluno, de nenhuma das turmas, desenvolveu, na totalidade, conhecimentos concetuais que lhe permitisse explicar, de forma completa, o que é uma zona tectonicamente ativa.

Verifica-se que, vários alunos, das duas turmas, tanto no pré (TX: 70,8%; TY: 31,6%;) como no pós-teste (TX: 45,8%; TY: 47,4%), apresentam Respostas Incompletas (tabela 17). De entre essas respostas, a mais frequente, nas duas turmas, tanto no pré (TX: 58,3%; TY: 26,3%) como no pós-teste (TX: 29,2%; TY: 36,9%) diz respeito ao facto de ser uma zona de grande atividade vulcânica (tabela 17). Seguem-se algumas transcrições (excertos ou na íntegra) dessas Respostas Incompletas, dadas pelos alunos no pré-teste (A) e no pós-teste (D):

- “[...] é uma zona onde um vulcão pode entrar em erupção a qualquer momento.” (TX3A);
- “[...] é uma zona onde existem muitos vulcões que estão ativos que podem entrar em erupção a qualquer momento.” (TY4A);
- “É uma zona de grande atividade vulcânica, estão sempre a haver pequenas erupções” (TX8D);
- “[...] é aquela que o vulcão está ativo e pode ‘explodir’ a qualquer momento os seus resíduos”. (TY14D).

Constata-se que, vários alunos, das duas turmas, no pré (TX: 8,3%; TY: 15,8%) e no pós-teste (TX: 33,3%; TY: 42,1%) apresentaram respostas que nos pareceu que continham evidências de

concepções alternativas (tabela 17). Verifica-se, também, que, alguns alunos, das duas turmas, apresentam Não respostas a esta questão (tabela 17), no pré-teste (TX: 16,7%; TY: 31,6%) e no pós-teste (TX: 20,8%; TY: 21,1%). No entanto, algumas dessas Não respostas foram assim classificadas por não se entender a ideia do aluno e não se ter detetado qualquer conteúdo nas mesmas que mostrasse evidências que o aluno perfilhava concepções, aceites ou alternativas, sobre este assunto. Parece, portanto, que nenhuma das turmas, nesta questão, revelou ter desenvolvido mais conhecimentos conceituais do que a outra, pois, nas duas turmas, verificou-se um aumento global (TX: 25,0%; TY: 26,3%) de Respostas Evidenciando Concepções alternativas e uma redução de Respostas Incompletas (TX: -29,1%; TY: -15,8%), do pré para o pós-teste (tabela 17).

Tabela 17 - Concepções dos alunos sobre o que é uma zona tectonicamente ativa (%)

(N=43)

Categorias de Resposta		Turma X (n=24)			Turma Y (n=19)		
		Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Resposta Correta		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resposta incompleta	Zona de grande atividade sísmica	12,5	8,3	-4,2	10,5	0,0	-10,5
	Zona de grande atividade vulcânica	62,5	29,2	-33,3	42,1	26,3	-15,8
	Zona de grande atividade sísmica e vulcânica	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Zona de limite de placas litosféricas cuja colisão origina processos que envolvem energia	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Zona de colisão de placas litosféricas, com grande atividade sísmica	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	10,5
Resposta evidenciando concepções alternativas		8,3	33,3	25,0	15,8	42,1	26,3
Não responde		16,7	20,8	4,1	31,6	21,1	-10,5

As respostas dadas pelos alunos classificadas na categoria “Evidenciando concepções alternativas” parecem ter subentendidas diferentes concepções alternativas (tabela 18), relacionadas com aspetos distintos, designadamente com “o que é uma zona tectonicamente ativa”, “o que existe numa zona tectonicamente ativa”, e com “o que acontece numa zona tectonicamente ativa”. Uma das concepções alternativas só surgiu numa das turmas, no pós-teste (TX: A); outra só surgiu numa das turmas, nos dois testes (TX: B); e outra surgiu nas duas turmas, nos dois testes (concepção alternativa C). De entre essas concepções alternativas (tabela 18), a que, para além de prevalecer sobre as outras, nas duas turmas, aumenta a sua frequência do pré (TX: 1; TY: 3) para o pós-teste (TX: 4; TY: 8), tem a

ver com a ideia que a zona do Pacífico é ‘a zona’ onde as placas litosféricas se movimentam (conceção alternativa C), o que evidencia que os alunos consideram isso como anormal. Os seguintes exemplos ilustram as respostas deste tipo, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Uma zona tectonicamente ativa é uma zona em que as placas tectónicas alteram-se regularmente, ou seja, não estão bem fixas” (TY8A);
- “Uma zona tectonicamente ativa é um local onde há placas tectónicas que estão espalhadas pela litosfera, estão em movimento constante” (TX18D);

Tabela 18 – Conceções alternativas dos alunos sobre a importância da atividade vulcânica para a vida na Terra (f)

Conceções Alternativas		Turma X		Turma Y	
		Pré (n=2)	Pós (n=8)	Pré (n=3)	Pós (n=8)
O que é uma zona tectonicamente ativa	A – É uma zona pronta a explodir	0	2	0	0
O que existe numa zona tectonicamente ativa	B – É uma zona constituída por placas tectónicas	1	2	0	0
O que acontece numa zona tectonicamente ativa	C – É uma zona em que as placas tectónicas se movimentam	1	4	3	8

Ora, o facto de a frequência da conceção alternativa C ser superior no pós-teste, pode significar que, embora os alunos tenham desenvolvido o conhecimento da existência de placas litosféricas na superfície terrestre, os mesmos não parecem ter compreendido a existência de zonas com limites ou fronteiras de placas litosféricas, bem como parecem não ter compreendido, no global, os processos de movimentação dessas estruturas. Estes resultados parecem ir ao encontro do que é dito por Francek (2013), que menciona conceções alternativas semelhantes evidenciadas em diferentes estudos.

4.3. Análise da evolução do desempenho dos alunos na resolução de problemas

Para verificar a existência ou não de evolução no desempenho dos alunos das duas turmas na resolução de problemas, foram analisadas as respostas dadas pelos mesmos às duas questões do teste de aferição do desempenho na resolução de situações problemáticas, de acordo com cada uma das dimensões de análise definidas previamente (subsubcapítulo 3.8.2).

Os resultados obtidos em cada questão são apresentados separadamente, uma vez que dizem respeito a temas diferentes, e por turma, como se segue: análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a construção de zonas habitacionais junto ao sopé de um vulcão

(4.3.1); e análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a poluição aquática (4.3.2).

Note-se que, dois alunos da turma X, por motivo de ausência à aula, não responderam a um dos testes (pré ou pós-teste), por isso, a amostra considerada nesta análise é de 42 alunos em vez dos 44.

4.3.1. Análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a construção de zonas habitacionais no sopé de um vulcão

Na primeira situação problemática, o aluno era convidado a participar numa equipa que tinha de ajudar a tomar uma decisão sobre a construção de uma zona habitacional junto ao sopé de um vulcão.

Verifica-se que, embora não tenham sido encontradas nas resoluções apresentadas pelos alunos, das duas turmas, evidências da presença total das diferentes competências, foram encontradas, nos dois testes, evidências da presença parcial das competências C1, C2, C3, C5, C7 e C8 (tabela 19).

Tabela 19 – Competências de RP evidenciadas nas respostas à primeira situação problemática (%)

(N=42)

Competências	Turma X (n=22)						Turma Y (n=20)					
	Pré			Pós			Pré			Pós		
	P	PP	A	P	PP	A	P	PP	A	P	PP	A
C1 - Identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada	0,0	63,6	36,4	0,0	86,4	13,6	0,0	75,0	25,0	0,0	75,0	25,0
C2 - Prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	0,0	63,6	36,4	0,0	86,4	13,6	0,0	75,0	25,0	0,0	75,0	25,0
C3 - planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	0,0	63,6	36,4	0,0	77,3	22,7	0,0	75,0	25,0	0,0	75,0	25,0
C4 - Prevê/identifica fontes de pesquisa	0,0	18,2	81,8	0,0	31,8	68,2	0,0	0,0	100,0	0,0	20,0	80,0
C5 - Planifica estratégias de resolução	0,0	50,0	50,0	0,0	68,2	31,8	0,0	60,0	40,0	0,0	70,0	30,0
C6 - Pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	5,0	95,0	0,0	5,0	95,0
C7 - Conclui e finaliza raciocínios	0,0	22,7	77,3	0,0	31,8	68,2	0,0	25,0	75,0	0,0	40,0	60,0
C8 - Efetua juízos críticos/valorativos	0,0	45,5	54,5	0,0	13,6	86,4	0,0	30,0	70,0	0,0	20,0	80,0

Legenda: P – Presença; PP – Presença parcial; A – Ausência

A competência C1 apenas foi evidenciada em parte (tabela 19), nas duas turmas, tanto no pré-teste (TX: 63,6%; TY: 75,0%) como no pós-teste (TX: 86,4%; TY: 75,0%), pois nenhum aluno mencionou os três aspectos considerados evidências necessárias desta competência (anexo 9), são eles: o reconhecimento da possível existência de atividade vulcânica do local e conseqüente necessidade de ser investigada essa existência; o reconhecimento da possibilidade de riscos para a população derivados da atividade vulcânica e conseqüente necessidade de análise; o reconhecimento da necessidade de ser tomada uma decisão com base em evidências recolhidas. Ora, as respostas de grande parte dos alunos, das duas turmas, ou apenas menciona, de alguma forma, a necessidade de se investigar sobre a existência de atividade vulcânica no local, ou acrescenta ser necessário tomar uma decisão com base nas evidências recolhidas, conforme ilustram as seguintes transcrições de respostas obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “O que eu fazia era investigar bem se o vulcão está extinto ou não. Se estivesse extinto apoiava a construção da cidade, se não estivesse extinto eu não apoiava a construção da cidade.” (TX13A);
- “Primeiramente eu estudaria o nível de atividade vulcânica daquele período. Depois pediria ajuda a profissionais para me darem a sua opinião e chegarmos a uma conclusão e depois aplicá-la. [...]” (TY20A);
- “Em primeiro lugar verificava se o vulcão estava tectonicamente ativo [...] em segundo lugar tinha que ter muito cuidado com os gases e a lava, em terceiro investigava o vulcão e em quarto lugar recolhia amostras para fazer experiências.” (TX1D);
- “Em primeiro lugar iria investigar o vulcão, as últimas erupções, se está adormecido ou não, para que a população que for para lá morar, ou não, esteja protegida. [...] ia até ao vulcão ver como é a terra do sopé [...] ver se tinha área [...] Depois de ter estas informações todas escrevia o relatório pedido.” (TY16D).

Constata-se, também, que alguns alunos, das duas turmas, parecem não ter identificado, interpretado ou compreendido esta situação problemática (tabela 19), pois as suas respostas, no pré (TX: 36,4%; TY: 25,0%) e no pós-teste (TX: 13,6%; TY: 25,0%), não evidenciavam que o aluno tinha a consciência de que se encontrava perante um problema, com dadas características. Apresentam-se de seguida alguns exemplos dessas respostas, dadas por alunos no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Não se deve construir uma área habitacional no sopé do vulcão porque se entrar em erupção pode destruir tudo e matar as pessoas que lá vivem.” (TX1A);
- “Em primeiro lugar, eu penso que não se deve construir uma cidade nos arredores do vulcão dos Capelinhos, porque se o vulcão entrar em erupção, uma cidade inteira fica em risco. Em segundo lugar, uma vez que o relevo é mais montanhoso (por ser perto de vulcões), os agricultores não poderão produzir os seus alimentos. Resolução do problema: para poder resolver o problema, mais afastado do vulcão dos Capelinhos, num relevo mais plano, construía-se a cidade.” (Y17A)

- “Diria no relatório ao presidente do Governo Autónomo dos Açores que não podia construir uma cidade nos arredores do vulcão dos Capelinhos, porque se o vulcão entrasse em erupção destruiria toda a cidade em redor.” (TX22D)
- “Primeiro ia fazer inquéritos a algumas pessoas da ilha, para saber a sua opinião sobre a construção de habitações no sopé do vulcão. Depois iria ao local para ver se é um local onde pode haver uma área habitacional. Com estas informações eu iria decidir, com a minha equipa, se se devia ou não construir habitações no sopé do vulcão.” (TY17D).

Relativamente à Competência C2, que apenas foi evidenciada parcialmente (tabela 19), tanto no pré-teste (TX: 86,4%; TY: 75,0%) como no pós-teste (TX: 86,4%; TY: 75,0%), nenhum aluno identificou os dois fatores relevantes (a existência, ou não, de atividade vulcânica e as possibilidades de existência de riscos para a população), e avaliou o peso relativo dos mesmos para a tomada de decisão sobre a construção do aglomerado populacional, conforme era exigido para que a resposta evidenciasse a presença total desta competência (anexo 9). Aliás, a maior parte das respostas dos alunos das duas turmas apenas evidência a presença de um fator, a possibilidade de existência de atividade vulcânica no local, conforme ilustram os seguintes extratos de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Eu recolheria informações do tipo: será que há quanto tempo houve uma erupção?, se o vulcão estaria ativo, se as perguntas se afirmassem, ou que tivesse ocorrido há pouco tempo uma erupção eu não construía mas se fossem resultados negativos (e que não houvesse perigo) eu construiria.” (TX12A);
- “Primeiro investigava quanto tempo é que o vulcão tem até entrar em erupção. Se o tempo fosse muito aí construiria uma área habitacional.” (TY6A);
- “Em primeiro lugar eu investigava se o vulcão estava tectonicamente ativo. Se tivesse não podia construir, se não estivesse sim podia construir [...]. Em segundo lugar o vulcão era melhor para a agricultura [...]” (TX15D);
- “Em primeiro lugar teríamos que saber se o vulcão está ativo ou não. Saber se existiria possibilidade de o vulcão entrar em erupção. Em segundo teríamos de estudar bem o local e teríamos de fazer um questionário às pessoas [...]” (TY10D).

Conforme ilustram os exemplos de resposta que se seguem, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D), vários alunos apresentam respostas que não se encontraram evidências da presença da competência C2:

- “Eu estou do contra porque se houver uma erupção vulcânica pode matar várias populações.” (TX7A);
- “Em primeiro lugar teria de fazer um ‘teste se aquele local era bom para construir. Em segundo lugar todos deviam ajudar. Logo de seguida devíamos tentar não construir muito perto do vulcão, porque se ele entrasse em erupção não atingir a cidade muito ‘depressa’. Por último devíamos de ver se os Açores têm dinheiro para isso.” (TY14A);
- “Acho que não deveria ser uma zona habitacional mas sim uma área só destinada à agricultura. 1°

devia-se construir uma área fértil. Assim iria ser melhor e mais produtiva essa atividade (agricultura).” (TX19D);

- “Construiria mais longe um bocado as casas pois assim nas outras partes construía vegetação.” (TY19D).

A Competência C3, que diz respeito à planificação/definição de tarefas múltiplas conducentes à resolução de problemas, foi parcialmente evidenciada na maior parte das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas (tabela 19), no pré-teste (TX: 63,6%; TY: 75,0%) e no pós-teste (TX: 86,4%; TY: 75,0%). Nessas respostas, a maioria dos alunos referem a tarefa de investigar a atividade vulcânica do local, acrescentando outras tarefas consideradas pouco relevantes para a resolução do problema, mas não mencionam tarefas que permitam averiguar a possibilidade de riscos para a população. Apresentam-se de seguida alguns extratos de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “1º teria de saber se o vulcão entra muitas vezes em erupção. 2º teria de saber qual era o tipo de terreno à volta; 3º teria de saber qual o tipo de cidade [...]” (TX10A);
- “[...] iria recolher informações sobre a atividade vulcânica e tectónica da zona do Faial, depois analisaria a área [...]. Verificava a solidez do terreno e pesquisaria sobre o vulcão. [...]” (TY9A)
- “Teríamos de verificar se o vulcão está ativo, se sim à partida era bastante perigoso construir lá habitações. Também tinha de se verificar o solo pois se o vulcão fosse rodeado de lama não se podia construir [...]” (TX6D);
- “Necessitava de saber se o vulcão está adormecido para não destruir as casas que, provavelmente, seriam aí construídas. Tinha o cuidado de saber e conhecer alguns materiais para construir edifícios [...]”; (TY1D).

Algumas respostas dos alunos, das duas turmas, dadas no pré (TX: 36,4%; TY: 25,0%) e no pós-teste (TX: 13,6%; TY: 25,0%), não apresentavam evidências da presença desta competência (tabela 19), conforme se mostra nas seguintes transcrições (partes ou na íntegra) de respostas obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Iria dizer que não sabia porque é perigoso mas traz benefícios.” (TY5A);
- “Em primeiro mostraria ao Governo todos os perigos que correríamos, através de um conjunto de pessoas que tivessem alguma especialidade. Em seguida recolheria dada os para a população estar mais bem informada [...] Desta forma não aceitaria o pedido [...]” (TX22D)

No que diz respeito à Competência C4, relacionada com a previsão/ identificação de fontes de pesquisa, a maioria das respostas obtidas, no pré (TX: 81,8%; TY: 100,0%) e no pós-teste (TX: 68,2%; TY: 80,0%), não evidenciavam a presença desta competência (tabela 19), conforme ilustram os exemplos de respostas que se seguem, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Em primeiro lugar ir investigar o local. Tinha também de saber se o local podia entrar em erupção. Se não entrasse estava tudo bem.” (TX20A);
- “Bem, 1º veria se o vulcão entrava várias vezes em erupção, se entrasse não era boa ideia. Depois se era um bom lugar para a agricultura e para a criação de animais. Pois o habitante podia ser agricultor. Visto estas situações aí sim decidia. (TY3D);

No entanto, esta competência também foi parcialmente evidenciada nas respostas dadas por alguns alunos, de uma das turmas, no pré-teste (TX: 18,2%), e das duas turmas, no pós-teste (TX: 31,8%; TY: 20,0%). A maior parte destas respostas menciona a recolha de amostras para se proceder à investigação sobre a atividade vulcânica, mas não refere a recolha de informações relativas à possibilidade de riscos para a população. Seguem-se algumas transcrições que ilustram este tipo de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “[...] recolhia informação sobre o vulcão e também quantas vezes entrou em erupção e quando. Tirava uma amostra de lava [...]” (TX9A);
- “[...] recolheria amostras de lava do vulcão (do magma fossilizado) e da vegetação ao redor [...]” (TX8D);
- “[...] poria umas câmaras especiais para ver o comportamento do vulcão.” (TY11D).

Relativamente à Competência C5, relacionada com a planificação de estratégias de resolução, constata-se que foi parcialmente evidenciada em muitas das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas (tabela 19), no pré (TX: 50,0%; TY: 60,0%) e no pós-teste (TX: 68,2%; TY: 70,0%), não tendo sido encontradas respostas com evidências da presença total da competência de planificação de estratégias conducentes à resolução do problema. Na verdade, a maior parte das respostas evidencia uma planificação de estratégias muito simples, contemplando a análise dos resultados para a tomada de decisão, mas não referindo estratégias capazes de conduzir à identificação e análise de possíveis riscos para a população, conforme mostram os seguintes extratos de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Para começar, iria até ao local ver como seria o ambiente e terreno. Depois, verificava se havia no mínimo gente para morar. De seguida pesquisava se o vulcão se ativa muitas vezes [...]. Já com estes dados todos, pesquisava se seria possível construir uma área habitacional no sopé do vulcão, e veria se vale a pena ou se não vale a pena construir, e só depois escreveria o relatório pedido.” (TY16A);
- “1º teria de saber o tipo de solo [...]; 2º teria de saber se o vulcão costuma entrar em erupção [...]; 3º teria de saber como seria a planta da cidade[...]; 4º teria de saber se há pessoas a querer ir viver no sopé do vulcão [...]; 5º avaliar os dados recolhidos; 6º se pode ser construído muito bem, se não, não e depois de isto tudo escrever o relatório ao Presidente do Governo Autónomo dos Açores. ” (TX10D);

- “[...] a primeira coisa que fazia era investigar sobre a atividade vulcânica [...], caso o resultado indicasse que há pouca atividade, procederia para o estudo dos minerais existentes [...] e os benefícios que este poderia vir a dar. Depois desses estudos, verificava a fertilidade do vulcão [...]; Depois de todos estes processos, verificava se o relevo permitia a construção de casa e fazia um estudo sobre a atividade tectônica do lugar. Só depois de tudo isto daria a autorização para a construção da cidade.” (TY9D).

Constata-se, também, que algumas respostas dadas pelos alunos, das duas turmas, no pré (TX: 50,0%; TY: 40,0%) e no pós-teste (TX: 31,8%; TY: 30,0%), não apresentavam evidências da presença da competência C5 (tabela 19), pois não incluem qualquer planificação de estratégias de atuação, conforme ilustram os seguintes exemplos de respostas obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “ Eu não construiria porque, não só porque o vulcão podia entrar em erupção, e se fosse para construir punha um pouco mais longe do vulcão, que assim, se entrar em erupção as pessoas deveriam ter tempo de fugir.” (TY19A);
- “A erupção do vulcão é boa para a agricultura, essa informação pode-se encontrar na net.” (TX7D).

A Competência C6, que diz respeito ao trabalho de equipa e de discussão de opiniões, apenas foi evidenciada parcialmente numa resposta (5%), dada no pré-teste e no pós-teste (tabela 19), por diferentes alunos de uma das turmas (TY). Na resposta no pré-teste, o aluno afirma que “[...] pediria ajuda a profissionais para me darem a sua opinião e chegarmos a uma conclusão e depois aplicá-la [...]” (TY20). Na resposta ao pós-teste, o aluno afirma que “[...] iria decidir com a minha equipa se deveria, ou não, construir habitações no sopé do vulcão.” (TY17). Nestas duas respostas não foi explicitado que seriam analisadas e, ou, discutidas as diversas opiniões, pelo que se considerou que as mesmas só evidenciavam parcialmente a competência C6. As restantes respostas não evidenciam a presença desta competência (tabela 19), pois os alunos não mencionam, nem a cooperação com especialistas, nem a interação entre membros da equipa.

No que diz respeito à Competência C7, relacionada com a conclusão de raciocínios, também, apenas foi evidenciada a sua presença parcial em algumas das respostas obtidas no pré (TX: 22,7%; TY: 25,0%) e no pós-teste (TX: 31,8%; TY: 40,0%), pois os alunos ou apenas concluem alguns dos raciocínios que realizaram sobre a necessidade de se verificar a existência de atividade vulcânica no local, ou apenas concluem os raciocínios que realizaram sobre a possibilidade de construção da zona habitacional. Seguem-se alguns exemplos destas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “[...] Se as erupções forem muito elevadas aí acho que não se devia construir uma cidade devido à lava que para além de ser de temperaturas muito elevadas pode matar.” (TX18A);

- “Para o relatório pedido, eu iria primeiro pesquisar se o vulcão está ativo para não entrar em erupção, se ainda estivesse ativo desistia logo de fazer as casas pois o vulcão poderia entrar em erupção e poderia morrer, se tivesse inativo poderia construir, depois de pedir autorização ao Presidente do Governo Autónomo dos Açores.” (TY4A).”;
- “Em primeiro lugar verificava se o vulcão não estava ativo, se não estivesse poder-se-ia então construir as casas. Se estivesse ativo e entrasse em erupção poderia chegar às casas e destruir tudo mas se não chegasse às casas e apenas a campos de agricultura, se existirem, poderia tornar fértil o solo.” (TX11D);
- “Necessitava de saber se o vulcão está adormecido para não destruir as casas que, provavelmente, seriam aí construídas. Tinha o cuidado de saber e conhecer alguns materiais para construir os edifícios na encosta do vulcão, que não fossem prejudiciais para o ambiente.” (TY1D).

No entanto, na maior parte das respostas, dadas no pré (TX: 77,3%; TY: 75,0%) e no pós-teste (TX: 68,2%; TY: 60,0%), não foi evidenciada a Competência C7 (tabela 19). Este tipo de respostas é ilustrado com os seguintes exemplos de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Primeiro investigava quanto tempo é que o vulcão tem até entrar em erupção, se o tempo fosse muito aí construía uma área habitacional.” (TY6A).”;
- “Em primeiro lugar eu via se o vulcão estava tectonicamente ativo. Se estivesse, não poderia construir, se não estivesse, sim poderia construir uma área habitacional no sopé do vulcão. Em segundo lugar era melhor para a agricultura e também temos que ver se a água está no estado líquido ou gasoso.” (TX15D).

Por fim, na maior parte das respostas, obtidas no pré (TX: 54,5%; TY: 70,0%) e no pós-teste (TX: 86,4%; TY: 80,0%), a competência C8, relacionada com juízos críticos ou valorativos, não foi evidenciada (tabela 19). Seguem-se alguns exemplos dessas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Para o relatório pedido eu veria se o vulcão ainda está ativo para não corrermos riscos de haver uma erupção que destrua as casas.” (TY1A);
- “Em 1º lugar deve-se saber se o vulcão está extinto ou não para, no caso de estar ativo, as pessoas estarem mais alertadas. Em 2º lugar saber algumas características do vulcão como: se é boa para o turismo, a área e o terreno à volta é bom para a agricultura.” (TX13D).

Apenas em algumas das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas, no pré (TX: 45,5%; TY: 30,0%) e no pós-teste (TX: 13,6%; TY: 20,0%), se evidenciou parcialmente a presença da Competência C8 (tabela 19), sendo que, na totalidade destas respostas, os alunos expressam um juízo de valor sobre a tomada de decisão, ou não, de construção da zona habitacional, mas não efetuam qualquer juízo crítico sobre a resolução que apresentam. Apresentam-se de seguida alguns excertos dessas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “[...] E se existiria alguém interessado em morar na cidade que se ia construir pois se não existisse era dinheiro gasto sem nenhuma finalidade.” (TX6A);
- “Em primeiro lugar seria bom construir uma área habitacional pois era benéfico para a agricultura. Em segundo lugar não seria bom porque se vão construir no sopé do vulcão não é exato quando o vulcão irá entrar em erupção. Concluindo acho que não deve ser construída uma área de habitação pois é muito perigoso e pode matar milhares de habitantes.” (TY2A);
- “[...] Desta forma não aceitaria o pedido, e através de um grupo de pessoas com o mesmo pensamento, iríamos fazer o melhor para que os cidadãos não corressem perigo.” (TX22D);
- “[...] Eu penso que algumas pessoas gostariam de viver naquele local, pois existe uma excelente vista para os moradores [...]. Por outro lado, algumas pessoas não gostariam de viver naquele local, porque existe sempre o mínimo risco do vulcão entrar em erupção.” (TY10D).

Quando os resultados do nosso estudo são comparados com os resultados apresentados por Gandra (2001), que estudou os efeitos do EOABRP presencial no desenvolvimento de competências conceituais na área das Ciências, em alunos do 9º ano de escolaridade, os nossos resultados parecem ser parcialmente compatíveis, pois, também evidenciaram todo o conjunto de competências de RP descritas por Gandra (2001). No entanto, com exceção de duas das competências (relacionadas com a previsão de fontes de pesquisa e com a ponderação do trabalho em equipa), a maior parte das competências de RP foram evidenciadas em maior percentagem no estudo por nós realizado. Os resultados por nós obtidos também são semelhantes aos resultados obtidos por Vieira (2007), com alunos de 8ºano de escolaridade, embora estes pareçam ser mais favoráveis do que os nossos nas competências relacionadas com a identificação de fatores relevantes e avaliação do peso relativo dos mesmos, com a planificação de estratégias de resolução e com a ponderação de trabalho de equipa. Já o estudo realizado por Silva, Leite & Pereira (2013), com estudantes mais jovens (7º ano), parece apresentar resultados menos favoráveis que os nossos, exceto na competência relacionada com a identificação de fatores relevantes e avaliação do peso relativo dos mesmos. Estes factos podem significar que a situação problemática utilizada no nosso estudo podia ter maior complexidade e, por isso, pode ter sido mais difícil para os alunos que participaram no nosso estudo identificar os fatores relevantes para a resolução de problemas.

Uma vez que nem todos os alunos revelaram ter evoluído em todas as dimensões analisadas, e que, em alguns casos, se verificou que alguns alunos, das duas turmas, regrediram, procedeu-se a uma análise global do percurso de cada aluno, do pré para o pós-teste, apresentando-se, na tabela 20, os resultados da análise das evoluções dos alunos nas oito dimensões de análise consideradas.

Tabela 20 – Evolução dos alunos do pré para o pós-teste nas oito dimensões de análise consideradas, para a primeira situação problemática (%) (N=42)

Competências	Turma X (n=22)			Turma Y (n=20)		
	Evolui	Mantém	Regride	Evolui	Mantém	Regride
C1 - Identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada	22,7	77,3	0,0	10,0	80,0	10,0
C2 - Prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	27,3	72,7	0,0	5,0	90,0	5,0
C3 - planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	13,6	86,4	0,0	10,0	80,0	10,0
C4 - Prevê/identifica fontes de pesquisa	22,7	68,2	9,1	20,0	80,0	0,0
C5 - Planifica estratégias de resolução	22,7	72,7	4,6	10,0	90,0	0,0
C6 - Pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	0,0	100,0	0,0	5,0	90,0	5,0
C7 - Conclui e finaliza raciocínios	18,2	72,7	9,1	35,0	45,0	20,0
C8 - Efectua juízos críticos/valorativos	4,5	59,1	36,4	15,0	65,0	20,0

Constata-se que, em ambas as turmas, a maior parte dos alunos não revelou ter evoluído ou regredido, mantendo respostas que ou evidenciam a presença parcial das diferentes competências, ou evidenciam a ausência dessas competências (tabela 20). Verifica-se, também, que, exceto no caso da Competência C6, nas duas turmas, alguns alunos revelaram ter evoluído (tabela 20). No entanto, em alguns casos (C1, C2 e C5), relacionados com a compreensão da situação problemática, com a previsão de fatores relevantes e de avaliação do peso dos mesmos, e com a planificação de estratégias de resolução, a evolução da turma X é ligeiramente maior, do que na turma Y (tabela 20). Em outros casos (C7 e C8), relacionados com a conclusão de raciocínios e com a efectuação de juízos críticos e valorativos, a evolução da turma Y é maior do que a da turma X (tabela 20). Por outro lado, existem casos em que os alunos revelam ter regredido (tabela 20), sendo que nuns casos (C1, C3 e C7) a percentagem dessa regressão é maior na turma Y, enquanto que em outros (C4 e C8) a percentagem dessa regressão é maior na turma X.

Parece, portanto, que na turma X, considerada pelos respetivos docentes da turma como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, houve um pouco mais de alunos a

desenvolver competências de resolução de problemas relacionadas com a compreensão da situação problemática, com a previsão de fatores relevantes e avaliação do peso dos mesmos, com a previsão de fontes de pesquisa, e com a planificação de estratégias de resolução, do que na turma Y. Contudo, na turma Y, considerada pelos respetivos docentes da turma como reveladora de maior desempenho académico e comportamental, houve um pouco mais de alunos a desenvolver competências de resolução de problemas relacionadas com a conclusão de raciocínios e com a efectuação de juízos críticos e valorativos. Estes resultados podem significar que ou o EOABRP *online* é mais eficaz no desenvolvimento de competências de resolução de problemas em alunos com desempenhos académicos e comportamentais menos satisfatórios, ou que os alunos da turma Y, considerada melhor a nível de desempenho académico e comportamental, possuíam, logo à partida, maiores competências de RP, não sendo, por isso, tão notória a evolução dos mesmos, do pré para o pós-teste.

Estes resultados são também compatíveis com os resultados de estudos realizados por investigadores que estudaram os efeitos do EOABRP presencial no desenvolvimento de competências de RP na área das Ciências, em alunos do 9º ano de escolaridade (Gandra, 2001) e do ensino secundário (Chang & Barufaldi, 1999), pois também nesses estudos se verificou que os alunos evoluíram do pré para o pós-teste, e que a maioria dos alunos manteve o nível de competências de RP. Também são semelhantes aos resultados obtidos no estudo realizado por Vieira (2007), em que foi usado o EOABRP através de *WebQuests* longas e curtas, e nos estudos realizados por Chang (2001) e por Chang et al (2007), que envolveram alunos do ensino secundário que resolveram problemas em ambientes de aprendizagem *online*, já que apresentaram resultados que suportam a evolução dos alunos no desenvolvimento de competências de RP. No entanto, os estudos realizados por Gandra (2001) e por Vieira (2007) apresentam resultados mais favoráveis relativamente à evolução dos alunos nas diferentes competências, do que os resultados por nós obtidos. Ora, como os temas tratados nestes estudos são diferentes dos nossos, este facto pode significar que o tema tratado na nossa situação problemática pode ser mais complexo do que os temas tratados nos referidos estudos. Porém, a menor evolução constatada no presente estudo pode, também, significar que os alunos envolvidos no nosso estudo possuíam, antes do ensino, mais competências de RP e, por isso, não evoluíram ou desenvolveram tanto as competências de RP como os que participaram nesses outros estudos. Por outro lado, ainda, os resultados obtidos podem dever-se à intensidade da intervenção que pode não ter sido suficientemente forte para que os alunos desenvolvessem mais as suas competências de RP.

4.3.2. Análise comparativa das respostas das duas turmas à situação problemática sobre a Poluição aquática

Na segunda situação problemática, convidava-se os alunos a imaginar que iam participar numa equipa que tinha de elaborar uma proposta que apresentasse formas de remediar um determinado problema ambiental de poluição aquática cujas causas não eram bem conhecidas.

Verifica-se que foram encontradas evidências da presença total, ou parcial, de quase todas as diferentes competências (C2, C3, C4, C5, C7 e C8) nas resoluções apresentadas pelos alunos, das duas turmas, nos dois testes (tabela 21), embora as suas frequências, na maioria dos casos, sejam reduzidas. Em consequência disso, exceto no caso da competência C1, a maior parte das respostas dos alunos, em qualquer um dos testes, revela a ausência das diferentes competências (tabela 21).

Tabela 21 – Competências de RP evidenciadas nas respostas à segunda situação problemática (%)

(N=42)

Competências	Turma X (n=22)						Turma Y (n=20)					
	Pré			Pós			Pré			Pós		
	P	PP	A	P	PP	A	P	PP	A	P	PP	A
C1 - Identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada	9,1	77,3	13,6	4,5	95,5	0,0	0,0	100,0	0,0	10,0	90,0	0,0
C2 - Prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	0,0	27,3	72,7	0,0	50,0	50,0	0,0	20,0	80,0	0,0	25,0	75,0
C3 - planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	0,0	27,3	72,7	0,0	27,3	72,7	0,0	25,0	75,0	0,0	30,0	70,0
C4 - Prevê/identifica fontes de pesquisa	0,0	18,2	81,8	0,0	13,6	86,4	0,0	15,0	85,0	0,0	10,0	90,0
C5 - Planifica estratégias de resolução	0,0	18,2	81,8	0,0	18,2	81,8	0,0	20,0	80,0	0,0	30,0	70,0
C6 - Pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	0,0	0,0	100,0	0,0	9,1	90,9	0,0	0,0	100,0	0,0	10,0	90,0
C7 - Conclui e finaliza raciocínios	0,0	18,2	81,8	0,0	18,2	81,8	0,0	5,0	95,0	0,0	15,0	85,0
C8 - Efetua juízos críticos/valorativos	0,0	22,7	77,3	0,0	13,6	86,4	0,0	15,0	85,0	0,0	0,0	100,0

Legenda: P – Presença; PP – Presença parcial; A – Ausência

A competência C1, relacionada com a compreensão da situação problemática, foi parcialmente evidenciada na maioria das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas (tabela 21), no pré-teste (TX: 77,3%; TY: 100,0%) e no pós-teste (TX: 95,5%; TY: 90,0%), pois, embora essas respostas

evidenciassem que eles compreenderam que a sua tarefa era ajudar na elaboração de uma proposta de solução para o problema ambiental em causa, o facto é que poucos alunos parecem ter compreendido que as causas do problema ambiental não eram bem conhecidas e, por isso, seguem de imediato para a proposta de uma proposta de solução, em vez de começarem por tentar compreender as causas do problema ambiental. Apresentam-se algumas transcrições que ilustram este tipo de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Em primeiro lugar iria pesquisar a rede de esgotos que vão desaguar ao rio da Póvoa do Varzim e ao mar. Assim poderíamos mudar as canalizações de modo a desaguem numa lixeira, etc. Em relação aos turistas, punha avisos em diversas línguas [...] pela praia e no caso de continuarem, pode-se realizar uma limpeza à praia [...]. (TX3A);
- “Em primeiro lugar, pesquisaria sobre empresas sanitárias da zona, para as poder visitar e propor a alteração dos esgotos e criar uma zona para onde fossem os descarregamentos e onde os fervessem. Depois, melhoraria as condições da agricultura para que não fosse necessário deixar resíduos nos rios. Por fim, fazia campanhas de recolha de lixo [...]” (TY9A);
- “Primeiro teria de estudar o risco da poluição, ou seja, saber se mesmo mudando de sítio onde os resíduos sanitários são descarregados continua a haver perigo para a população. De seguida mudaria então o local das descargas evitando a poluição do oceano, etc., avisaria também os turistas, pondo avisos em várias línguas pedindo para não poluírem [...]. Por fim juntava uns grupos de pessoas dispostas a ajudar a limpeza na praia [...]” (TX3D);
- “Primeiro começava por pôr placas na praia [...] para as pessoas não deitarem lixo para a água ou para o chão [...]. Depois, em segundo lugar falava com os serviços sanitários, com os agricultores e pastores, para não deitarem os resíduos para o mar. Por último contratava um barco para limpar o lixo dos mares [...]” (TY13D).

No entanto, algumas respostas dadas por alunos da turma X, no pré-teste (9,1%), e por alunos das duas turmas, no pós-teste (TX: 4,5; TY: 10%), evidenciam a presença total da C1, pois esses alunos, para além de mostrarem que compreenderam que estavam perante um problema ambiental que exigia propostas de solução, também revelaram que compreenderam que as causas desse problema não eram bem conhecidas, conforme ilustram os seguintes exemplos de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Primeiro era necessário recolher informação das atividades agrícolas, da pecuária e das descargas sanitárias e também a quantidade de turistas que passariam na praia sujando-a. Depois de analisadas as informações, deveria atuar-se o mais rapidamente possível, apresentando campanhas de sensibilização da população [...] e até mesmo atuarmos tentando arranjar voluntários para limparem, pelo menos a areia (da praia).” (TX4A);
- “Em primeiro lugar ia até às fábricas mais próximas para ver se deitam os resíduos fora. Iria ver se as praias tinham muitos caixotes do lixo. Também pesquisava as formas de menor poluição. Analisava as

informações recolhidas e assim ia chegar a uma proposta de solução para a poluição.” (TY16D).

Constata-se, também, que apenas alguns alunos, da turma X, parecem não ter identificado, interpretado ou compreendido esta situação problemática (tabela 21), pois as suas respostas ao pré-teste (TX: 13,6%) não evidenciavam consciência de que se encontravam perante um problema, com determinadas características. Seguem-se alguns exemplos destas respostas (na íntegra ou parte delas), dadas por alunos das duas turmas, no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Pôr placas para as pessoas não deitarem à água. (TX11A);
- “É assim em quase todos os Departamentos de Ambiente das Câmaras Municipais, os avisos são postos nas praias (principalmente), mas as pessoas não sabem respeitar a Natureza e como eu já sei não gostavam nada que essa poluição toda viesse a acontecer nas suas habitações. Gostava também que as praias fossem mais vigiadas e quando vissem as pessoas a serem mal educadas, a poluírem o mar e outros, tomassem logo algumas medidas [...]” (TX18A).

A Competência C2, relacionada com a previsão de fatores relevantes e avaliação do peso dos mesmos, apenas foi evidenciada parcialmente em algumas das respostas dadas pelos alunos (tabela 21), das duas turmas, no pré-teste (TX: 27,3%; TY: 20,0%) e no pós-teste (TX: 50,0%; TY: 25,0%), pois nenhum aluno identificou os três fatores relevantes (a origem da poluição; o tipo de poluição; e as formas de solucionar/remediar esse tipo de poluição), nem avaliou o peso relativo dos mesmos para a tomada de decisão sobre a proposta de remediação do problema ambiental, conforme era exigido para que a resposta evidenciasse a presença total desta competência (anexo 9). Aliás, a maior parte das respostas dos alunos, das duas turmas, apenas evidencia a presença de um fator, relacionado ou com a origem da poluição ou com o tipo de poluição, conforme ilustram os excertos de respostas que se seguem, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Primeiro, iria ver o estado da água e perceber o que se passava. Em segundo, propunha que os homens limpem a praia todos os dias [...]. Também propunha que se construíssem fábricas para ajudar nas descargas sanitárias, na agricultura e na pecuária. [...]” (TX16A);
- “Em primeiro lugar ia ao local para ver como estava a poluição da praia. Depois pesquisava medidas que fizeram noutras praias que já foram poluídas e como conseguiram sair da poluição [...]” (TY16D);
- “Em primeiro lugar tinha de saber o nível da poluição da água. Punha avisos como por exemplo: proibido deitar lixo, coima até 998 euros.[...]” (TX20D);
- “Em primeiro lugar estudava as origens da poluição. Em seguida, criava um contentor onde os agricultores pudessem colocar os resíduos [...]” (TY9D).

Conforme mostra a tabela 21, muitas respostas não evidenciam a presença da competência C2,

pois não prevêem a existência de fatores relevantes para a resolução do problema em causa. Estas respostas são ilustradas de seguida:

- “Teria de arranjar maneira de que a poluição não fosse mandada para o mar e teria de fazer campanhas de sensibilização para as pessoas não poluírem e arranjar uma maneira de que os esgotos não vão parar à praia. Arranjar maneiras de reutilizar a água.” (TY1A);
- “Eu diria aos chefes das empresas para mudar a área e deitar os resíduos ao lixo em vez de os deitar ao rio acabando por infetar as águas por isso teriam de mudar as empresas.” (TX5D).

A Competência C3, relacionada com a planificação/definição de tarefas múltiplas conducentes à resolução de problemas, apenas foi parcialmente evidenciada em algumas das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas (tabela 21), no pré-teste (TX: 27,3%; TY: 25,0%) e no pós-teste (TX: 27,3%; TY: 30,0%)., A maioria dos alunos que deram esse tipo de respostas refere que a tarefa de investigar sobre a origem da poluição e sobre o tipo de poluição, mas não menciona qualquer tarefa de investigação sobre formas de remediar o tipo de poluição diagnosticada. Apresentam-se de seguida alguns excertos destas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “1º teria de saber qual a quantidade de poluição no mar. 2º teria de saber a diferença de poluição de um ano para o outro. 3º teria de saber de onde é que vem todos os resíduos. [...]” (TX10A);
- “Primeiro começava por tirar uma amostra de água para ver o que polui. [...] De seguida via se o petróleo era descarregado ali perto [...]” (TY13A)
- “[...]Umas das pessoas tinham de procurar os mares em que acontece mais vezes essa mancha, e de onde vem essa mancha e como é que propaga. [...]” (TX8D);
- Em primeiro lugar ia até às fábricas mais próximas para ver se deitam os resíduos fora. Iria ver se as praias tinham muitos caixotes do lixo. [...]” (TY16D)

Verifica-se que, grande parte das respostas dos alunos, das duas turmas, no pré (TX: 72,7%; TY: 75,0%) e no pós-teste (TX: 72,7%; TY: 70,0%), não apresentavam evidências da presença da competência C3 (tabela 21), pois não é definida qualquer tarefa a ser realizada, conforme ilustram as seguintes transcrições de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Eu para as pessoas acabarem de atirar lixo para o mar pagava uma quantia boa e ia preso ou uma coisa qualquer desde que as pessoas não poluissem mais.” (TY19A);
- “Diria às pessoas que poluem para não poluírem tanto o mar com resíduos sanitários da cidade, da agricultura e da pecuária.” (TX22D)

No caso da Competência C4, relacionada com a previsão e identificação de fontes de pesquisa, verifica-se que apenas algumas das respostas, obtidas no pré (TX: 18,2%; TY: 15,0%) e no pós-teste

(TX: 13,6%; TY: 10,0%), evidenciam a presença parcial desta competência (tabela 21), pois os alunos ou apenas prevêem a necessidade de se recolher informação sobre a qualidade da água, ou apenas referem a necessidade de se pesquisar informação sobre formas de remediação do problema ambiental. Seguem-se alguns excertos destas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Em primeiro lugar tirava uma amostra de água. [...]” (TX17A);
- “Primeiro começava por tirar uma amostra do mar para ver o que polui [...].” (TY13A);
- “ [...] 2º retirava amostras do mar para ver realmente o que ela tinha. [...] (TX16D);
- “Primeiro ia à internet procurar plantas aquáticas que ajudassem a despoluir [...].” (TY20D).

Constata-se que, a maioria das respostas obtidas no pré (TX: 81,8%; TY: 85,0%) e no pós-teste (TX: 86,4%; TY: 90,0%), evidenciam a ausência da C4 (tabela 21), já que não identificam qualquer fonte de pesquisa sobre a origem, o tipo ou as formas de remediar o problema ambiental em causa. Seguem-se algumas transcrições deste tipo de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Em primeiro lugar o Departamento do Ambiente da Câmara Municipal da Póvoa do Varzim devia pôr trabalhadores nas praias a avisar as pessoas para não deitar lixo para o chão e dizer-lhes que assim estão a poluir o ambiente.” (TX1A);
- “Teria de sensibilizar a população que vai à praia e deixa lixo no chão. Depois levaria a água dos esgotos para a fábrica para a purificar. (TY11D).

No que diz respeito à Competência C5, relacionada com a planificação de estratégias, apenas foi parcialmente evidenciada nas respostas dadas por alguns alunos, das duas turmas (tabela 21), no pré (TX: 18,2%; TY: 20,0%) e no pós-teste (TX: 18,2%; TY: 30,0%). Não foram encontradas evidências da presença total da planificação de estratégias conducentes à resolução do problema em causa, uma vez que a maior parte das respostas evidencia uma planificação de estratégias muito simples, contemplando, apenas, a recolha de informação sobre a origem e/ou, sobre o tipo de poluição, passando diretamente para uma proposta de soluções para remediar o problema ambiental, sem relacionar as informações que recolhe com a proposta de solução que apresenta. Transcrevem-se de seguida alguns excertos destas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Primeiro era necessário recolher informação das atividades agrícolas, da pecuária e das descargas sanitárias [...]. Depois de analisadas as informações, deveria atuar-se o mais rapidamente possível, apesentando campanhas de sensibilização da população [...] e até mesmo atuarmos tentando arranjar voluntários para limparem, pelo menos a areia (da praia).” (TX4A);
- “Primeiro começava por tirar uma amostra de água para ver o que polui. [...] De seguida via se o

petróleo era descarregado ali perto. Se houvesse petróleo a ser descarregado, ia falar com quem está a descarregar o petróleo e pedia para parar[...]" (TY13A);

- "1º ia ver as zonas ribeirinhas e as zonas marítimas. 2º Retirava amostras da água para ver realmente o que ela tinha. 3º Teríamos de ir falar com as pessoas que fazem as descargas sanitárias [...], 4º Poderíamos pôr umas placas a avisar os turistas a não deitar nada ao chão [...]" (TX16D);
- "Em primeiro lugar ia até às fábricas mais próximas para ver se deitam os resíduos fora. Iria ver se as praias tinham muitos caixotes do lixo. Também pesquisava as formas de menor poluição. Analisava as informações recolhidas e assim ia chegar a uma proposta de solução para a poluição." (TY16D).

Verifica-se, também, que a maior parte das respostas dadas pelos alunos, das duas turmas, no pré (TX: 81,8%; TY: 80,0%) e no pós-teste (TX: 81,8%; TY: 70,0%), não evidência a presença da Competência C5 (tabela 21), pois não apresentam qualquer planeamento estratégico com vista à resolução do problema, conforme ilustram os exemplos de respostas que se seguem, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- " Eu propunha construir vários contentores para recolher o lixo." (TY8A);
- "Teria de sensibilizar a população que vai à praia para não deixar o lixo no chão. Depois levaria a água dos esgotos para uma fábrica para a purificar." (TX11D).

Relativamente à Competência C6, que diz respeito ao trabalho de equipa e à discussão de opiniões, a maioria das respostas não evidenciam a presença desta competência (tabela 21), pois os alunos não mencionam nem a cooperação com especialistas, nem a interação entre os membros da equipa, nem a discussão de opiniões. Aliás, esta competência apenas foi evidenciada parcialmente em algumas das respostas obtidas no pós-teste (TX: 9,1%; TY:10,0%), pois, embora os alunos refiram o trabalho de uma equipa, não mencionam a discussão de opiniões e, por isso, se considerou que essas respostas só evidenciavam parcialmente esta competência. Seguem-se alguns excertos destas respostas, obtidas no pós-teste (D):

- " Para resolvermos isto temos de trabalhar em equipa. [...]" (TX8D);
- "[...] primeiro saberia quais eram as pessoas que iam trabalhar comigo. [...]" (TY12D).

No que diz respeito à Competência C7, relacionada com a conclusão de raciocínios, também, apenas foi evidenciada a sua presença parcial em algumas das respostas obtidas, no pré (TX: 18,2%; TY: 5,0%) e no pós-teste (TX: 18,2%; TY: 15,0%), já que os alunos apenas concluem alguns dos raciocínios que realizaram, nomeadamente sobre as propostas de remediação que apresentam, mas não concluem os raciocínios efetuados sobre a necessidade de se conhecer a origem ou as

consequências do problema ambiental. Seguem-se alguns excertos destas respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “[...] sensibilizando a população e os estrangeiros para o número elevado de poluição, para assim terem a consciência do que fazem [...]” (TX4A);
- “[...] e por último ter mais segurança nos barcos em relação ao petróleo porque pode haver derrames e isso mata os seres vivos que estavam na água.” (TY12A);
- “[...] iria pesquisar as redes de esgotos que vão desaguar ao rio da póvoa de Varzim e ao mar. Assim poderíamos mudar as canalizações de modo a desagurem numa lixeira, etc. [...]” (TX3D);
- “[...] Por último criava uma associação para chegarmos a uma ideia para o problema das águas de esgoto e dos resíduos sanitários não irem dar aos mares, rios e ribeirinhos, para não poluírem mais nem matarem animais” (TY13D).

No entanto, na maior parte das respostas, no pré (TX: 81,8%; TY: 95,0%) e no pós-teste (TX: 81,8%; TY: 85,0%), não foi evidenciada a Competência C7 (tabela 21), uma vez que os alunos não realizam qualquer conclusão do raciocínio que efetuaram, conforme ilustram os exemplos de resposta que se seguem, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “Eu desviava os esgotos para outra parte da cidade, menos para o mar.” (TY8A);
- “Acho que uma das resoluções é: quem deitar lixo para o chão tem que pagar uma certa cota. Devia de existir um ‘guarda da praia’ que verificasse e apontasse o material que as pessoas levam para a praia e o que elas levam para fora da praia. Se faltasse alguma coisa essas pessoas teriam de pagar uma multa.” (TX19D):

Por fim, verifica-se que em algumas das respostas obtidas, no pré (TX: 22,7%; TY: 15,0%) e no pós-teste (TX: 13,6%), é evidenciada a presença parcial da Competência C8 (tabela 21), pois os alunos apenas expressam um juízo de valor sobre a sua proposta de solução, ou dão a sua opinião sobre o problema da poluição, mas não emitem qualquer juízo crítico sobre as propostas de resolução que apresentam. Transcrevem-se de seguida alguns extratos desse tipo de respostas, obtidas no pré (A) e no pós-teste (D):

- “É assim em quase todos os Departamentos de Ambiente das Câmaras Municipais, os avisos são postos nas praias (principalmente), mas as pessoas não sabem respeitar a Natureza e como eu já sei não gostavam nada que essa poluição toda viesse a acontecer nas suas habitações. [...]” (TX18A).
- “[...] Assim o mar da Póvoa do Varzim ficava com mais qualidade.” (TY18A).
- “[...] Se nenhuma destas propostas funcionar é porque a população portuguesa não está realmente disposta a mudar os seus hábitos.” (TX10D);
- “[...] Isso iria ajudar a que a praia da Póvoa do Varzim não fosse uma praia muito poluída.” (TY14D).

Comparativamente, os resultados que apresentamos neste estudo parecem ser semelhantes com os resultados apresentados por Gandra (2001) e por Vieira (2007), estudos por nós já referidos, que envolveram alunos ligeiramente mais velhos, embora os resultados desses estudos pareçam ser mais favoráveis do que os nossos nas competências relacionadas com a identificação de fatores relevantes e avaliação do peso relativo dos mesmos, com a planificação de estratégias de resolução e com a ponderação de trabalho de equipa. Já o estudo realizado por Silva, Leite & Pereira (2013), por nós já referido, que envolveu alunos da mesma idade que os alunos envolvidos no nosso estudo, apresenta resultados semelhantes aos nossos, embora mais favoráveis relativamente à competência relacionada com a identificação de fatores relevantes e avaliação do peso relativo dos mesmos. Assim, da mesma forma que aconteceu aquando da primeira situação problemática (subcapítulo 4.3.2), questionamo-nos sobre a complexidade da situação problemática utilizada no nosso estudo e, por isso, os alunos envolvidos nesta investigação tiveram maior dificuldade em identificar os fatores relevantes para a resolução de problemas e planificar estratégias de atuação. No entanto, estes factos podem também significar que os alunos não desenvolveram, eficazmente, competências de resolução de problemas.

Tendo em conta que, para além de nem todos os alunos terem revelado evolução em todas as dimensões analisadas, alguns alunos, das duas turmas, revelaram regressão, procedeu-se a uma análise global do percurso de cada aluno do pré para o pós-teste, apresentando-se, na tabela 22, os resultados da análise das evoluções dos alunos nas oito dimensões de análise consideradas.

Constata-se que, em ambas as turmas, a maior parte dos alunos, das duas turmas não parecer ter evoluído nem regredido, mantendo respostas que, ou evidenciam a presença total/parcial das diferentes competências, ou evidenciam a ausência dessas competências (tabela 22). Verifica-se, também, que alguns alunos, das duas turmas, evoluíram na maior parte das competências (tabela 22). No entanto, a percentagem de alunos que evoluiu é maior em alguns dos casos (C3, C5 e C7) na turma Y, e em outros casos (C2 e C8) a percentagem dessa evolução é ligeiramente maior na turma X (tabela 22). Por outro lado, também se verificou que, nas duas turmas, alguns alunos parecem ter regredido (tabela 22), sendo que, no caso da Competência C3, a percentagem das regressões é maior na turma Y e, no caso da Competência C8, a percentagem em questão é maior na turma X.

Tabela 22 – Evolução dos alunos do pré para o pós-teste nas oito dimensões de análise consideradas, para a segunda situação problemática (%) (N=42)

Competências	Turma X (n=22)			Turma Y (n=20)		
	Evolui	Mantém	Regride	Evolui	Mantém	Regride
C1 - Identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada	13,6	81,9	4,5	10,0	90,0	0,0
C2 - Prevê/identifica fatores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos	27,2	68,3	4,5	15,0	75,0	10,0
C3 - planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema	0,0	100,0	0,0	15,0	75,0	10,0
C4 - Prevê/identifica fontes de pesquisa	9,1	81,8	9,1	10,0	75,0	15,0
C5 - Planifica estratégias de resolução	0,0	100,0	0,0	15,0	80,0	5,0
C6 - Pondera a necessidade de trabalho de equipa e de discussão de opiniões	9,1	90,9	0,0	10,0	90,0	0,0
C7 - Conclui e finaliza raciocínios	4,5	91,0	4,5	15,0	80,0	5,0
C8 - Efetua juízos críticos/valorativos	13,6	63,7	22,7	0,0	85,0	15,0

Assim, parece que na turma X, considerada pelos respetivos docentes da turma como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, houve um pouco mais de alunos a desenvolver competências de resolução de problemas relacionadas com a previsão de fatores relevantes e avaliação do peso dos mesmos e com a realização de juízos críticos e valorativos. Já na turma Y, considerada pelos respetivos docentes da turma como reveladora de maior desempenho académico e comportamental, houve um pouco mais de alunos a desenvolver competências de resolução de problemas relacionadas com a planificação de estratégias de resolução e com a conclusão de raciocínios.

Comparando estes resultados com os apresentados em 4.3.1, constata-se que são relativamente semelhantes entre si, o que significa que o conteúdo em que os problemas se centravam não parece ter interferido no desempenho dos alunos de nenhuma das turmas. Além disso, não parecem evidenciar um diferente desenvolvimento de competências nas duas turmas. Isto significa que as características das turmas, no que respeita ao desempenho e comportamento dos alunos não parece ter influenciado o desenvolvimento de competências de resolução de problemas dos respetivos

alunos.

Os resultados por nós obtidos são semelhantes aos resultados apresentados em outras investigações, por nós já referidas, que estudaram os efeitos do EOABRP (presencial ou suportados pela *Internet*) no desenvolvimento de competências de RP na área das Ciências, em alunos do ensino básico ou do secundário (Chang & Barufaldi, 1999; Gandra, 2001; Vieira, 2007; Yu, She & Lee, 2010), pois também evidenciam a evolução dos alunos no que respeita às competências de RP. Contudo, os estudos realizados por Gandra (2001) e por Vieira (2007) conduziram resultados mais favoráveis do que os por nós obtidos, o que pode ter a ver com o facto de o tema tratado na nossa situação problemática poder ser menos familiar aos alunos do que os temas tratados nos referidos estudos. Porém, pode, também, significar que os alunos envolvidos no nosso estudo possuíam, no início do estudo, mais competências de RP e, por isso, a evolução não foi tão notória. Por outro lado, pode, ainda, significar que, na realidade, o EOABRP *online* não contribuiu tão eficazmente para que os alunos envolvidos nesta investigação desenvolvessem mais competências de RP, pois numa situação problemática relacionada com um assunto diferente do que aquele que foi abordado através do EOABRP *online*, mas que exigia menos conhecimentos concetuais do que a situação problemática sobre vulcões (tema abordado através do EOABRP *online*), os alunos não revelam ter desenvolvido, eficazmente, mais competências de RP.

4.4. Apresentação e análise das opiniões dos alunos face à implementação da metodologia de ensino orientado para a ABRP *online*

Com vista a alcançar o objetivo proposto para este ponto, foi realizada a análise das respostas dadas pelos alunos ao questionário de opinião (anexo 8), preenchido *online*, após o EOABRP *online*.

Uma vez que se pretende comparar as opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de diferentes competências, os resultados das opiniões dos alunos serão apresentados de forma separada, a saber: opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências concetuais (4.4.1); opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (4.4.2); opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de comunicação (4.4.3); opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de inter-relacionamento pessoal (4.4.4); opiniões dos alunos face ao

contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento da motivação pelas aprendizagens (4.4.5); opiniões dos alunos face ao contributo do *chat* para o desenvolvimento de diferentes competências (4.4.6); opiniões dos alunos sobre o fórum de discussão *online* (4.4.7); e opiniões dos alunos sobre as apresentações dos trabalhos finais (4.4.8).

4.4.1. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências concetuais

Na tabela 23 apresentam-se as opiniões dos alunos acerca do contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de conhecimentos concetuais do âmbito do tema Dinâmica da Interna da Terra, recolhidas através dos Itens 13 e 15 do questionário de opinião (anexo 8).

Tabela 23 - Contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências concetuais (%) (N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
13 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprofundar ideias/conhecimentos	X	0,0	8,7	47,8	21,8	21,7
	Y	0,0	5,0	20,0	55,0	20,0
15 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para a compreensão da matéria relacionada com os problemas tratados	X	0,0	17,4	30,4	47,8	4,4
	Y	0,0	10,0	30,0	55,0	5,0

Constata-se que, em qualquer um dos Itens, a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo (Item 13: 75,0%; Item 15: 60,0%) para a aprendizagem é maioritária e superior à dos alunos da turma X (Item 13: 43,5%; Item 15: 52,2%) que manifestaram essa opinião. Acresce que estas percentagens são um pouco mais elevadas no caso do Item 13, o que significa que há mais alunos a afirmar que o EOABRP *online* contribui para aprofundarem conhecimentos do que para aprenderem conhecimentos relacionados com os problemas tratados, o que tem a ver com alguma dificuldade por parte dos alunos em identificar esses conhecimentos. Acresce que nenhum aluno de nenhuma das turmas afirmou que o EOABRP *online* deu Nenhum contributo para aprofundar ideias/conhecimentos (Item 13) nem para a compreensão da matéria relacionada com os problemas tratados (Item 15). Verifica-se, assim, que a turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva face aos contributos da

metodologia de ensino utilizada para desenvolver conhecimentos conceituais, do que a turma X.

Estes resultados, relativos à opinião dos alunos sobre os contributos do EOABRP *online* para a aprendizagem conceitual, são semelhantes não só aos obtidos em estudos com alunos de 3º ciclo em que foi usado EOABRP presencial, medidas com o mesmo questionário (Dourado et al, 2013), ou com outros questionários de opinião (Gandra, 2001; Vasconcelos & Torres, 2013), mas também aos obtidos por Cheaney & Ingebritsen (2005) e por Sulaiman (2010), com alunos do ensino superior, que foram submetidos a ensino das Ciências orientado para a ABRP *online*. Na verdade, também a maioria destes alunos afirmou que o EOABRP *online* contribuiu para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, da área das Ciências.

4.4.2. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas

As opiniões dos alunos acerca do contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (RP) são apresentadas na tabela 24 e foram recolhidas através dos Itens 1, 4, 5, 10 e 11 do questionário de opinião (anexo 8).

Tabela 24 - Contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (%) (N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
1- Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprender a argumentar	X	0,0	13,0	43,5	34,8	8,7
	Y	0,0	20,0	45,0	35,0	0,0
4- Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprender a pensar	X	4,4	0,0	39,1	21,7	34,8
	Y	5,0	5,0	25,0	45,0	20,0
5- Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprender a interpretar textos e outros materiais informativos	X	4,4	4,4	30,4	39,1	21,7
	Y	0,0	10,0	40,0	35,0	15,0
10- Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprender a resolver problemas sobre assuntos relacionados com as Ciências	X	0,0	8,7	34,8	43,5	13,0
	Y	0,0	10,0	30,0	45,0	15,0
11- Contributo do EOABRP <i>online</i> para aprender a sintetizar ideias de diferentes fontes e/ou autores	X	0,0	13,0	43,5	34,8	8,7
	Y	0,0	5,0	50,0	35,0	10,0

Constata-se que, em alguns dos Itens (1 e 11), as percentagens de alunos que afirmaram que o contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de RP foi Pouco ou Moderado,

é maioritária. No entanto, no Item 1, a percentagem em causa, no caso da turma Y (65,0%), é superior à da turma X (56,5%), enquanto que, no Item 11, as percentagens em causa, são semelhantes para as duas turmas. Note-se que em qualquer um destes Itens, nenhum aluno afirmou que o EOABRP deu Nenhuma contribuição para o desenvolvimento de competências de RP.

Nos restantes Itens, constata-se que a maioria dos alunos manifestou a opinião de que o EOABRP *online* deu Bastante ou Muito contributo para o desenvolvimento de competências de RP. No entanto, em dois dos Itens (Itens 4 e 10) a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo (Item 4: 65,0%; Item 10: 60,0%) para o desenvolvimento de competências de RP é um pouco superior à dos alunos da turma X (Item 4: 56,5%; Item 10: 56,5%) que manifestaram essa opinião, verificando-se o contrário no caso do Item 5 (TX: 60,8%; TY: 50%). Acresce que apenas um aluno de cada turma afirmou que o EOABRP *online* deu Nenhum contributo para aprenderem a pensar (Item 4) e que apenas um aluno da turma X afirmou que o EOABRP *online* em nada contribuiu para aprender a interpretar textos e outros materiais informativos (Item 5).

Assim, de uma forma geral, a maioria dos alunos parecem acreditar que o EOABRP *online* deu um contributo, pelo menos, Moderado para o desenvolvimento de diferentes competências de RP. De entre as cinco competências consideradas, a que menos alunos consideraram ter sido desenvolvida foi a que tem a ver com o contributo desta metodologia de ensino para a promoção da capacidade de sintetizar ideias de diferentes fontes e/ou autores. Esta competência, que requer o estabelecimento de relações entre e a integração de diferentes perspetivas, é importante mas não é fácil de desenvolver de modo a alcançar um nível elevado.

Assim, no caso do contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de RP há aspetos (Itens 1 e 5, relacionados com aprender a argumentar e com aprender a interpretar textos e outros materiais informativos) em que a turma X, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva, outros aspetos (Itens 4 e 10, relacionados com aprender a pensar e com aprender a resolver problemas sobre assuntos relacionados com as Ciências) cujo contributo foi reconhecido por mais alunos da turma Y e outro (Item 11, relacionado com aprender a sintetizar ideias de diferentes fontes e/ou autores) em que esse reconhecimento foi semelhante nas duas turmas.

Estes resultados, relativos à opinião dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de RP são semelhantes aos obtidos em estudos com alunos de 3º

ciclo, em que foi usado EOABRP frente-a-frente, medidas com o mesmo questionário (Dourado et al, 2013), ou com outros questionários de opinião (Chang & Barufaldi, 1999; Gandra, 2001; Carvalho, 2009b; Azer, 2009; Vasconcelos & Torres, 2013). Também são concordantes com os resultados do estudo realizado por Cheaney & Ingebritsen (2005) e por Sulaiman (2010), que apresenta as opiniões de alunos do ensino superior face aos contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de RP, identificados, respetivamente, através de um questionário de opinião e de uma entrevista em grupo. Na verdade, também estes estudos revelaram opiniões favoráveis face ao tipo de ensino em causa.

4.4.3. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de comunicação

Os resultados relativos às opiniões dos alunos sobre o contributo do EOABRP *online* para a promoção de competências de comunicação, recolhidas através dos Itens 3 e 7 do questionário de opinião (anexo 8), são apresentados na tabela 25.

Tabela 25 - Contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de comunicação (%) (N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
3 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento da capacidade de comunicar ideias	X	0,0	4,4	30,4	52,2	13,0
	Y	0,0	0,0	20,0	50,0	30,0
7 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento da capacidade de expressar as suas ideias	X	0,0	13,1	30,4	34,8	21,7
	Y	0,0	5,0	25,0	50,0	30,0

Verifica-se que, em qualquer um dos Itens, a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo (Item 3: 80,0%; Item 7: 80,0%) para o desenvolvimento de competências de comunicação é superior à dos alunos da turma X (Item 3: 65,2%; Item 7: 56,5%) que manifestaram essa opinião. Acresce que, em qualquer uma das turmas, estas percentagens são maioritárias. Contudo, embora na turma Y as percentagens em causa sejam iguais, na turma X a relativa ao Item 3 é superior à referente ao Item 7, o que significa que há mais alunos a afirmar que o EOABRP *online* contribui para o desenvolvimento da capacidade de comunicar ideias do que para o desenvolvimento da capacidade em expressar as suas ideias. Esta diferença na turma X,

considerada mais fraca, pode ter a ver com alguma dificuldade e/ou falta de vontade por parte dos alunos em expressar por escrito as suas ideias de forma ordenada, clara, objetiva e sucinta. Acresce que nenhum aluno de nenhuma das turmas afirmou que o EOABRP deu Nenhum contributo para desenvolver a capacidade de comunicar ideias (Item 3) nem a de aprender a expressar ideias (Item 7). Constata-se, assim, que a turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva face aos contributos da metodologia de ensino utilizada para desenvolver competências comunicacionais, do que a turma X.

Embora não tenha sido alvo de análise, no contexto desta dissertação, o número de intervenções dos alunos no *Chat* de conversação em grupo na turma X é bastante maior do que na turma Y (TX: 739 intervenções; TY: 288 intervenções). Estes resultados, sugerem que o número de interações realizadas pelos alunos não tem uma relação direta com as suas opiniões face ao contributo do EOABRP *online* para a promoção da capacidade de comunicar ou em expressar ideias.

Os resultados sobre as opiniões dos alunos face aos contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de comunicação são similares, não só aos obtidos em estudos com alunos de 3º ciclo em que foi usado EOABRP presencial, medidas com o mesmo questionário (Dourado et al, 2013), ou com outros questionários de opinião (Gandra, 2001; Tarhan et al, 2008; Carvalho, 2009b; Vasconcelos & Torres, 2013), mas também aos obtidos por Sulaiman (2010), com alunos do ensino superior, que foram submetidos a ensino das Ciências orientado para a ABRP *online*. Contudo, a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP *online* contribuiu Bastante ou Muito para desenvolver a capacidade de expressar ideias, parece ser superior à alcançada no estudo realizado por Dourado e seus colaboradores (2013), em regime presencial. Esta diferença pode ter a ver com as características da turma Y, considerada melhor do que a X.

4.4.4. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP online para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal

As opiniões dos alunos acerca do contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal, recolhidas através dos Itens 2, 6, 8, 9 e 17 do questionário de opinião (anexo 8), são apresentadas na tabela 26.

Tabela 26 - Contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal (%) (N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
2 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de colaboração	X	4,4	8,7	13,0	39,1	34,8
	Y	0,0	0,0	10,0	40,0	50,0
6 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de capacidade de partilha de tarefas	X	0,0	8,7	34,8	34,8	21,7
	Y	0,0	5,0	25,0	30,0	40,0
8 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de competências de planeamento de trabalho	X	0,0	13,1	21,7	39,1	26,1
	Y	0,0	5,0	10,0	50,0	35,0
9 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento da capacidade de respeitar as opiniões dos outros	X	0,0	0,0	13,1	47,8	39,1
	Y	5,0	5,0	15,0	15,0	60,0
17 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento de capacidades para trabalhar em grupo	X	4,3	4,4	21,7	34,8	34,8
	Y	0,0	0,0	15,0	25,0	60,0

Constata-se que, em qualquer um dos Itens, nas duas turmas, as percentagens de alunos que consideram que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias. No entanto, exceto no caso do Item 9 (relativo ao desenvolvimento da capacidade de respeitar as opiniões dos outros), a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo (Item 2: 90,0%; Item 6: 70,0%; Item 8: 85,0%; Item 17: 85,0%) para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal é superior à dos alunos da turma X (Item 2: 73,9%; Item 6: 56,5%; item 8: 65,2%; Item 17: 69,6%) que manifestaram essa opinião. No Item 9, a percentagem em causa, no caso da turma X (86,9%), é superior à da turma Y (75,0%). Acresce que, na turma X, apenas um aluno (4,4%) afirmou que o EOABRP deu Nenhum contributo para o desenvolvimento de competências de colaboração (item 2) e um aluno de cada turma (TX:4,3%; TY: 5,0%) afirmou que o EOABRP deu Nenhum contributo para o desenvolvimento de capacidades para trabalhar em grupo (Item 17). Estes resultados podem significar que as competências de trabalho colaborativo dos alunos da turma Y ou estavam mais desenvolvidas antes da implementação do EOABP, ou o seu desenvolvimento foi mais valorizado do que na turma X mas, também, que a turma X valorizou mais o respeito pelas opiniões dos outros.

Estes resultados sobre as opiniões dos alunos face aos contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal são concordantes com os resultados obtidos em estudos com alunos de 3º ciclo, em que foi usado EOABRP presencial, medidas com o mesmo questionário (Dourado et al, 2013), ou com outros questionários de opinião (Tarhan et al,

2008; Carvalho, 2009b). Também são concordantes com os resultados obtidos no estudo realizado por Leite & Esteves (2006), que envolveu alunos do ensino superior na área da formação de professores de Ciências, em que foi usado EOABRP presencial. Comparando os resultados por nós obtidos com os resultantes do estudo realizado por Dourado e seus colaboradores (2013), constata-se que, neste caso, a percentagem de alunos que considerou que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo para aprender a planear o trabalho é menor. Esta diferença pode estar relacionada com o facto de o EOABRP *online* exigir que os grupos planeiem *online*, formalmente, o trabalho a realizar, através do *Chat* ou do fórum de discussão, antes de o realizarem (o que não é tão exigido no EOABRP presencial) e de, eventualmente, se terem apercebido da importância dessa planificação para o sucesso do grupo.

4.4.5. Opiniões dos alunos face ao contributo do EOABRP online para o desenvolvimento da motivação para a aprendizagem

Na tabela 27 apresentam-se as opiniões dos alunos acerca do contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento da motivação para a aprendizagem, recolhidas através dos Itens 12, 14 e 16 do questionário de opinião (anexo 8).

Tabela 27 - Contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento da motivação para a aprendizagem (%)
(N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
12 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para a aprendizagem de assuntos do interesse do aluno	X	0,0	4,3	43,5	26,1	26,1
	Y	0,0	10,0	20,0	40,0	30,0
14 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o desenvolvimento do interesse pela aprendizagem	X	0,0	4,3	43,5	8,7	43,5
	Y	0,0	10,0	40,0	10,0	40,0
16 - Contributo do EOABRP <i>online</i> para o sentimento de conforto enquanto aluno	X	4,4	4,4	21,7	39,1	30,4
	Y	0,0	0,0	15,0	35,0	50,0

Verifica-se que, em dois dos Itens (12 e 16), nas duas turmas, as percentagens de alunos que consideram que o EOABRP deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias. Contudo, a percentagem de alunos da turma Y que considera que o EOABRP deu Bastante ou Muito para aprender assuntos do seu interesse contributo (Item 12: 70,0%) e para se sentir confortável enquanto aluno (Item 16: 85,0%) é superior à dos alunos da turma X (Item 12: 52,2%; Item 16: 69,5%) que manifestaram essa opinião. No

Item 14, a percentagem em causa, no caso da turma X (52,1%), embora seja maioritária, é semelhante à da turma Y (50,0%). Acresce que, apenas um aluno (4,4%) da turma X afirmou que o EOABRP deu Nenhum contributo para se sentir confortável enquanto aluno (Item 16). Nos restantes Itens (Item 12 e 14) nenhum aluno, de nenhuma das turmas, afirmou que o EOABRP deu Nenhum contributo.

Estes resultados podem indicar que a turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho comportamental e académico, se sentiu mais motivada para aprender assuntos relacionados com este tema e mais confortável com o EOABRP *online*, do que a turma X.

Estes resultados sobre as opiniões dos alunos face aos contributos do EOABRP *online* para o desenvolvimento da motivação para as aprendizagens são similares aos resultados obtidos em estudos com alunos de 3º ciclo, em que foi usado EOABRP presencial, medidas com o mesmo questionário (Dourado et al, 2013), ou com outros questionários de opinião (Gandra, 2001; Azer, 2009; Carvalho, 2009b). Também são concordantes com os resultados obtidos no estudo realizado por Sulaiman (2010), que apresentou as opiniões de alunos do ensino superior sobre o contributo do EOABRP *online*, pois, também, nesse estudo muitos alunos valorizaram essa contribuição. No entanto, no estudo realizado por Dourado e seus colaboradores (2013), a percentagem de alunos que considera que o EOABRP presencial contribuiu Bastante ou Muito para o desenvolvimento do interesse pela aprendizagem parece ser superior à alcançada no estudo por nós realizado. Esta diferença pode significar que há menos alunos a sentir que os ambientes de aprendizagem *online* estimulam Bastante ou Muito a aprendizagem do que acontece no caso dos ambientes de aprendizagem presenciais.

4.4.6. Opiniões dos alunos face ao contributo do Chat para o desenvolvimento de diferentes competências

Os resultados relativos às opiniões dos alunos sobre o contributo das sessões de *Chat* para o desenvolvimento de diferentes competências, recolhidas através dos Itens 18, 19, 20, 21, 22 e 23 do questionário de opinião (anexo 8), são apresentados na tabela 28. Nesses Itens, era pedido aos alunos que avaliassem o contributo desta ferramenta de comunicação *online* para o desenvolvimento de competências concetuais (Itens 18 e 19), de competências de resolução de problemas (Itens 20 e 21) e de competências de relacionamento interpessoal (Itens 22 e 23).

Tabela 28 - Contributo do *Chat* para o desenvolvimento de diferentes competências (%)

(N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
18 - Contributo do <i>Chat</i> para tomar consciência dos conhecimentos prévios	X	4,4	13,0	26,1	34,8	21,7
	Y	0,0	20,0	50,0	20,0	10,0
19 - Contributo do <i>Chat</i> para aprender conteúdos relacionados com os temas abordados	X	13,1	8,7	30,4	34,8	13,0
	Y	5,0	30,0	30,0	35,0	0,0
20 - Contributo do <i>Chat</i> para compreender a importância de considerar diversos pontos de vista	X	0,0	8,7	26,1	39,1	26,1
	Y	0,0	10,0	40,0	40,0	10,0
21 - Contributo do <i>Chat</i> para aprender a defender as tuas ideias, de modo fundamentado	X	0,0	17,4	21,7	26,1	34,8
	Y	0,0	15,0	50,0	30,0	5,0
22 - Contributo do <i>Chat</i> para o sentimento de integração no grupo de trabalho	X	0,0	8,7	17,4	17,4	56,5
	Y	0,0	0,0	10,0	20,0	70,0
23 - Contributo do <i>Chat</i> para o esclarecimento de dúvidas	X	4,4	4,3	26,1	52,2	13,0
	Y	0,0	20,0	35,0	15,0	30,0

Constata-se que, em muitos dos Itens, as percentagens de alunos da turma Y que afirmaram que o contributo do *Chat* para o desenvolvimento de diferentes competências foi Pouco ou Moderado é maioritária (Item18: 70%; Item 19: 60%; item 21:65%; e item 23: 55%). Pelo invés, na turma X, em quase todos os Itens, as percentagens de alunos que consideram que o *Chat* deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias (Item18: 56,5%; Item 20: 65,2%; Item 21:60,9%; Item 22: 73,9%; e Item 23: 65,2%). No entanto, a percentagem de alunos da turma Y que considera que o *Chat* deu Bastante ou Muito contributo para o sentimento de integração no grupo de trabalho (Item 22: 90,0%) é superior à dos alunos da turma X (Item 22: 73,9%) que manifestaram essa opinião. Note-se que, em alguns destes Itens, alguns alunos da turma X (Item 18: 4,4%; Item 19: 13,1%; Item 23: 4,4%) e da turma Y (Item 19: 5,0%) afirmaram que o *Chat* deu Nenhuma contribuição para o desenvolvimento dessas competências.

Assim, no caso do contributo do *Chat* para o desenvolvimento de diferentes competências, há aspetos (Itens 18, 20, 21, e 23, relacionados com os contributos para tomar consciência dos conhecimentos prévios, para compreender a importância de considerar diversos pontos de vista, para aprender a defender as ideias, de modo fundamentado, e para o esclarecimento de dúvidas) em que a turma X, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva do que a turma Y. Por outro lado,

há um aspeto (Item 22, relacionado com sentimento de integração no grupo de trabalho) cujo contributo foi reconhecido por mais alunos da turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental. Note-se, porém, que este foi o aspeto mais valorizado pelos alunos das duas turmas. Este resultado pode estar relacionado com o facto de ter sido através do *Chat* que os alunos, de um mesmo grupo, interagiram entre si, o que pode ter promovido a valorização desse contributo do *Chat*. No entanto, de uma maneira global, estes resultados podem significar que os alunos da turma Y não apreciaram tanto a utilização desta ferramenta de comunicação *online*, ou que não careciam tanto de promoção de integração no grupo a que pertenciam, como os alunos da turma X.

Embora não sejam conhecidas investigações que apresentem as opiniões de alunos do 3º ciclo sobre os contributos da utilização do *Chat* durante o EOABRP, os resultados por nós obtidos parecem ser concordantes com os resultados do estudo realizado por Sulaiman (2013), que evidencia que alunos do ensino superior, da área das Ciências e da Formação de Professores de Ciências, valorizaram o contributo do *Chat*, durante o EOABRP *online*, para o desenvolvimento de competências concetuais, de competências de argumentação e de competências de relacionamento interpessoal.

4.4.7. Opinião dos alunos sobre o Fórum de discussão online

As opiniões dos alunos acerca da utilidade dada pelos grupos de trabalho ao Fórum de discussão *online*, recolhidas através do Item 24 do questionário de opinião (anexo 8), são apresentadas na tabela 29. Note-se que, neste Item, os alunos podiam assinalar mais do que uma opção.

Tabela 29 - Utilidade do Fórum de discussão *online* para a realização das tarefas do grupo (%)
(N=43)

Utilização do Fórum	Turma X (n=23)	Turma Y (n=20)
U1 - Consultar informação sobre a tabela de dúvidas e questões	43,5	65,0
U2 - Comunicar com os colegas de grupo sobre a distribuição de tarefas	47,8	55,0
U3 - Partilhar informação sobre o tema com os colegas de grupo	78,3	40,0
U4 - Debater ideias com os elementos do grupo	43,5	60,0

Verifica-se que as percentagens de alunos da turma Y que afirmaram que o seu grupo utilizou o

Fórum para consultar informação sobre a tabela de dúvidas e questões (U1: 65%), para comunicar com os colegas de grupo sobre a distribuição de tarefas (U2: 55%) e para debater ideias com os elementos do grupo (U4: 60%) são maioritárias. Inversamente, na turma X, apenas é maioritária a percentagem de alunos que afirmou que o seu grupo utilizou o Fórum para partilhar informação sobre o tema com os colegas de grupo (U3: 78,3%).

Parece, portanto, que há funcionalidades do Fórum de discussão, relacionadas com consultar informação sobre o trabalho do grupo (U1), com a comunicação entre elementos do grupo (U2) e com debater ideias com os colegas (U4) que a turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental, usou mais do que a turma X. Por outro lado, a turma X, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, parece ter utilizado mais a funcionalidade do Fórum discussão relacionada com a partilha de informação (U3).

Na tabela 30 apresentam-se as opiniões dos alunos acerca do contributo do Fórum de discussão *online* para o desenvolvimento de diferentes competências, recolhidas através dos Itens 25, 26, 27, 28 e 29 do questionário de opinião (anexo 8). Nesses Itens, era pedido aos alunos que avaliassem o contributo desta ferramenta de comunicação assíncrona para o desenvolvimento de competências concetuais (Item 25), de competências de resolução de problemas (Itens 26 e 27), do interesse do aluno (Item 28) e de competências de relacionamento interpessoal (Item 29).

Constata-se que, em muitos dos Itens, as percentagens de alunos da turma X que consideram que o Fórum de discussão *online* deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias (Item 26: 60,9%; Item 27: 65,2%; Item 28: 78,2%; e Item 29: 56,5%). Na turma Y, para além de o mesmo só se verificar em dois dos Itens (Item 26: 55%; Item 28: 60%), as percentagens em causa são inferiores às da turma X. Verifica-se, também, que em alguns dos Itens, as percentagens de alunos da turma Y que afirmaram que o contributo do Fórum de discussão *online* para o desenvolvimento de diferentes competências foi Pouco ou Moderado são maioritárias (Item 27: 65%; e Item 29: 55%). Note-se que, em alguns destes Itens, um aluno da turma X (Item 25: 4,4%) e alguns alunos da turma Y (Item 25: 5,0%; Item 26: 5,0%; e Item 28: 5,0%) afirmaram que o Fórum de discussão *online* deu Nenhuma contribuição para o desenvolvimento dessas competências.

Tabela 30 - Percepção dos alunos sobre o contributo do Fórum de discussão *online* para o desenvolvimento de diferentes competências e da motivação para as aprendizagens (%) (N=43)

Item	Turma (n _x =23; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
25 - Contributo do Fórum de discussão <i>online</i> para aprender conteúdos relacionados com os temas abordados	X	4,4	8,7	39,1	39,1	8,7
	Y	5,0	20,0	30,0	40,0	5,0
26 - Contributo do Fórum de discussão <i>online</i> para compreender a importância de considerar diversos pontos de vista	X	0,0	8,7	30,4	43,5	17,4
	Y	5,0	10,0	30,0	50,0	5,0
27 - Contributo do Fórum de discussão <i>online</i> para aprender a defender as suas ideias, de modo fundamentado	X	0,0	13,0	21,8	39,1	26,1
	Y	0,0	20,0	45,0	20,0	15,0
28 - Contributo do Fórum de discussão <i>online</i> para o interesse do aluno	X	0,0	4,4	17,4	56,5	21,7
	Y	5,0	0,0	35,0	15,0	45,0
29 - Contributo do Fórum de discussão <i>online</i> para o esclarecimento de dúvidas	X	0,0	13,1	30,4	47,8	8,7
	Y	0,0	5,0	50,0	25,0	20,0

Estes resultados podem significar que a turma X, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva sobre os contributos do Fórum de discussão *online* para as competências em causa e para a motivação para a aprendizagem do que a turma Y.

Embora não tenha sido alvo de análise, no contexto desta dissertação, o número de intervenções dos alunos no Fórum de discussão *online*, em qualquer uma das duas turmas, foi muito reduzido (TX: 9 intervenções; TY: 16 intervenções). Algumas dessas intervenções referiam-se a uma partilha de informação concetual, e outras estavam relacionadas com a comunicação da distribuição das tarefas, designadamente sobre quais as questões a que iriam procurar responder. Ora, apesar de nenhuma mensagem colocada, pelos alunos, no fórum evidenciar a discussão de ideias, ou qualquer esclarecimento de dúvidas, vários alunos de ambas as turmas afirmam que o contributo do Fórum para desenvolverem essas competências foi Bastante ou Muito. Assim, levanta-se a dúvida se os alunos interpretaram bem a questão, ou não, ou se, pelas opções de resposta seleccionadas no questionário de opinião, os alunos previram a resposta que imaginam que seria desejada pela autora desta dissertação e quiseram ser 'simpáticos' na avaliação feita ao fórum de discussão. Ficam, também, por esclarecer os motivos pelos quais os alunos não utilizaram mais esta ferramenta de comunicação assíncrona.

Embora não sejam conhecidas investigações que descrevam as opiniões de alunos do 3º ciclo

sobre os contributos da utilização do Fórum de discussão *online* durante o EOABRP (presencial ou *online*), os resultados por nós obtidos parecem ser concordantes com os resultados do estudo realizado por Sulaiman (2013), que evidencia que alunos do ensino superior, da área das Ciências e da Formação de Professores de Ciências, valorizaram o contributo do Fórum de discussão *online* durante o EOABRP *online*, para o desenvolvimento de competências concetuais, de competências de argumentação e de competências de relacionamento interpessoal.

4.4.8. Opiniões dos alunos face ao contributo das apresentações dos trabalhos finais para o desenvolvimento de diferentes competências

Os resultados relativos às opiniões dos alunos sobre o contributo da apresentação do trabalho final do seu grupo para o desenvolvimento de diferentes competências, recolhidas através dos Itens 30.a, 30.b, 30.c, 30.d e 30.e do questionário de opinião (anexo 8), são apresentados na tabela 31. Nesses Itens, era solicitado aos alunos que avaliassem o contributo da apresentação do seu grupo para o desenvolvimento da responsabilidade (Itens 30.a e 30.c) e de competências de comunicação (Itens 30.b, 30.d e 30.e). Note-se que, na turma X, quatro alunos não apresentaram o trabalho final, por não o terem terminado a tempo, e outros dois alunos estiveram ausentes no dia de apresentação do trabalho final do seu grupo, por motivo de doença. Por essa razão, não foram consideradas as suas respostas a estes cinco Itens, pois nenhum desses alunos apresentou o trabalho.

Verifica-se que, em qualquer um dos Itens, nas duas turmas, as percentagens de alunos que consideram que a apresentação do seu grupo deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias. No entanto, em alguns dos Itens, na turma Y (Item 30.a: 80,0%; Item 30.c: 90,0%; Item 30.e: 75,0%), as percentagens em causa são superiores à da turma X (Item 30.a: 58,8%; Item 30.c: 76,5%; Item 30.e: 70,6%). Em outros Itens verifica-se o oposto, sendo as percentagens em causa superiores na turma X (Item 30.b: 82,3%; Item 30.d: 88,2%) do que na turma Y (Item 30.b: 75,0%; Item 30.d: 75,0%). Acresce que, na turma Y, apenas um aluno (5,0%) afirmou que a apresentação do seu grupo deu Nenhum contributo para a promoção da responsabilidade (item 30.a) e um aluno (5,0%) afirmou que a apresentação do seu grupo deu Nenhum contributo para a tomada de consciência sobre a importância da postura de quem faz uma exposição (Item 30.b).

Tabela 31 - Contributo da apresentação do seu grupo para o desenvolvimento de diferentes competências (%)
(N=37)

Item	Turma (n _x =17; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
30.a - Contributo da apresentação do seu grupo para a promoção da responsabilidade	X	0,0	5,9	35,3	47,0	11,8
	Y	5,0	0,0	15,0	50,0	30,0
30.b - Contributo da apresentação do seu grupo para a tomada de consciência sobre a importância da postura de quem faz uma exposição	X	0,0	5,9	11,8	58,8	23,5
	Y	5,0	0,0	20,0	40,0	35,0
30.c - Contributo apresentação do seu grupo para a tomada de consciência sobre a importância de preparar uma comunicação	X	0,0	5,9	17,6	35,3	41,2
	Y	0,0	0,0	10,0	55,0	35,0
30.d - Contributo da apresentação do seu grupo para sentir a importância de utilizar de uma linguagem correta	X	0,0	0,0	11,8	58,8	29,4
	Y	0,0	0,0	25,0	35,0	40,0
30.e - Contributo da apresentação do seu grupo para verificar a importância de organizar logicamente as ideias principais	X	0,0	0,0	29,4	47,1	23,5
	Y	0,0	0,0	25,0	55,0	20,0

Assim, no caso do contributo da apresentação do trabalho final do seu grupo para o desenvolvimento de diferentes competências, há aspetos (Itens 30.b e 30.d, relacionados com a tomada de consciência sobre a importância de utilizar de uma linguagem correta e sobre a importância da postura de quem faz uma exposição) em que a turma X, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de menor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva do que a turma Y. Por outro lado, há aspetos (Itens 30.a, 30.c e 30.e, relacionados com a promoção da responsabilidade, com a tomada de consciência sobre a importância de preparar uma comunicação e sobre a importância de organizar logicamente as ideias principais) cujo contributo foi reconhecido por mais alunos da turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental.

Na tabela 32 apresentam-se as opiniões dos alunos acerca do contributo da apresentação do trabalho final dos outros grupos para o desenvolvimento de diferentes competências, recolhidas através dos Itens 31.a, 31.b, 31.c e 31.d do questionário de opinião (anexo 8). Nesses Itens, era pedido aos alunos que avaliassem o contributo da apresentação dos outros grupos para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais (Item 31.a), da capacidade de autoavaliação (Item 31.b) e de competências de comunicação (Itens 31.c e 31.d). Recorde-se que, na turma X, dois alunos não estiveram presentes

no dia de apresentação dos trabalhos finais dos outros grupos, por motivo de doença. Por isso, não foram consideradas as suas respostas a estes cinco Itens, pois nenhum deles presenciou as apresentações dos trabalhos dos colegas.

Tabela 32 - Contributo das apresentações dos outros grupos para o desenvolvimento de diferentes competências (%) (N=41)

Item	Turma (n _x =21; n _y =20)	Grau de contributo				
		Nenhum	Pouco	Moderado	Bastante	Muito
31.a - Contributo das apresentações dos outros grupos para aprofundar conteúdos sobre os assuntos tratados	X	14,3	0,0	28,6	52,4	4,7
	Y	0,0	0,0	25,0	55,0	20,0
31.b - Contributo das apresentações dos outros grupos para tomar consciência das limitações do trabalho do seu grupo	X	4,8	0,0	42,8	23,8	28,6
	Y	5,0	5,0	30,0	50,0	10,0
31.c - Contributo das apresentações dos outros grupos para a tomada de consciência sobre a importância da postura de quem faz uma exposição oral	X	4,8	4,8	28,6	33,3	28,6
	Y	0,0	0,0	20,0	50,0	30,0
31.d - Contributo das apresentações dos outros grupos para sentir a importância de utilizar de uma linguagem correta	X	4,7	9,5	14,3	42,8	28,6
	Y	0,0	0,0	30,0	50,0	20,0

Constata-se que, em qualquer um dos Itens, nas duas turmas, as percentagens de alunos que consideram que a apresentação dos outros grupos deu Bastante ou Muito contributo são maioritárias. Contudo, exceto no caso do Item 31.d, em que as percentagens em causa são semelhantes nas duas turmas (TX: 71,4%; TY: 70,0%), em quase todos os Itens, as percentagens obtidas na turma Y (Item 31.a: 75,0%; 31.b: 60,0%; 31.c: 80,0%) são superiores às da turma X (Item 31.a: 57,1%; 31.b: 52,4%; 31.c: 61,9%). Acresce, ainda, que, em todos os Itens, alguns alunos da turma X (Item 31.a: 14,3%; 31.b: 4,8%; 31.c: 4,8%; 31.d: 4,7%) afirmaram que a apresentação dos trabalhos dos outros grupos deu Nenhuma contribuição para o desenvolvimento dessas competências. Já na turma Y, o mesmo só se verifica em um dos itens (Item 31.b: 5,0%).

Parece, portanto, que estes resultados podem significar que a turma Y, considerada pelos docentes das duas turmas como reveladora de melhor desempenho académico e comportamental, manifestou uma opinião mais positiva sobre os contributos da apresentação dos trabalhos finais dos outros grupos para as competências em causa do que a turma X.

Estes resultados sobre as opiniões dos alunos face aos contributos das apresentações dos colegas para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais são similares aos resultados obtidos no

estudo, com alunos de 3º ciclo, realizado por Carvalho (2009b), em que foi usado EOABRP presencial, medidas com outro questionário de opinião. Também, são, semelhantes aos resultados obtidos no estudo realizado por Vieira (2007), em que foi usado o EOABRP através de *WebQuests* longas e curtas, pois também nesse estudo são reveladas, maioritariamente, opiniões dos alunos Bastante ou Muito favoráveis relativamente ao contributo da apresentação dos trabalhos finais para a promoção da responsabilidade, para a tomada de consciência da relevância da postura adequada e da importância de utilização de uma linguagem correta enquanto se faz uma exposição oral.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do estudo (5.2), tendo como referência os seus objetivos apresentados no capítulo I, seguindo-se a discussão das implicações dos resultados desta investigação (5.3) e a apresentação de propostas para futuras investigações (5.4), suscitadas pela investigação realizada.

5.2. Conclusões do estudo

Tendo em conta que, com os objetivos traçados para esta investigação (capítulo I), se pretendia comparar os efeitos do ensino orientado para a ABRP *online* (EOABRP *online*) no desenvolvimento de competências de alunos do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes, as conclusões a que a análise dos dados recolhidos nos conduziu vão ser apresentadas de acordo com os diferentes níveis a que nos propusemos avaliar esses efeitos. São eles: a evolução de conhecimentos conceituais dos alunos; a evolução de competências de resolução de problemas (RP); e as opiniões dos alunos sobre o EOABRP *online*.

Assim, o primeiro objetivo específico de investigação, apresentado no capítulo I, exigia a comparação dos efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de conhecimentos conceituais em turmas, do 3º ciclo do Ensino Básico, com desempenhos académicos e comportamentais diferentes. A este respeito constatou-se que os alunos das duas turmas desenvolveram alguns conhecimentos conceituais sobre sismos, vulcões e tectónica de placas, mas os resultados parecem ser mais favoráveis ao EOABRP *online* na turma com melhor desempenho académico e comportamental. Constatou-se, ainda, que, antes e após o EOABRP *online*, foram identificadas conceções alternativas (CA) semelhantes não só nas duas turmas, em termos do conteúdo das ideias que lhes estão associadas, mas, também, às descritas por outros autores tais como Morgado (1998) e Francek (2013).

O segundo objetivo específico de investigação, apresentado no capítulo I, requeria a comparação dos efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências de RP em turmas com as

características acima mencionadas. Neste contexto, os resultados obtidos sugerem que o EOABRP *online* parece ser ligeiramente eficaz no desenvolvimento de competências de RP, tanto em alunos com melhores desempenhos acadêmicos e comportamentais, como em alunos com desempenhos acadêmicos e comportamentais menos satisfatórios. No entanto, a evolução evidenciada foi relativamente reduzida em ambas as turmas.

O terceiro, e último, objetivo específico de investigação, apresentado no capítulo I, solicitava a comparação das opiniões dos dois grupos de alunos que participaram no estudo acerca do ensino das Ciências Naturais orientado para a ABRP *online*. A este respeito, verificou-se que, no geral, as opiniões dos alunos, de qualquer um dos grupos, são favoráveis mas a turma com melhor desempenho acadêmico e comportamental parece reconhecer mais o contributo do EOABRP *online* para o desenvolvimento de diferentes competências. Já a turma com menor desempenho acadêmico e comportamental apreciou mais o contributo do *Chat* para o desenvolvimento de diferentes competências.

Assim, retomando o objetivo geral, formulado no capítulo I, parece poder afirmar-se que, de um modo geral, o EOABRP *online* contribui para o desenvolvimento de diferentes conhecimentos conceituais, relacionados com a Dinâmica Interna da Terra, e de competências de RP e é do agrado dos alunos. No entanto, para além de esta metodologia de ensino parecer ter sido mais apreciada pela turma com melhor desempenho acadêmico e comportamental, também parece ter sido ligeiramente mais eficaz no desenvolvimento de conhecimentos conceituais nesta turma.

Os resultados obtidos neste estudo eram esperados, pois, também outros investigadores, que estudaram os efeitos do EOABRP, presencial (Gandra, 2001; Carvalho, 2009b) ou *online* (Yu, She & Lee, 2010), no desenvolvimento de conhecimentos conceituais na área das Ciências, ou no desenvolvimento de competências de RP nesta mesma área (Chang & Barufaldi, 1999; Gandra, 2001; Chang et al, 2007; Vieira, 2007; Silva, Leite & Pereira, 2013), ou as opiniões de alunos submetidos a EOABRP presencial (Chang & Barufaldi, 1999, Gandra, 2001; Azer, 2009; Carvalho, 2009b; Dourado et al, 2013; Vasconcelos & Torres, 2013) ou *online* (Cheaney & Ingebritsen; 2005; Sulaiman, 2010, 2013), apresentam resultados favoráveis ao EOABRP. No entanto, alguns destes estudos apresentam resultados relativamente mais favoráveis à evolução dos conhecimentos conceituais e das diferentes competências de RP dos alunos do que os que foram obtidos no âmbito do estudo aqui relatado. Por outro lado, estávamos à espera de, à semelhança de outras investigações, que estudaram

os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de conhecimento conceituais em alunos com desempenhos académicos diferentes (ex.: Liu et al, 2006), ou que estudaram as perceções de professores de Ciências sobre as reações de alunos, com desempenhos académicos diferentes, face ao EOABRP presencial (ex.: Leite et al, 2012), que a turma com desempenhos anteriores menos satisfatórios desenvolvesse mais conhecimentos conceituais e de resolução de problemas e manifestasse reações mais positivas face ao EOABRP, do que a outra turma. Contudo, isso não aconteceu. Este facto pode significar que o EOABRP *online* pode ser eficaz para alunos com melhores desempenhos académicos mas pode também significar que o desempenho comportamental dos alunos interfere no partido que tiram do EOABRP *online*. Na verdade, a turma com desempenho académico mais baixo também tinha pior desempenho comportamental pelo que este último pode ter sido, pelo menos em parte, responsável pelos menos bons resultados de aprendizagem que obteve. Note-se que, como constataram Leite et al (2012), no caso do EOABRP presencial, os professores consideram que os alunos mais fracos aderem melhor a este tipo de ensino do que os bons alunos, quando estão integrados em turmas heterogéneas, porque gostam de estar envolvidos nas tarefas de aprendizagem enquanto que os bons alunos ficam um pouco desorientados. Contudo, como referem os mesmos autores, os bons alunos, integrados em turmas boas, mas homogéneas, também aceitam bem o EOABRP presencial, talvez porque, ao serem todos bons, sentem necessidade, não só de manter o nível de sucesso, mas também de competirem entre eles. No caso das turmas com que trabalhamos, na turma melhor, todos os alunos eram razoáveis e, em geral, revelavam comportamentos muito satisfatórios, e na turma mais fraca vários eram relativamente fracos e, em geral, algo indisciplinados, o que pode justificar a diferença entre os resultados por nós obtidos e os relatados por aqueles autores. No entanto, o recurso às TIC e o modo como o EOABRP foi usado são outros fatores que podem explicar parcialmente essa diferença, nomeadamente pelo facto de os alunos estarem pouco habituados à sua utilização e de serem obrigados a usá-las para comunicarem entre si, apesar de estarem todos na mesma sala, o que pode ter-lhes parecido estranho e/ou desnecessário. Obviamente que o envolvimento dos alunos considerados como tendo dificuldades pode depender dos graus de dificuldades e aprendizagem apresentados pelos mesmos. Se este for muito elevado, não será de esperar que tenham muito sucesso com uma metodologia que exige elevado envolvimento e realização de aprendizagens de alto nível, como é o caso do EOABRP, presencial ou *online*.

5.3. Implicações do estudo

Das conclusões obtidas neste estudo decorrem algumas implicações, umas para o EOABRP *online*, outras para o ensino das Ciências Naturais, e outras para a formação de professores de Ciências, que se descrevem de seguida:

- o facto de os alunos parecerem ter evoluído pouco, tanto a nível de conhecimentos conceituais como de competências de RP, pode significar que, ou não estavam suficientemente habituados à metodologia, ou o tema abordado era complexo para eles, ou os recursos bibliográficos recomendados não eram adequados, ou o EOABRP *online* não é muito eficaz ao nível do ensino básico. No entanto, antes de aceitar esta última possibilidade, parece necessário repensar a intervenção didática que foi adotada, melhorando, não só os recursos e o cenário, mas também as competências em TIC dos alunos e as suas competências de RP, nomeadamente através do ensino de um tema (mais fácil) de Ciências Naturais, através da ABRP *online*, antes da referida intervenção didática;
- atendendo a que se evidenciaram, antes e após o EOABRP *online*, concepções alternativas que são também relatadas em outros estudos (ex.: Morgado, 1998; Francek, 2013), parece ser necessário que durante o ensino deste tema o professor preste especial atenção a elas, assegurando-se que os alunos estão, como diria Giordan & De Vecchi (2002), a trabalhar com e contra elas, e que, após o ensino deste tema, averigúe se as mesmas se mantiveram ou se apareceram novas concepções alternativas, para, neste caso, adotar estratégias de remediação que permitam alterar essas concepções;
- tendo em conta que, para além de se ter verificado que os alunos desenvolvem competências de resolução de problemas através de uma única experiência com o EOABRP *online*, os alunos revelam uma atitude positiva face a esta metodologia de ensino e, atendendo à importância dada, a nível mundial, à formação de cidadão ativos e participativos na Sociedade, capazes desenvolver problemas associados à sua vida profissional e pessoal (ex.: ONU, 2000; CCE, 2008), então seria importante que os docentes das várias disciplinas de Ciências revissem as suas

práticas pedagógicas e ponderassem sobre a adoção de práticas capazes de promover o desenvolvimento destas competências, como parece ser o caso do EOABRP *online*. O mesmo se aplica aos formadores de professores parecendo importante que a formação inicial e contínua promova, no futuro ou no já professor, a consciência da necessidade de se adotarem metodologias de ensino que promovam a educação para a cidadania, nomeadamente através de atividades de aprendizagem que utilizem a resolução de problemas socio-científicos;

- sendo a que se detetaram algumas (embora pequenas) diferenças, a nível de desenvolvimento de conhecimentos conceituais e das reações de alunos com desempenhos diferentes, que podem estar associadas à eficácia do EOABRP *online*, e que se sabe de outras investigações (Liu et al, 2006; Leite et al, 2012) que apresentam resultados diferentes dos nossos, parece afigurar-se a possibilidade de ou o EOABRP *online* poder ser tão eficaz em turmas com melhores como com menores desempenhos académicos e comportamentais, ou os alunos com melhores desempenhos reagirem melhor ao EOABRP *online* e os alunos com menor desempenho reagirem melhor ao EOABRP presencial. Contudo, antes de aceitar qualquer uma destas possibilidades, parece ser necessário repensar a intervenção didática utilizada, designadamente no que diz respeito à formação de grupos mais homogéneos, em termos de desempenho académico e comportamental, para que melhor se evidenciem possíveis diferenças nas evoluções e nas reações de alunos com desempenhos diferentes.

5.4. Sugestões para futuras investigações

Tendo em conta os resultados obtidos neste estudo e a sua relação com a literatura disponível bem como as limitações do estudo, nesta secção sugerem-se possíveis trabalhos de investigação que se acredita que poderiam contribuir para o progresso do conhecimento na área da educação em Ciências e da formação, inicial e contínua, de professores de Ciências:

- ✓ Atendendo às pequenas diferenças obtidas entre as duas turmas na evolução de conhecimentos conceituais e na reação de alunos face ao EOABRP *online* e que os

resultados por nós obtidos são diferentes dos relatados em outros estudos (Liu et al, 2006; Leite et al, 2012), sugere-se um estudo semelhante ao por nós realizado mas que envolva uma amostra maior, para permitir, não só averiguar se, de facto, esta metodologia é, ou não, mais eficaz em alunos com desempenhos académicos e comportamentais diferentes, mas também obter resultados passíveis de serem generalizados;

- ✓ Uma vez que se verificou pouca evolução dos alunos a nível de conhecimentos concetuais e de competências de resolução de problemas e que o tema Dinâmica interna da Terra é considerado complexo por alguns autores (ex. Brilha, 2004; King, 2008) propõe-se a sua replicação com outros temas, para se averiguar a existência, ou não, de diferentes resultados e se perceber se o EOABRP *online* é apenas eficaz em alguns temas ou se, pelo contrário, não é eficaz em nenhum tema, pelo menos no nível de ensino em causa. Para isso, poderia ser realizado um estudo do tipo *quasi*-experimental, com pré e pós-teste, incluindo três ou mais grupos, o mais possível equivalentes e do mesmo nível de escolaridade, e que sejam submetidos ao ensino de diferentes temas segundo EOABRP *online* e comparados transversalmente, em termos de aprendizagem realizada em cada tema, e longitudinalmente, em termos de aprendizagem que cada grupo realiza nos diferentes temas;
- ✓ Tendo em conta que os resultados por nós obtidos parecem ser menos satisfatórios do que os que são apresentados em outros estudos (ex.: Gandra, 2001; Carvalho, 2009b), que envolveram alunos de diferentes níveis de ensino, sugere-se o alargamento deste estudo a outros anos de escolaridade, nomeadamente ao primeiro e segundo ciclo do ensino básico e ao ensino secundário, com vista a se perceber se o EOABRP *online*, centrado num dado tema científico, é, ou não, mais eficaz em alunos de níveis de escolaridade diferentes do que o que esteve em causa neste estudo. Para tal, poderia ser usado um desenho de estudo do tipo *quasi*-experimental com três ou mais grupos academicamente semelhantes, mas de níveis de escolaridade diferentes, de modo a comparar os níveis de eficácia desta metodologia em cada um desses anos de

escolaridade e averiguar se esta metodologia é, ou não, mais eficaz em alunos mais velhos do que em alunos mais jovens;

- ✓ Uma vez que resultado por nós obtidos diferiram em parte dos obtidos com EOABRP presencial (ex.: Gandra, 2001; Carvalho, 2009) propõe-se a realização de um estudo de tipo experimental, com dois grupos, o mais equivalentes possível, em que um deles estudasse um dado tema segundo o EOABRP presencial e o outro estudasse esse mesmo tema segundo o EOABRP *online*;
- ✓ Atendendo a que se evidenciaram um série de concepções alternativas sobre Sismos, Vulcões e Tectónica de Placas, antes e após o EOABRP *online*, propõe-se um estudo que compare o contributo do EOABRP presencial, do EOABRP *online* e do ensino orientado para a mudança conceptual seguindo, por exemplo, um modelo geral do tipo do utilizado por Afonso (1999), para, entre outros, a mudança conceptual dos alunos. Esse estudo podia ser do tipo *quasi-experimental* com três grupos experimentais, sendo um grupo submetido a EOABRP *online*, outro a EOABRP presencial, e outro a ensino orientado para a mudança conceptual;
- ✓ Uma vez que não foi possível a sua concretização nesta investigação, propõe-se, também, que sejam realizadas investigações que averiguem, não só os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de competências de comunicação e de trabalho cooperativo, mas também que apresentem resultados sobre as interações dos alunos no *Chat* e no Fórum de discussão, de forma a se averiguar o seu contributo para o desenvolvimento de competências concetuais e de resolução de problemas. Para tal, podia ser adotado um desenho de investigação *quasi-experimental* do tipo do que McMillan & Schumacher (2010) designam caso único, com um grupo de alunos submetido a EOABRP *online*;
- ✓ Sugere-se, também, uma investigação que averigúe os efeitos do EOABRP *online* no desenvolvimento de diferentes competências quando implementado em contexto informal de ensino das Ciências, nomeadamente em clubes académicos, ou em atividades extracurriculares suportadas pela *Internet*, com o objetivo de se

perceber se existem, ou não, vantagens de utilização da mesma nestas atividades. Esse estudo poderia ser do tipo *quasi*-experimental, com pré e pós-teste, com um grupo experimental, submetido a EOABRP *online* em contexto informal de aprendizagem, e com um grupo de controle, submetido a ensino transmissivo do mesmo tema, também em contexto informal de aprendizagem.

Para finalizar, para além do (modesto) contributo que se espera que este estudo tenha dado para a tomada de consciência das dificuldades que os alunos revelam na aprendizagem de conceitos sobre a Dinâmica Interna da Terra e sobre a necessidade de se desenvolverem competências de resolução de problemas nos alunos desde cedo, esperamos que contribua para melhor se compreender os efeitos do EOABRP *online* e as suas potencialidades em termos de promoção de diferentes competências. Da mesma forma se almeja que esta investigação contribua para motivar docentes de Ciências, e respetivos formadores, para práticas de ensino que permitam aos alunos a aprender a aprender, embora conscientes de que a escola tem que ensinar muito mais do que conhecimentos científicos e que as potencialidades educativas de uma dada metodologia de ensino não pode ser avaliada apenas pelos seus resultados ao nível da aprendizagem conceptual porque paralelamente a estas podem ocorrer outras, eventualmente mais difíceis de medir, mas nem por isso menos importantes. O EOABRP *online* é, em nossa opinião, uma dessas metodologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advocat, J. & Lidsay, J. (2010). Internet-based trials and the creation of health consumers. *Social Science & Medicine*, 70(3), 485-492.
- Afonso, A. (1999). Avaliação de uma abordagem construtivista de "O som e a audição": um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Albion, P. & Gibson, I. (1998). Interactive multimedia and problem based learning: Challenges for instructional design. In T. Ottman & I. Tomek (Eds.), *Educational Multimedia and Hypermedia 1998* (pp. 117-123). Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Amador, J.; Miles, L. & Peters, C. (2006). *The practice of problem-based learning: A Guide to implementing PBL in the College Classroom*. Massachusetts: Anker Publishing Company, Inc.
- An, Y. & Reigeluth, C. (2008). Problem-Based learning in *Online* environments. *The Quarterly Review of Distance Education*, 9(1), 1-16.
- Ausubel, D.; Novak, J. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Azer, S. (2007). Twelve tips for creating trigger images for problem-based learning cases. *Medical Teacher*, 29, 93-97.
- Azer, S. (2008a). *Navigating: problem-based learning*. Sidney: Churchill Livingstone
- Azer, S. (2008b). A Model for Constructing Problem-Based Learning Cases for Grades Five to Eight. In Larkley, J. & Maynard, V. (Eds.), *Innovation in Education* (pp.127-151). Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.
- Azer, S. (2009). Problem-based learning in the fifth, sixth, and seventh grades: Assessment of students perceptions. *Teaching and teacher Education*, 25, 1033-1042. doi:10.1016/j.tate.2009.03.023
- Baker, T. & White, S. (2003). The effects of G.I.S. on students' attitudes, self-efficacy, and achievement in middle school science classrooms. *Journal of Geography* 102, 243-254
- Bakri, N.; Shahbodin, F. & Bakar, H. (2010). Problem Solving Steps in Online Pbl: Research Framework. *Information Technology*, 1, 1-5.
- Balula, J. & Martins, L. (2010). Ler e escrever no século XXI. Apontamentos de um percurso de educação não formal. Buenos Aires: OEI - Organização dos Estados Iberoamericanos.

- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo* (5ª ed.). Lisboa: Edições 70
- Barell, J. (2007). *Problem-Based Learning: An Inquiry Approach*. Califórnia: Corwin press.
- Barrett, T. (2005). Understanding Problem-based Learning. In Barrett T. & Fallon H. (eds), *Handbook of Enquiry and Problem-based Learning: Irish Case Studies and International Perspectives* (pp. 13-25). Galway: CELT.
- Barrett, T.; Cashman, D. & Moore, S. (2011) Designing Problems and triggers in Different Media. In Barrett, T. & Moore, S., *New Approaches to Problem-Based Learning: Revitalising your practice in higher education* (pp. 19-35). Nova Iorque: Routledge.
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Beaumont, C. & Cheng, C. (2006). Analysing the use of communication tools for collaboration in PBLonline. In Savin- Baden, M. & Wilkie, K. (2006) (eds). *Problem-based Learning Online*. Berkshire: Open University Press.
- Beaumont, C.; Savin-Baden, M.; Conradi, E. & Poulton, T. (2012) Evaluating a Second Life Problem-Based Learning (PBL) demonstrator project: what can we learn?. *Interactive Learning Environments*, 1-17.
- Bell, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação: um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação* (3ª ed.). Lisboa: Gradiva.
- Bell, P.; Lewenstein, B.; Shouse, A. & Feder, M. (Eds.) (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Belland, B. R. (2010). Portraits of middle school students constructing evidence-based arguments during problem-based learning: the impact of computer-based scaffolds. *Educational Technology Research and Development*, 58(3), 285-309.
- Blanchard, A. & Cook, J. (2012). Virtual Learning Communities Centered. *New Directions for Teaching and Learning*, 132, 85-97. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/tl.20038
- Bonito, J.; Rebelo, D.; Morgado, M.; Monteiro, G.; Medina, M.; Marques, L. & Martins, L. (2011). A Complexidade do Tempo Geológico e a sua Aprendizagem com Alunos Portugueses (12-13 anos). *Terra E Didática*, 7, 60-71.
- Boud, D. & Feletti, G. (Eds.) (1997). *The Challenge of Problem-Based Learning*. Londres: Kogan Page.
- Braund, M. & Reiss, M. (2004). *Learning Science outside the classroom*. Londres: RoutledgeFalmer.

- Brears, L.; MacIntyre, B. & O'Sullivan, G. (2011). Preparing Teachers for the 21st Century Using PBL as an Integrating Strategy in Science and Technology Education. *Design and Technology Education: an International Journal*, 16(1), 36-46.
- Brilha, J. & Legoinha, A. (1998). Internet: uma nova estratégia para o ensino das ciências da terra. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*; 84(2), 8-11.
- Brilha, J. (2004). A geologia, os geólogos e o manto da invisibilidade. *Comunicação e Sociedade*, 6, 257-265.
- Bruce, B. (2003). Education online: leaning anywhere, any time. In Bruce, B. (Ed.), *Literacy in the Information Age: Inquiring into meaning making with new technologies*, pp. 258-263. Delaware: International reading Association.
- Bruce, B.; Hinn, M. & Leander, K. (2003). Case studies of a virtual school. In Bruce, B. (Ed.), *Literacy in the Information Age: Inquiring into meaning making with new technologies*, pp.278-288. Delaware: International reading Association.
- BSCS (2008). Scientists and science education. Disponível em: <http://science.education.nih.gov/sise> (consultado em 11/12/2012)
- Cachapuz, A.; Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciências, Educação em Ciências e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A.; Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da educação em Ciência à orientações para o ensino das Ciências:um repensar epistemológico. *Ciências e educação*, 10(3), 363-381.
- Carvalho, G. (2009a). Literacia Científica: conceitos e dimensões. In Azevedo, F. & Sardinha, M. G. (Coord.). *Modelos e práticas em literacia* (pp.179-194). Lisboa: Lidel.
- Carvalho, J. (2009b). O ensino e a aprendizagem das ciências naturais através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema sistema digestivo. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9792> (acedido em 12/07/2013)
- Carvalho, A. (2011). *Dicionário de Geologia*. Lisboa: Âncora Editora.
- Castells, M. (2007). Communication, power, and counter-power in the network society. *International Journal of Communication*, 1(1), 238-266.
- CCE (2008). Melhorar as competências para o século XXI: Uma agenda para a cooperação europeia em matéria escolar. Disponível em: http://www.gepe.min-edu.pt/np4/?newsId=206&fileName=Agenda_XXI_PT.pdf

(acedido em 20/07/2013)

C.E. (2006). Recomendação Do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 sobre as competências essenciais para a aprendizagem ao longo da vida. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:PT:PDF> (acedido em 08/09/2013)

Chagas, I.; Faria, C.; Mourato, D.; Pereira, G. & Santos, A. (2012). Problem-Based Learning in an Online Course of Health Education. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Disponível em: http://www.eurodl.org/materials/contrib/2012/Chagas_et_al.pdf (acedido em 18/07/2013)

Chang, C. & Barufaldi, J. (1999). The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education*, 21(4), 373-388.

Chang, C. (2001). Comparing the Impacts of a Problem-Based Computer-Assisted Instruction and the Direct-Interactive Teaching Method on Student Science Achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 147-153.

Chang, C.; Barufaldi, J.; Lin, M. & Chen, Y. (2007). Assessing tenth-grade students' problem solving ability online in the area of Earth sciences. *Computers in Human Behavior*, 23, 1971-1981.

Chang, C. & Weng, Y. (2002). *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.

Chang, P. & Wang, D. (2011). Cultivating engineering ethics and critical thinking: a systematic and cross-cultural education approach using problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 36(4), 377-390.

Cheaney, J. & Ingebritsen, T. (2005). Problem-based Learning in an Online Course: A case study. *International Review of Research in Open and Distance learning*, 6(3), 1-18.

Chen, C. (2010). Promoting college students' knowledge acquisition and ill-structured problem solving: Web-based integration and procedure prompts. *Computers & Education*, 55(1), 292-303.

Chen, C. & Chen, C. (2012). Instructional approaches on science performance, attitude and inquiry ability in a computer-supported collaborative learning environment. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(1), 113-121.

Chen, C. & Howard, B. (2010). Effect of Live Simulation on Middle School Students' Attitudes and Learning toward Science. *Educational Technology & Society*, 13(1), 133-139.

Chernobilsky, E.; Nagarajan, A. & Hmelo-Silver, C. (2005). Problem-Based Learning Online: Multiple Perspectives on Collaborative Knowledge Construction. in *CSCLE '05: Proceedings of the 2005*

conference on Computer support for collaborative learning (pp. 53-62). Disponível em: <http://www.edu-projects.eu/euclides/elibrary/chernobilsky.pdf> (acedido em 17/09/2012)

Chin, C. & Chia, L. (2004). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction. *Science Education*, 88, 707-727.

Chin, C. & Chia, L. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.

Chiou, C.; Hwang, G. & Tseng, J. (2009). An auto-scoring mechanism for evaluating problem-solving ability in a web-based environment. *Computers & Education*, 53(2), 261-272.

Cinar, D. & Bayraktar, S. (2010). The effects of the Problem Based Learning approach on higher order thinking skills in elementary science education. XIV. In *IOSTE Symposium on Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education* (pp. 13-18).

Clark, S., Jordan, S., Kortz, K., & Libarkin, J. (2011). Conceptions of plate tectonics held by nonscience undergraduates. *Journal of Geoscience Education*, 59(4), 251-262.

Coles, M. (2002). Science education: Vocational and general approaches. In Amos, S. & Boohan, R. (Eds.), *Teaching science in secondary school* (pp. 83-93). Londres: Routledge.

Connolly, C. & Silén, C. (2011). Empowering Tutors: Strategies for Inspired and Effective Facilitation of PBL Learning. In Barrett, T. & Moore, S. (Eds), *New Approaches to Problem-based Learning: Revitalising Your Practice in Higher Education*. Routledge, Taylor and Francis Books.

Costa, F. & Carvalho, A. (2006). WebQuests : oportunidades para alunos e professores. In Carvalho, A. (Org.), *Atas do Encontro sobre WebQuest, Braga, Portugal, 2006* (pp. 8-25). Braga : CIEd

Cox, M. (2000). Information and communication technologies: their role and value for science education. In Monk, M. & Osborne, J. (Eds.), *Good practice in science teaching: what research has to say* (pp. 190-205). Buckingham: Open University Press.

Cruz, S. & Carvalho, A. (2011). Videoconferência: promover a comunicação nos alunos do 3º ciclo do ensino básico.

CSES (2008) Schools for the 21st Century – Analysis of Public Consultation. Disponível em http://ec.europa.eu/education/school21/results/report_en.pdf

Dabbagh, N. & Dass, S. (2013). Case problems for problem-based pedagogical approaches: A comparative analysis. *Computers & Education*, 64, 161-174.

Dahlgren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-

282.

Davies, I. (2004). Science and citizenship education. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1751-1763. Disponível online em: <http://dx.doi.org/10.1080/0950069042000230785> (consultado em: 26/11/2012)

DEB (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico*. Lisboa: DEB.

DEB (2001b). *Orientações Curriculares Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa : Departamento de Educação Básica.

DEB (2002). *Orientações Curriculares de Geografia 3º ciclo*. Lisboa : Departamento de Educação Básica.

DeBoer, (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601.

D' Eça, T.(1998). *NetAprendizagem: A Internet na educação*. Porto: Porto Editora.

Deepwell, F., and Syson, A. (2006), Institutional Perspectives: Making PBLonline possible and Sustainable. In Savin-Baden, M. and Wilkie, K. (Eds), *Problem-based Learning Online* (pp. 24-38). Berkshire: Open University Press.

DeWever, B.; Schellens, T; Valcke, M. & Keer, H. (2006). Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussions groups: A review. *Computers & education*, 46, 6-28. doi: 10.1016/j.compedu.2005.04.005 (acedido em 15/11/2012)

Delisle, R. (2000). *Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas*. Porto: Edições ASA.

Diekema, A., Holliday, W. & Leary, H. (2011). Re-framing information literacy: Problem-based learning as informed learning. *Library & Information Science Research* 33(4), 261–268. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lisr.2011.02.002>

DiMaggio, P.; Hargittai, E.; Celeste, C. & Shafer, S. (2001). From unequal access to differentiated use: A literature review and Agenda for research on digital inequality. Relatório preparado para a Fundação Russell Sage. Disponível em <http://www.eszter.com/research/pubs/dimaggio-et-al-digitalinequality.pdf> (acedido a 09/12/12)

Dochy, F.; Segers, M.; Van den Bossche, P. & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13,533–568

Dolmans, D., & Schmidt, H. (2010). The problem-based learning process. In H. van Berkel, A. Scherpbier, H. Hillen, & C. van der Vleuten (Eds.), *Lessons from Problem-based Learning*. Oxford: Oxford University Press

Donkers, J.; Verstegen, D.; Leng, B. & Jong, N. (2010). E-learning in problem-based learning. In van Berkel, H.; Scherpbler, A.; Hillen, H. & van der Vleuten, C. (Eds.), *Lessons from Problem-based Learning* (pp.117-129). Oxford: Oxford University Press.

Donnelly R. (2006). The Tutor's Role as Academic Developer in Blended Problem-based Learning in Higher Education. In Savin-Baden, M. & Wilkie, K. (Eds.) *Problem-based learning online* (pp.79-97). Berkshire: Open University Press.

Dourado, L.; Leite, L; Morgado, S.; Pinto, E. & Silva, M. (2013). Opiniões de alunos acerca da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo centrado na abordagem transdisciplinar do tema recursos naturais e alterações climáticas, *In Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Braga: CIEEd, Universidade do Minho.

Dumas-Carré, A. & Goffard, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique : concepts et démarches*. Paris : Armand Colin.

Driver, R. (1997). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. London: Routledge.

Drohan, S.; Employers Perspectives on PBL Initiatives. In Barrett, T. & Moore, S., *New Approaches to Problem-Based Learning: Revitalising your practice in higher education* (pp. 87-111). Nova Iorque: Routledge.

Duch, B. (2001). Writing problems for deeper understanding. In Duch, B; Groh, S. & Allen, D. (Eds.), *The Power of Problem-Based Learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*, (pp. 39-45). Virginia: Sterling.

Dutton, W. & Shepherd, A. (2006). Trust in the Internet as an experience technology. *Information, Communication & Society*, 9(4), 433-451.

Enemark, S. e Kjaersdam, F. (2009). A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto de ensino universitário. In Araújo,U. & Sastre, G. (Eds.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior*. São Paulo: Summus.

Esteves, E. & Leite, L. (2005). Learning How To Use The Laboratory Through Problem-Based Learning: A pilot study in an undergraduate physical sciences teacher education programme, Trabalho apresentado em 30th ATEE Conference, In Web proceedings of the 30th ATEE Conference, Amsterdão.

Eurodyce (2011). *Key Data on Learning and Innovation through ICT at School in Europe 2011*. Bruxelas: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. DOI: 10.2797/61068

Forsyth, I. (1998). *Teaching and Learning Materials and the Internet*. Londres: Kogan Page.

- Francek, M. (2013): A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35(1), 31-64.
- Freund, C. & Weinhold, D. (2003). The Internet and evolving patterns of international trade. In Briedl, C., Heiduk, G. & Welfens, P., *Internet, Economic growth and Globalization: Perspectives on the New Economy in Europe, Japan and the US* (pp. 85-103). Berlim: Springer.
- Fullick, P. (2004). Using the Internet in school science. In Barton, R. (Ed.). *Teaching secondary science with ICT* (pp.71-86). Buckingham: Open University Press.
- Gall, M.; Gall, J. & Borg, W. (2007) *Educational research : an introduction*. Boston: Pearson
- Gandra, P. (2001). O efeito da aprendizagem da física baseada na resolução de problemas. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Garrison, D.R., & Anderson, T. (2003). *e-learning in the 21st century: A framework for research and practice*. Nova York, Routledge.
- Ghiglione, R. & Matalon, B. (2001). *O Inquérito: Teoria e prática* (3ª Edição). Oeiras: Celta Editora.
- Gillies, R. (2007). *Cooperative learning: integrating theory and practice*. Los Angeles: Sage.
- Giordan & De Vecchi (2002). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que "ça marche"?*. Paris: Delgrave.
- Gijbels, D.; Dochy, F.; Van den Bossche, P. & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75, 27–61.
- Glasgow, N. (1996). *New Curriculum for New Times: a guide to student-centered, problem-based learning*. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.
- Goble, C.; Corcho, O.; Alper, P. & De Roure (2006). e-Science and the Semantic Web: A Symbiotic Relationship. In Lavrač, N.; Todorovski, L. & Jantke, K. (Eds.), *Discovery Science: 9th International Conference, Barcelona, Espanha* (pp. 1–12). Berlim: Springer.
- Goelen, G.; De Clercq, G.; Huyghens, L. & Kerckhofs, E. (2006). Measuring the effect of interprofessional problem-based learning on the attitudes of undergraduate health care students. *Medical Education*, 40, 555-561.
- Graaff, E. & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *The International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662.
- Groves, M.; Régo, P. & O'Rourke, P. (2005). Tutoring in problem-based learning medical curricula: the influence of tutor background and style on effectiveness. *BMC Medical Education*, 5(20). Disponível

em: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6920-5-20> (acedido em 08/12/12)

Hall-Wallace, M. K. and McAuliffe, C. (2002). Design, Implementation and Evaluation of GIS-Based Learning Materials in an Introductory Geoscience Course, *Journal of Geoscience Education*, 50(1), 5-14.

Harlen, W. (2006). *Teaching, learning & assessing science 5-12*. Londres: Sage Publications.

Hatisaru & Küçüküran (2009). Vocational and technical education problem-based learning exercise: Sample scenario. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 2151–2155.

Hendler, J. (2003). Science and the Semantic WEB. *Science* 24, 299(5606), 520-521.

Hendry, G.; Frommer, M. & Walker, R. (1999). Constructivism and Problem-based Learning. *Journal of Further and Higher Education*, 23(3), 369-371

Hmelo-Silver, C. (1998). Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine. *Journal Learning Science*. 7, 173–208.

Hmelo-Silver, C.. (2000). Knowledge recycling: Crisscrossing the landscape of educational psychology in a Problem-Based Learning Course for Pre-service Teachers. *Journal on Excellence in College Teaching*. 11, 41–56.

Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.

Hmelo-Silver, C. (2012). International Perspectives on Problem-based Learning: Contexts, Cultures, Challenges, and Adaptations. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning* 6(1), 10-15.

Hmelo-Silver, C. & Barrows, H. (2008). Facilitating Collaborative Knowledge Building. *Cognition and Instruction*, 26(1), 48-94.

Hmelo-Silver, C.; Nagarajan, A. & Derry, S. (2006). From face-to-face to online participation: tensions in facilitating problem-based learning. In Savin- Baden, M. & Wilkie, K. (2006) (eds). *Problem-based Learning Online*. Berkshire: Open University Press.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy: A teacher's guide to the history, philosophy and sociology of science*. Roterdão: Sense Publishers.

Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: language, theories, methods, history, traditions and values*. Roterdão: Sense Publishers.

- Hogg, G.; Laing, A. & Winkelman, D. (2003) The internet empowered consumer: the professional service encounter in the age of the internet. *Journal of Services Marketing*, 17(5), 476-494.
- Hrastinski, S. (2008). The potential of synchronous communication to enhance participation in online discussions: A case study of two e-learning-courses. *Information & management*, 45, 499-506.
- Hrastinski, S.; Keller, C. & Carlsson, S. (2010). Design exemplars for synchronous e-learning: A design theory approach. *Computers & Education*, 55, 652-662.
- Hung, W. (2009). The 9-Step Problem Design Process for Problem-Based Learning: Application of the 3C3R Model. *Educational Research Review*, 4, 118-141.
- Hwang, S. & Kim, M. (2005). A comparison of problem-based learning and lecture based learning in a adult health nursing course. *Nurse Education Today*, 26, 315-321.
- Hwang, G., Wu, P. & Chen, C. (2012). An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities. *Computers & Education*, 59(4), 1246–1256.
- Huckle, J. (1997). Realizing sustainability in changing times. In Huckle, J. & Sterling, S. (Eds.), *Education for Sustainability*, pp. 3-17. Londres: Earthscan Publications Ltd.
- ICSU (2011). Report of the ICSU Ad-hoc Review Panel on Science Education. disponível em: <http://www.icsu.org/publications/reports-and-reviews/report-of-the-icsu-ad-hoc-review-panel-on-science-education/Report%20on%20Science%20Education%20final%20pdf.pdf> (acedido em 11/12/2012)
- Jenkins, E. (2000). Science for all: time for a paradigm shift. In Millar, R. & Osborne, J.F (Eds), *Beyond 2000: Science Education for the future* (pp. 207-226). Londres: King's College.
- Jenkins, E. (2006). School science and citizenship: whose science and whose citizenship? *Curriculum Journal*, 17(3), 197-211. disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/095815170600909647> (acedido em 28/11/2012).
- Jonassen, D. (2011). *Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments*. Nova York: Routledge
- Keeley, P. (2008). *Science Formative Assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. Califórnia: Corwin Press.
- King, C. (2000). The earth's mantle is solid: Teachers' misconceptions about the earth and plate tectonics. *School Science Review*, 82, 57–64.
- King, C. (2008). The earth science misconceptions of some science writers: How wrong can they be? *Teaching Earth Sciences*, 33(2), 9–11.

King, C. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565–601.

Kitzes, J.; Savich, R.; Kalishman, S.; Sander, J.; Prasad, A.; Morris, C. & Timm, C. (2007). Fitting it all in: integration of 12 cross-cutting Themes into a school of medicine curriculum. *Medical teacher*, 29, 437–442. DOI: 10.1080/01421590701288564

Knowlton, D. (2003). Preparing Students for Educated living: Virtues of Problem-Based Learning Across the Higher Education Curriculum. *New Directions for Teaching and Learning*, 95, 5-12.

Kolmos, A.; Fink, F. & Krogh, L. (2006). The AALBORG Model – Problem-based and project-organized learning. In Kolmos, A.; Fink, F. & Krogh, L. (Eds.), *The Aalborg PBL model – Progress, Diversity and Challenges* (pp. 9-18). Aalborg: Aalborg University Press.

Koschmann, T., Kelson, A. C., Feltovich, P. J., & Barrows, H. S. (1996): Computer-supported Problem-based Learning: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. In T.D. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm* (pp. 83–124). Hillsdale: Lawrence Erlbaum

Kuhlemeier, H., & Hemker, B. (2007). The impact of computer use at home on students' Internet skills. *Computer Education*, 49, 460-480.

Kuo, F., Hwang, G., Chen, S., & Chen, S. (2012). A Cognitive Apprenticeship Approach to Facilitating Web-based Collaborative Problem Solving. *Educational Technology & Society*, 15 (4), 319–331.

Laing, A., Hogg, G. & Winkelman, D. (2005): The Impact of the Internet on Professional Relationships: The Case of Health Care, *The Service Industries Journal*, 25(5), 675-687

Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 classrooms*. ThousandOaks: Corwin Press.

Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. ThousandOaks: Corwin Press.

Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.

Lee, M. & Tan, O (2004). Collaboration, Dialogue and Critical Openness through PBL processes. In Tan, O.S. (Ed.), *Enhancing thinking through problem-based learning approaches: International perspectives* (pp. 133-144). Singapore: Thomson Learning.

Leite, L. (1993). *Conceções alternativas em Mecânica: um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência*. Tese de Doutoramento (não publicada), Universidade do Minho.

Leite, L. & Afonso, A. (2001). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas: características,*

organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, 48, 253-260.

Leite, L.; Esteves, E. (2006). Trabalho em grupo e Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo com futuros professores de Física e Química, Trabalho apresentado em *Congresso Internacional PBL 2006 ABP*, Lima, Perú.

Leite, L., & Esteves, E. (2009). Teamwork and PBL-based teacher education: a study on prospective science teachers' opinions. In K. Carettas (Ed.), *Outsourcing, Teamwork and Business Management* (pp. 83-98). Nova Iorque: Nova Science Publishers.

Leite, L. & Esteves, E. (2012). Da integração dos alunos à diferenciação do ensino: o papel da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. In S. Castellar & G. Munhoz (Org.), *Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos* (pp. 137-152). São Paulo: Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.

Leite, L.; Dourado, L. & Esteves, E. (2010). Relationships Between Student's Reactions Towards Problem-Based Learning and their Learning Styles: Implications for Science Teaching and teacher Education. In G. Mészáros, & I. Falus (Eds.), *ATEE 2010 Annual Conference Proceedings: Responsibility, challenge and support in teachers' life-long professional development* (pp. 248-261). Bruxelas: Association for Teacher Education in Europe, ATEE.

Leite, L.; Dourado, L.; Morgado, S.; Fernandes, C. & Silva, E.. (2012). O ensino de Transformação de Matéria e de Energia através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: opiniões de alunos e professores sobre a sua contribuição para a concretização da perspectiva CTS, *In CTS 2012 – VII Seminário Ibérico/III Seminário Iberoamericano CTS no ensino das Ciências "Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das Ciências*. Madrid.

Leite, L.; Dourado, L.; Morgado, S.; Meireles, A.; Azevedo, C.; Alves, C.; Fernandes, C.; Silva, E.; Cabral, E.; Pinto, E.; Osório, J.; Vale, M.; Silva, M.; Ribeiro, M. (2013). Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Perspetivas de professores de Ciências e Geografia. *Journal of Science Education, Special Issue 14(1)*, 28 – 32.

Leite, L.; Loureiro, I. & Oliveira, P. (2010). Putting PBL into practice: powers and limitations of different types of scenarios. In R. Nata (Ed) *Progress in Education, volume 18* (pp. 139-157). Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.

Leite, L., Vieira, P., Silva, R. & Neves, T. (2007). The role of WebQuests in science education for citizenship. *Interactive Education Multimedia*, 15, 18-36.

Levin, B.; Dean, C. & Pierce, J. (2001). Frequently asked questions about problem-based learning. In Levin, B. (Eds.), *Energizing Teacher Education and Professional Development with Problem-Based Learning* (pp.121-132). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

- Lin, F.; Hsieh, L. & Chuang, F. (2009). Discovering genres of online discussion threads via text minig. *Computers & education*, 52, 481-495.
- Liu, M. (2004). Examining the performance and attitudes of sixth graders during their use of a problem-based hypermedia learning environment. *Computers in Human Behavior*, 20, 357-379.
- Liu, M.; Hsieh, P.; Cho, Y. & Schallert, D. (2006). Middle School Students' Self-efficacy, Attitudes, and Achievement in a Computer-Enhanced Problem-Based Learning Environment. *Journal of Interactive Learning reaserch*, 17(3), 225-242.
- Lopes, B. (1994). *Resolução de Problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.
- Longbottom, J. E., & Butler, P. H. (1999). Why teach Science? Setting rational goals for science education. *Science Education*, 8, 473-492.
- Lycke, K.; Strømsø, H. & Grøttum, P. (2006). Tracing the tutor role in problem-based learning and PBLonline. In Savin- Baden, M. & Wilkie, K. (2006) (eds). *Problem-based Learning Online*. Berkshire: Open University Press.
- Macdonald, J. & Creanor, L. (2010). *Learning with online and mobile technologies: a student survival guide*. Surrey: Gower
- Martín-Díaz, R. (2002). Enseñanza de las ciências. Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 1(2), 57-63.
- Martins, I. (2011). Ciências e Cidadania: perpetivas de Educação em Ciências. *Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- McConnell, D. (2006). *E-Learning groups and Communities*. Berkshire: Open University Press.
- McGuckin, R. & Stiroh, K. (1998). Computers Can. Accelerate Productivity Growth. *Issues in Science and Technology*, 14(4), 41-48.
- McMillan, J. & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*. Nova Jersey: Pearson Education.
- McMullan, M. (2006). Patients using the Internet to obtain health information: How this affects the patient–health professional relationship. *Patient Education and Counseling*, 63(1-2), 24–28 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pec.2005.10.006> (acedido em 21/05/2013)
- MEC (2013). Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico - 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos de escolaridade. Disponível em: <http://dge.mec.pt/metascurriculares/index.php?s=directorio&pid=22> (acedido em: 10/05/2013).

Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In Sandra Amos and Richard Boohan (Eds), *Teaching Science in Secondary Schools: a Reader* (pp. 112–128). Londres: Routledge.

Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.

Morgado, M. (1998). O hiperdocumento “A longa viagem dos continentes” como um meio de promover a mudança conceitual: um estudo sobre a Tectónica de Placas com alunos do 7 e 9º anos de escolaridade. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Moreira, M. (2011). Actividades Investigativas no 7º Ano de escolaridade sobre o efeito das actividades Sísmicas nas populações. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade de Lisboa.

Morgado, J. & Carvalho, A. (2004). Usufruir das mudanças curriculares para uma integração das Tecnologias da Informação e Comunicação. *Revista de Estudos Curriculares*, 2(1), 85 - 120.

Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os problemas no ensino e na aprendizagem das ciências: perspetivas dos documentos oficiais. In *Actas do XI Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía* (pp. 1323-1334). Corunha: Universidade da Coruña.

Morgado, S. & Leite, L. (2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. In *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.511-518). Santiago de Compostela: Domínguez Castiñeiras, J.M.

Morgado, S. (2013). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo centrado na formação contínua de professores de Ciências e de Geografia. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Mossberger, K.; Tolbert, C. & McNeal, R. (2008). *Digital citizenship: The internet, society and participation*. Cambridge, MA: MIT Press.

Nelson, E. (2008). Effects of Online Problem-based Learning on Teachers' Technology Perceptions and Planning. Effects of online problem-based learning on teachers' technology perceptions and planning. Tese de Doutoramento. Universidade Capella, Minnesota (Publicação No. AAT 3290657).

Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física: conceitos, processo e novas aprendizagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Norman, G. & Schmidt H. (1992). The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, 67(9), 557-65.

OCDE (2003). The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and problem

solving knowledge and skills. OCDE. Disponível em:

<http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf> (acedido em 20/11/2012)

Oliveira, P. (2008). A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Olkhovsky, V. (2010). A retrospective view on the history of natural sciences in XX-XXI. *Natural Science*, 2(3), 228-245.

ONU (2000). *United Nations Millennium Declaration*. Disponível em:

<http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm> (acedido em 24/11/2012)

Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 111-118.

Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184. Disponível *online*:

Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In Osborn, J. & Dillon, J. (Eds.), *Good Practice in Science Teaching: what research has to say*. Berkshire: Open University Press.

Palloff, R. & Pratt, K. (2004). *O aluno virtual : um guia para trabalhar com estudantes on-line*. Porto Alegre: Artmed

Palma, C. & Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *Atas Congreso Internacional PBL 2006 ABP*. Lima (Perú): Universidade Pontificia Católica.

Pena-Shaff, J. & Nicholls, C. (2004). Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. *Computers & Education*, 42, 243-265

Pepper, C. (2008). Implementing problem-based learning in a science faculty. *Issues in Educational Research*, 18(1), 60-72.

Pepper, C. (2009). Implementing problem-based learning in a science. *Issues in Educational Research*, 19(2), 128-141.

Pepper, C. (2010). 'There's a lot of learning going on but NOT much teaching!': Student Perceptions of Problem-Based Learning in Science. *Higher Education Research & Development*, 29, 693-707.

Perfit, M. & Davidson, J. (1999). Plate tectonics and volcanism. In Sigurdsson, H.; Houghton, B.; Rymer, H.; Stix, J. & McNutt, S. (Eds.), *Encyclopedia of Volcanoes* (pp.89-114). S. Diego: Academic Press

- Pickersgill, D. (2003). Effective use of the Internet in science teaching. *School Science Review*, 84(309), 77-86.
- Pickersgill, D. (2005). The effective use of the Internet. In Sang, D. & Frost, R., *Teaching secondary Science using ICT* (pp. 130-143). Londres: Hodder Murray
- Pinto, L. (2011). Mostrar a Ciência: Potenciar a divulgação de investigação académica na Internet através dos Audiovisuais. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Pires, E. & Moreira, F. (2012). The Integration of Information and Communication technology n Schools. Online Safety. *Procedia technology*, 5, 59-66. doi:10.1016/j.protcy.2012.09.007
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Filadélfia: Open University Press.
- Ratinen, I. & Keinonen, T. (2011). Student-Teachers' Use of "Google Earth" in Problem-Based Geology Learning. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 20(4), 345-358.
- Rennie, L. (2007). Learning Science Outside of School. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 125 – 170). Nova Jersey: Routledge.
- Resnick, M. (2002). *Rethinking Learning in the Digital Age*. In *The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World*, edited by G. Kirkman. Oxford University Press
- Resnick, M., Rusk, N., Kafai, Y., Maloney, J., et al. (2003). A Networked, Media -Rich Programming Environment to Enhance Technological Fluency at After- School Centers in Economically Disadvantaged Communities. Proposal to the National Science Foundation (project funded 2003-2007). Disponível em: <http://www.media.mit.edu/~mres/papers/scratch-proposal.pdf> (acedido em 12/12/12)
- Reynolds, J. & Hancock, D. (2010) Problem-based learning in a higher education environmental biotechnology course. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 175-186.
- Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia. disponível em: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf (acedido em 12/12/12)
- Ronis, D. (2008). *Problem-Based Learning for math & Science: integrating Inquiry and the Internet*. Califórnia: Corwin Press.
- Salmon, G. (2006). *E-moderating: The key to teaching and learning online*. Oxon: Routledge Falmer.

- Savery, J. & Duffy, T. (1995). Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35, 31-38.
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20.
- Savin-Baden, M. & Major, C. (2004). *Foundations of Problem-Based Learning*. Nova York: Open University Press.
- Savin- Baden, M. (2006). The challenges of using problem-based learning online. In Savin- Baden, M. & Wilkie, K. (2006) (eds). *Problem-based Learning Online*. Berkshire: Open University Press.
- Savin-Baden, M. & Wilkie, K. (2006) (eds). *Problem-based Learning Online*. Berkshire: Open University Press.
- Savin-Baden, M. (2007). *A Practical Guide to Problem-based Learning Online*. Londres: Routledge.
- Schipper, S. & Mattox, S. (2010). Using Google Earth to Study the Basic Characteristics of Volcanoes. *Science Scope*, 34(3), 28-37.
- Schmidt H. (1983). Problem-based learning: rationale and description. *Medical Education*, 17, 11-16.
- Schmidt, H. (1995). Problem-based learning: an introduction. *Instructional Science* 22, 247-250.
- Schmidt, H. & J. Moust (2000). Factors Affecting Small-Group Tutorial Learning: A Review of Research. In *Problem-based Learning: a Research Perspective on Learning Interactions*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Schmincke, H. (2004). *Volcanism*. Nova York: Springer
- Şendağ, S. & Odabaşı, H. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers & Education*, 53, 132-141.
- Seren S. & Ustun B. (2008). Conflict resolution skills of nursing students in problem-based compared to conventional curricula. *Nurse Education Today*, 28(4), 393-400. .
- Shearer, P. (1999). *Introduction to Seismology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Shell, R. & Kaufman, D. (2010). Collaborative Online Multimedia Problem-Based Learning Simulations (COMPS). In Kaufman, D. & Sauv e, L. (Eds.), *Educational Gameplay and Simulation Environments: Case Studies and Lessons Learned* (pp. 271-285). Hershey: IGI Global.
- Silva, C. (2012). Impacto da resolu o de problemas nas aprendizagens da atividade vulcânica, por alunos do 7.º ano de escolaridade. Relatório da prática de ensino supervisionada. Universidade de Lisboa.

- Silva, M.; Leite, L. & Pereira, A. (2013). A Resolução de Problemas socio-científicos: que competências evidenciam os alunos de 7º ano?. In *Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*. Braga: CIEd, Universidade do Minho.
- Sindelar, T. (2010). The effectiveness of Problem Based Learning in the high school science classroom. Dissertação de Mestrado (não publicada). Universidade do Nebraska.
- Smith, R. & Davis, R. (1981). Frameworks for Cooperation in Distributed Problem Solving. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 11(1), 61-70.
- Sooryamoorthy, R. & Shrum, W. (2007). Does the Internet promote Collaboration and Productivity? Evidence from Scientific Community in South Africa. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12, 733-751.
- Spinello, E. & Fischbach, R. (2004). Problem-Based Learning in Public Health Instruction: A Pilot Study of an Online Simulation as a Problem-Based Learning Approach. *Education for Health*, 17(3), 365–373.
- Sterling, S. (1997). Education in Change. In Huckle, J. & Sterling, S. (Eds.), *Education for Sustainability*, pp. 18-39. Londres: Earthscan Publications Ltd.
- Stevens, R., & Bransford, J. (2007). Lifelong and lifewide learning diagram. In J. A. Banks (Ed.), *Learning in and out of school in diverse environments: Life-Long, Life-Wide, Life-Deep*. Seattle, WA: UW Center for Multicultural Education & The LIFE Center. http://life-slc.org/docs/Banks_etal-LIFE-Diversity-Report.pdf
- Stein, S. & Wysession, M. (2003). *An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure*. Malden: Blackwell Publishing
- Stockmayer, S.; Rennie, L. & Gilbert, J. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education* 46, 1-44.
- Stocker, V. (2011). *Science Teaching with Moodle 2.0*. Birmingham: Packt Publishing
- Stravedes, T. (2011). *Effective Online Teaching: Foundations and strategies for student success*. S. Francisco: Jossey-Bass.
- Strijbos, J.; Martens, R.; Prins, F. & Jochems, W. (2006). Content analysis: What are they talking about? *Computers & Education*, 46, 29-48. Doi: 10.1016/j.compedu.2005.04.002 (acedido em 13/11/2012)
- Sulaiman, F. (2010). Student's Perceptions of Implementing Problem-Based Learning in a Physics Course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 7(C), 355-362.
- Sulaiman, F. (2013). Problem-Based Learning Online in a Physics Course: a preliminary study at the Universiti Malaysia Sabah. In *Proceeding of the Global Summit on Education*. Kuala Lumpur.

- Sungur, S.; Tekkaya, C. & Geban, O. (2006). Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education*, 40(4), 155-160.
- Tan, O. (2003). *Problem-based Learning Innovation: Using Problems to Power Learning in the 21st Century*. Singapore: Thomson Learning.
- Tan, S. & Seah, Lay (2011). Exploring relationship between students' questioning behaviors and inquiry tasks in an online forum through analysis of ideational function of questions. *Computers & Education*, 57, 1675-1685. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.03.007 (accedido em 22/10/2012)
- Tarhan, L. & Acar, B. (2007) Problem-based learning in an eleventh grade chemistry class: 'factors affecting cell potential'. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 351-369. DOI: 10.1080/02635140701535299
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. (2012). Educação em Ciências com orientação CTS: recursos didáticos com foco no Pensamento crítico visando a Literacia Científica. In *VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências: "Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências"*. Madrid
- Thier, M. & Daviss, B. (2002). *The new Science literacy: using language skills to help students learn Science*. Portsmouth: Heinemann
- Tiwari, A.; Lai, P.; So, M. & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40, 547-554.
- Torp, L. & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tosun, C. & Taskesenligil, Y. (2013). The effect of problem-based learning on undergraduate students' learning about solutions and their physical properties and scientific processing skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 36-50.
- Tseng, K.; Chang, C. & Lou, S. (2012) The process, dialogues, and attitudes of vocational engineering high school students in a web problem based learning (WPBL) system. *Interactive Learning Environments*, 20(6), 547-562.
- Tuckman, B. (2002). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Gulbenkian.
- Unesco (2011). *Transforming Education: The Power of ICT Policies*. Paris: UNESCO
- Valaitis, R.; Sword, W.; Jones, B. & Hodges, A. (2005). Problem-based learning online: Perceptions of health sciences students. *Advances in Health Sciences Education*, 10, 231-252. DOI: 10.1007/s10459-005-6705-3

- Van Deursen, A. & Van Dijk, J. (2009a). Improving digital skills for the use of online public information and services. *Government Information Quarterly*, 26, 333-340. DOI: 10.1016/j.giq.2008.11.002 (acedido em 10/05/213)
- Van Deursen, A. & Van Dijk, J. (2009b). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21, 393-402.
- Van Deursen, A. & Van Dijk, J. (2010): Measuring Internet Skills. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(10), 891-916.
- Van Deursen, A.; Van Dijk, J. & Petters, O. (2011). Rethinking Internet skills: The contribution of gender, age, education, Internet experience, and hours online to medium- and content-related Internet skills. *Poetics*, 39, 125-144. DOI: 10.1016/j.poetic.2011.02.001
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto: Porto Editora.
- Vasconcelos, C. & Torres, J. (2013). A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação Ambiental. *In Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*. Braga: CIEd, Universidade do Minho.
- Vieira, P. (2007). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Webquests: Um Estudo com Alunos do 8º Ano de Escolaridade, na Temática "Fontes De Energia". Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Vieira, R. & Vieira, C. (2005). *Estratégias do ensino - aprendizagem: o questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Vieira, R.M.; Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I.P. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS. Atividades para o ensino básico*. Porto: Areal.
- Walker, A. & Leary, H. (2009). A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1),6-28.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centres. *Physics Education* 25, 247-252.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science – Contemporary issues and practical approaches*. Londres: Routedledge.
- Wellington, J. & Britto, J. (2004). Learning Science though ICT at home. In Braun d, M. & Reiss, M., *Learning Science outside the classroom*. Londres: Routledge.

- Wellington, J. & Ireson, G. (2008) *Science Learning, Sciece Teaching*. Londres: Routledge.
- Wijnia, L.; Loyens, S. & Derous, E. (2011) Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 36, 101–113
- Wilkerson, L., & Hundert, E. M. (1997). Becoming a Problem-Based Tutor: Increasing Self-awareness Through Faculty Development. In D. Boud & G. I. Feletti (Eds.), *The Challenge of Problem-Based Learning*. London: Kogan Page.
- White, H. (2001). A PBL course that uses research articles as problems. In Duch, B., Groh, S. & Allen, D. (Eds), *The power of problem-based learning. A practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Stylus:Virginia.
- Woods, D. (2000). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. Hamilton: McMaster University
- Yeh, Y. (2010a). Analyzing Online Behaviors, Roles, and Learning Communities via Online Discussions. *Educational Technology & Society*, 13(1), 140-151.
- Yeh, Y. (2010b). Integrating collaborative PBL with blended learning to explore preservice teachers' development of online communities. *Teaching and teacher Education*, 26, 1630-1640.
- Yew, E. & Schmidt, H. (2012). What students learn in problem-based learning: a process analysis. *Instructional Science* , 40(2), 371 – 395.
- Ynalvez, M. & Shrum, W. (2011). Professional networks, scientific collaboration, and publication productivity in resource-constrained research institutions in a developing country. *Research Policy*, 40(2), 204-216.
- Youniss, J. (2011). Civic Education: What Schools Can Do to Encourage Civic Identity and Action. *Applied Developmental Science*, 15(2), 98-103. DOI: 10.1080/10888691.2011.560814
- Yu, W.; She, H. & Lee, Y. (2010). The effects of a web-based/non web-based problem solving instruction and high/low achievement on students' problem solving ability and biology achievement. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 187–199.
- Zabala, A. & Arnau, L. (2010). *Cómo aprender y enseñar competencias: 11 ideas clave*. Barcelona: Graó.
- Ziche, P. (2012). Science and the History of the Sciences. Conceptual Innovations Through Historicizing Science in the Eighteenth Century. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 35(2), 99–112. DOI: 10.1002/bewi.201201554

Anexos

Anexo 1 – Descritores dos objetivos de aprendizagem

Quadro 2 - Descritores dos objetivos de aprendizagem no subdomínio Dinâmica Interna da Terra

Objetivos	Descritores
Compreender os fundamentos da estrutura e da dinâmica da Terra	<p>Apresentar argumentos que apoiaram e fragilizaram a Teoria da Deriva Continental;</p> <p>Reconhecer o contributo da ciência, da tecnologia e da sociedade para o conhecimento da expansão dos fundos oceânicos;</p> <p>Esquematizar a morfologia dos fundos oceânicos;</p> <p>Explicar as evidências clássicas (oceânicas e continentais) que fundamentam a Teoria da Tectónica de Placas;</p> <p>Relacionar a expansão e a destruição contínuas dos fundos oceânicos com a constância do volume da Terra;</p> <p>Resolver um exercício que relacione a distância ao eixo da dorsal atlântica com a idade e o paleomagnetismo das rochas do respetivo fundo oceânico;</p> <p>Identificar os contributos de alguns cientistas associados à Teoria da Deriva Continental e à Teoria da Tectónica de Placas;</p> <p>Caraterizar placa tectónica e os diferentes tipos de limites existentes;</p> <p>Inferir a importância das correntes de convecção como “motor” da mobilidade das placas tectónicas;</p>
Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas	<p>Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa atividade prática laboratorial;</p> <p>Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa atividade prática laboratorial;</p> <p>Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem;</p> <p>Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens;</p> <p>Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas.</p>

Quadro 3 - Descritores dos objetivos de aprendizagem no subdomínio Consequências da Dinâmica Interna da Terra

Objetivos	Descritores
Compreender a atividade vulcânica como uma manifestação da dinâmica interna da Terra	<p>Esquematizar a estrutura de um aparelho vulcânico</p> <p>Distinguir diferentes materiais expelidos pelos vulcões, com base em amostras de mão</p> <p>Estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de magmas e os diversos tipos de atividade vulcânica, através de uma atividade prática</p> <p>Exemplificar manifestações de vulcanismo secundário</p> <p>Explicar os benefícios do vulcanismo (principal e secundário) para as populações</p> <p>Referir medidas de prevenção e de proteção de bens e de pessoas do risco vulcânico</p> <p>Inferir a importância da ciência e da tecnologia na previsão de erupções vulcânicas</p> <p>Reconhecer as manifestações vulcânicas como consequência da dinâmica interna da Terra</p>
Interpretar a formação das rochas magmáticas	<p>Explicar a génese das rochas magmáticas plutónicas e vulcânicas</p> <p>Identificar diferentes tipos de rochas plutónicas (gabro e granito) e vulcânicas (basalto e riólito), com base em amostras de mão.</p> <p>Relacionar a génese das rochas magmáticas com a respetiva textura, com base na dimensão e na identificação macroscópica dos seus minerais constituintes</p>
Compreender o metamorfismo como uma consequência da dinâmica interna da Terra	<p>Explicar o conceito de metamorfismo, associado à dinâmica interna da Terra</p> <p>Referir os principais fatores que estão na origem da formação das rochas metamórficas</p> <p>Distinguir metamorfismo de contacto de metamorfismo regional, com base na interpretação de imagens ou de gráficos</p> <p>Identificar diferentes tipos de rochas metamórficas (xistos e outras rochas com textura foliada e/ou bandada bem definida; mármore; quartzitos, que apresentem textura granoblástica), com recurso a uma atividade prática</p> <p>Relacionar o tipo de estrutura que a rocha apresenta com o tipo de metamorfismo que lhe deu origem, em amostras de mão</p>
Conhecer o ciclo das rochas	<p>Descrever o ciclo das rochas</p> <p>Enunciar os processos geológicos envolvidos no ciclo das rochas</p>
Compreender que as formações litológicas em Portugal devem ser exploradas de forma sustentada	<p>Identificar os diferentes grupos de rochas existentes em Portugal, utilizando cartas geológicas</p> <p>Referir aplicações das rochas na sociedade</p> <p>Reconhecer as rochas utilizadas em algumas construções, na região onde a escola se localiza</p> <p>Defender que a exploração dos recursos litológicos deve ser feita de forma sustentável</p>
Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra	<p>Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra</p> <p>Associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas</p> <p>Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia</p> <p>Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos</p> <p>Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional</p> <p>Identificar o risco sísmico de Portugal e da região onde a escola se localiza</p> <p>Caraterizar alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada</p> <p>Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo</p> <p>Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo</p> <p>Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica</p> <p>Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectónicas</p>
Compreender a estrutura interna da Terra	<p>Relacionar a inacessibilidade do interior da Terra com as limitações dos métodos diretos</p> <p>Enumerar diversos instrumentos tecnológicos que permitem compreender a estrutura interna da Terra</p> <p>Explicar os contributos da planetologia, da sismologia e da vulcanologia para o conhecimento do interior da Terra</p> <p>Caraterizar, a partir de esquemas, a estrutura interna da Terra, com base nas propriedades físicas e químicas (modelo geoquímico e modelo geofísico)</p>

Anexo 2 – Quadro de questões sobre o cenário Férias nos Açores

Escola _____

Nome: _____, **7º ano, turma** ____, **nº** ____

Data: ___/___/___

O que não compreendi? (Dúvidas e curiosidades)	O que já sei sobre o assunto?	O que preciso de saber sobre o assunto?
•	•	•

**Anexo 3 - Lista de recursos de suporte à resolução dos problemas
formulados pelos alunos**

Lista de Recursos – Cenário “Férias nos Açores”

Vulcões

<http://dsc.discovery.com/convergence/pompeii/interactive/interactive.html>

http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/dossiers/planeta_terra/vulcanismo

<http://www.astronoo.com/articles/vulcoesFonteDeVida-pt.html>

<http://videos.sapo.pt/OpepcafJeP7JbWByknFy>

<http://globotv.globo.com/globo-news/jornal-das-dez/v/vulcao-na-russia-esta-em-erupcao-ha-um-mes/2297636/>

<http://www.youtube.com/watch?v=TKozWPKZqF8>

<http://www.youtube.com/watch?v=ljkbAHVmYGo>

<http://www.youtube.com/watch?v=ej-6WnoPFuY&feature=endscreen&NR=1>

<http://www.youtube.com/watch?v=-Mla0yAD7L4>

<http://www.youtube.com/watch?v=wIMEkm8YPY4>

<http://www.youtube.com/watch?v=cTaEeko1Dsl>

<http://www.planetseed.com/pt-br/node/15851>

Açores

www.cvarg.azores.gov.pt

http://siaram.azores.gov.pt/vulcanismo/vulcao-capelinhos/_texto.html

http://siaram.azores.gov.pt/vulcanismo/_intro.html

<http://www.azores.com/pt/faial>

http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=Eww_wazJhYY

<http://www.youtube.com/watch?v=YuV8f6l55HA>

Estrutura interna da Terra

<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1266&sid=129>

http://ansatte.uit.no/kare.kullerud/webgeology/webgeology_files/brazil/earthsinterior_bra.swf

Placas tectónicas e deriva continental

<http://geofisica.fc.ul.pt/informacoes/curiosidades/derivacontinental.htm>

<http://www.slideshare.net/claudiacssmoura/deriva-continental-e-tectnica-de-placas-8271728>

<http://www.georoteiros.pt/georoteiros/Multimedia/Animacoes/pangea.swf>

<http://www.youtube.com/watch?v=rg5NOvrFrMM>

http://www.georoteiros.pt/georoteiros/Multimedia/Animacoes/limite_divergente.swf

http://www.georoteiros.pt/georoteiros/Multimedia/Animacoes/limite_convergente.swf

http://www.georoteiros.pt/georoteiros/Multimedia/Animacoes/mapa_actividade_placas.swf

http://www.Ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/guiao_tectonica_placas/texto

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0903/flash/es0903_d-boundary.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0902/flash/es0902_c-boundary.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0808/flash/es0808_accretion.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0804/flash/es0903_d-boundary.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0804/flash/es0902_c-boundary_small.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0804/flash/es0804_t-boundary.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0904/flash/es0904_hotspot.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es0904/flash/es0904_hotspot.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es2902/flash/es2902_uncomformity.swf

<http://www.biologieenflash.net/geo/flash/0049.swf>

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es1103/flash/es1103_fault_normal.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es1103/flash/es1103_fault_reverse.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es1103/flash/es1103_fault_strike.swf

http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/visualizations/es1103/flash/es1103_fault_strike.swf

aull_thrust.swf

Formação da crosta oceânica e dos continentes

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos_de_aprendizagem/2010/ciencias/formacaodoscontinentes.swf

<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/apresentacoes/formacaodoscontinentes.swf>

<http://www.oceanario.pt/cms/1253/>

Sistemas de Gestão Geográfica

earth.google.com

www.cvarg.azores.gov.pt

Anexo 4 - Cenário Férias nos Açores

Transcrição do Cenário - Férias nos Açores

Pedro – Sabem, este ano vou de férias para os Açores.

Carla – Que giro! É um lugar que eu gostava muito de visitar.

Rui – Pois eu também gostava muito de lá ir! Desde que o professor de História contou que as várias ilhas do arquipélago dos Açores foram descobertas e colonizadas no séc. XV que eu tenho grande curiosidade em visitar os Açores. Lembras-te, Carla?

Carla – Sim, lembro-me. Ficamos tão curiosos naquela altura que até fomos procurar mais informação! Sei que quando foram colonizadas, algumas das ilhas tinham uma paisagem inóspita, com vegetação reduzida, devido aos mantos de lava que ocorriam e que tornavam difícil o desenvolvimento da flora. Como o caso da ilha do Pico.

Rui – Pois foi. Entretanto, os colonos que se instalaram nesta ilha enfrentaram alguns desses problemas, e hoje em dia, a ilha do Pico é conhecida por ter uma produção de vinha reconhecida como paisagem cultural, pela Unesco em 2004! Esta paisagem moldada pelo ser humano encerra espécies da flora e da fauna muito particulares, algumas protegidas por lei! É um sítio muito especial!

Pedro – O quê?! Esperem lá... Nos Açores há vulcões? Então não sei se quero ir lá...

Carla – Bem!... A última erupção vulcânica nos Açores foi bastante documentada, desde que acordou até que adormeceu. E foi observada no ano de 1957 na ilha do Faial, no vulcão dos Capelinhos.

Rui – É verdade! Eu vi um vídeo na *Internet* sobre esse fenómeno, com imagens reais do acontecimento. Espetacular!

Pedro – A sério? Essa erupção deve ter sido muito problemática para a população local. E também para a fauna e a flora da região!... Sabem, não percebo por que razão há pessoas que gostam de viver em zonas de atividade vulcânica!

Anexo 5 – Teste de conhecimentos

Escola _____
Nome: _____, 7º ano, turma ____, nº ____
Data: ___/___/___

1. Lê, com atenção, o seguinte extrato do diálogo entre a Maria, o João, o Manuel e o Pedro.

Maria: Olá! Viram no jornal a notícia sobre o *tsunami* que aconteceu na Ilha de Java, na Indonésia?

João: *Tsunam?*

Maria: Sim! Após o sismo apareceram ondas gigantes que destruíram muita coisa.

Manuel: Sim! Eu também vi a notícia! Disseram que a magnitude foi de 7,2 na escala de Richter.

Pedro: Eu não vi a notícia, mas estava convencido que os sismos ocorrem a terra e não no mar.

Maria: No telejornal disseram que a zona do Pacífico é uma zona de elevado risco sísmico.

Manuel: Ainda bem que o Pacífico é longe de nós!...

João: Mas em Portugal poderemos ter sismos ou *tsunamis*? Sismo e *tsunami* são a mesma coisa?

Pedro: Eu acho que são diferentes. Já ouvi dizer que tivemos sismos mas não ouvi falar de *tsunamis*.
Mas uma coisa é certa: quando acontece um sismo temos de nos proteger.

1.1. Na tua opinião, sismo e *tsunami* são a mesma coisa?

Sim ____ Não ____ Tenho dúvidas ____

Justifica a tua resposta.

1.2. Na tua opinião, a magnitude de um sismo tem alguma relação com a destruição que um sismo provoca?

Tem ____ Não tem ____ Tenho dúvidas ____

Fundamenta a tua resposta.

1.3. Explica o que querará dizer a Maria quando afirma que a zona do Pacífico é uma “zona de elevado risco sísmico”.

1.4. Em tua opinião, o Pedro tem razão quando afirma que “quando acontece um sismo temos de nos proteger”?

Tem razão _____ Não tem razão _____ Tenho dúvidas _____

Fundamenta a tua resposta.

2. Lê, com atenção, a conversa entre o Calvin (C), o Hobbes (H) e a Susi (S).



2.1. Na tua opinião, o Hobbes tem, ou não, razão quando diz que os vulcões trazem benefícios para a atividade agrícola?

Tem razão _____ Não tem razão _____ Tenho dúvidas _____

Justifica a tua resposta.

2.2. Explica o que querará dizer o Hobbes quando afirma que os vulcões são fundamentais para a vida na Terra.

2.3. O Hobbes afirmou, corretamente, que as pessoas que vivem nas proximidades de um vulcão correm sérios riscos. Explica que riscos essas pessoas podem correr.

2.4. O que dirias ao Calvin para lhe explicar o que é uma zona tectonicamente ativa?

Fim!

Obrigada pela tua colaboração!

Anexo 6 – Teste de desempenho na resolução de problemas

Escola _____

Nome: _____, 7º ano, turma ____, nº ____

Data: ___/___/___

Precisamos de saber a tua opinião sobre o que se deve fazer perante duas situações problemáticas. Assim, solicitamos-te que respondas às seguintes questões da forma mais completa.

1- O Arquipélago dos Açores é conhecido não só pelas suas maravilhosas paisagens vulcânicas, mas também pelas suas belas lagoas, pelos géiseres e pelo famoso “cozido das Furnas”.

Imagina que estás na seguinte situação: foste convidado pelo Governo Autónomo dos Açores para fazeres parte de uma equipa que vai investigar as possibilidades de construir uma cidade nos arredores do vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial. A tarefa da equipa é ajudar a decidir sobre se deve, ou não, ser construída uma área habitacional perto do sopé do vulcão. Para tal, é preciso recolher informação necessária e escrever um relatório para o Presidente do Governo Autónomo dos Açores.

Descreve, passo a passo, como irias proceder e quais as informações que seria necessário recolheres, para escreveres o relatório pedido.

2- O aumento da poluição aquática constitui um grande problema em todo o mundo, estando a agravar-se tanto nas zonas ribeirinhas, como nas zonas marítimas. Portugal não é exceção!

Durante este ano, na zona das praias da Póvoa de Varzim, verificou-se que a qualidade da água do mar piorou consideravelmente, tendo sido observadas, diversas vezes, manchas de poluição no mar. A poluição poderá ter sido proveniente de descargas de resíduos sanitários da cidade, da agricultura e da pecuária (que afeta o rio que passa na cidade e desagua perto da mesma) e do crescente número de turistas que, no Verão, deixam resíduos pelas praias.

Considera-te na seguinte situação: fazes parte da equipa do Departamento do Ambiente da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim e, numa das reuniões de Assembleia Municipal, discute-se a necessidade de fazer algo face ao agravamento da poluição aquática, na zona marítima próxima da cidade.

Descreve, passo a passo, o que terias que fazer e o tipo de informação que terias de recolher para chegares a uma proposta que apresente formas de remediar este problema.

**Anexo 7 – Questionário de opinião dos alunos face ao contributo do EOABRP
online para o desenvolvimento de diferentes competências**

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE AS AULAS DE CIÊNCIAS NATURAIS DURANTE A UNIDADE "DINÂMICA DA TERRA"

Este questionário visa conhecer a tua opinião no que respeita à contribuição das aulas de Ciências Naturais, durante a unidade "Dinâmica da Terra", para a tua aprendizagem. Não há respostas certas nem erradas. Importa obter respostas sinceras, pois só estas poderão fornecer dados úteis para uma melhor adaptação desta metodologia de ensino às características dos alunos.

* **Requerido**

Informação pessoal

Nome: *

Idade *

Frequentas o 7º ano pela: *

- 1ª vez
 2ª vez
 3ª vez

PARTE I: APRENDER E TRABALHAR

Durante as aulas de Ciências Naturais tiveste oportunidade de abordar assuntos relativos ao tema "Dinâmica da Terra" de uma forma diferente daquela que é usada normalmente nas aulas. Classifica a contribuição que pensas que esta nova forma de aprender deu para que continues a:

1. Aprender a argumentar e a contra-argumentar de modo fundamentado *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

2. Aprender a colaborar com os colegas *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

3. Aprender a comunicar ideias *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

4. Aprender a pensar *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

5. Aprender a interpretar textos e outros materiais informativos *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

6. Aprender a partilhar tarefas *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

7. Aprender a expressar as tuas ideias *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

8. Aprender a planear o trabalho *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

9. Aprender a respeitar as opiniões dos outros *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

10. Aprender a resolver problemas sobre assuntos relacionados com as Ciências *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

11. Aprender a sintetizar ideias de diferentes fontes e/ou autores *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

12. Aprender coisas que me interessam mais *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

13. Aprofundar ideias/conhecimentos *

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

14. Aprender de forma mais interessante *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

15. Compreender a matéria relacionada com os problemas tratados *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

16. Sentir-te confortável enquanto aluno *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

17. Aprender a trabalhar em grupo *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

Parte II: SALA DE CHAT

Durante as aulas tiveste a oportunidade de participar na sala de Chat. O diálogo estabelecido no teu grupo, através da sala de Chat, ajudou-te a:

18. Tomar consciência do que já sabias *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

19. Aprender conteúdos relacionados com os temas abordados *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

20. Compreender a importância de considerar diversos pontos de vista *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

21. Aprender a defender as tuas ideias, de modo fundamentado *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

22. Sentir-te integrado no grupo de que fizeste parte *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

23. Esclarecer as tuas dúvidas *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

Parte III: FÓRUM DE DISCUSSÃO

Também tiveste a oportunidade de participar no fórum de discussão online durante as aulas de Ciências Naturais. A forma como tu e o teu grupo utilizaram o fórum de discussão:

24. serviu para *

- consultar informação sobre a tabela de dúvidas e questões
- comunicar com os colegas de grupo sobre a distribuição de tarefas
- partilhar informação sobre o tema "dinâmica da terra" com os colegas de grupo
- debater ideias com os elementos do grupo
- Outros:

25. Ajudou-te a aprender os conteúdos dos temas tratados *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

26. Pareceu-te interessante *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

27. Ajudou-te a perceber a importância de considerar diversos pontos de vista *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

28. Ajudou-te a aprender a defender as tuas ideias *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

29. Ajudou-te a esclarecer as tuas dúvidas *

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

Parte IV: SESSÕES DE APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS DOS ALUNOS

Relativamente à apresentação dos trabalhos realizados por cada grupo, em tua opinião:

30. A apresentação do teu grupo, ajudou-te a:

*a) Tornar-te mais responsável

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*b) Tomar consciência da importância da postura de quem faz uma exposição oral

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*c) Verificar a importância de preparar uma comunicação

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*d) Sentir a importância de utilizar de uma linguagem correta, em termos linguísticos e científicos

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*e) Verificar a importância da necessidade de organizar logicamente as ideias principais

- Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

31. As apresentações efetuadas pelos outros grupos, ajudaram-te a:

*a) Aprofundar os conteúdos relacionados com os temas tratados pelos restantes grupos

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*b) Tomar consciência das limitações do trabalho do teu grupo

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*c) Tomar consciência da importância da postura de quem faz uma exposição oral

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

*d) Sentir a importância de utilizar de uma linguagem correta, em termos linguísticos e científicos

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

Anexo 8 – Correção das questões do teste de conhecimentos

Respostas às questões do teste de conhecimentos 7ºano

Questões	Respostas
1.1	Não. Sismo e <i>tsunami</i> são coisas diferentes. Os sismos são movimentos bruscos da crosta terrestre, que podem ser provocados pelo movimento das placas litosféricas, por movimentos magmáticos ou por outras alterações bruscas de tensão na Terra. Os <i>tsunamis</i> são ondas gigantes que se propagam a grandes distâncias que se podem formar quando o epicentro de um sismo se localiza no mar, através de movimentações bruscas das placas litosféricas subaquáticas ou por explosões de ilhas vulcânicas.
1.2	Tem. A magnitude de um sismo tem relação com a destruição que um sismo provoca pois quanto maior for a magnitude de um sismo maior é a energia libertada no foco sísmico e maior amplitude da vibração das ondas sísmicas. Por essa razão, quanto maior for a magnitude de um sismo maior será a destruição que o sismo provoca.
1.3	A zona do Pacífico é uma zona de elevado risco sísmico pois corresponde a uma zona de limites de placas litosféricas, cuja colisão leva à ocorrência de sismos. Por essa razão, nessa zona são registados muitos dos sismos terrestres.
1.4	O Pedro tem razão. Uma vez que os sismos podem provocar quedas de objetos, derrocadas, destruição de habitações, danos em condutas de gás ou na rede de distribuição de energia que podem provocar incêndios e explosões, então, é necessário que as pessoas se protejam e sigam determinadas condutas de segurança para não correrem perigo de saúde ou de vida.
2.1	O Hobbes tem razão quando diz que os vulcões trazem benefícios para a atividade agrícola pois, devido à deposição de cinzas vulcânicas, os solos existentes nas proximidades dos vulcões tornam-se mais férteis, desde que exista água.
2.2	O Hobbes afirma que os vulcões são fundamentais para a vida na Terra pois contribuem para a renovação de minerais e nutrientes do solo que favorece a existência e manutenção de espécies, tem efeito moderador do clima e liberta gases que são incorporados nas cadeias tróficas.
2.3	As pessoas que vivem nas proximidades de um vulcão podem correr sérios riscos tais como: - destruição de zonas habitacionais, de zonas não habitacionais e de recursos (ex: plantas e animais) que necessitam para viver, provocadas pela escorrência de lava; - intoxicação, provocada pelas cinzas e poeiras vulcânicas; - morte.
2.4	Uma zona tectonicamente ativa é uma zona sujeita a intensa atividade vulcânica e sísmica pois corresponde a uma zona de limites ou fronteiras de placas litosféricas com grande atividade.

Anexo 9 – Aspetos a serem incluídos na proposta de correção às questões do teste de desempenho na resolução de problemas

Aspetos a serem incluídos na proposta de resolução do teste de aferição do desempenho que evidenciam a aquisição de competências associadas a cada dimensão

(adaptado de: Gandra, 2001; Vieira, 2007)

D1 – Identificação/interpretação/compreensão da situação problemática criada

A resposta deve evidenciar que o aluno está consciente que está perante um problema. O aluno deve demonstrar, também, que compreende a natureza desse problema e os objetivos que com ele se pretende atingir. Assim, o aluno deve revelar, na sua resposta, que identifica, ou que interpreta, ou que compreende a situação problemática criada.

Na primeira situação problemática, o aluno deve identificar a necessidade de auxiliar a Autarquia na decisão sobre a construção uma vez que existe risco de atividade vulcânica no local e, conseqüentes, riscos para a população.

Na segunda situação problemática, o aluno deve evidenciar que compreendeu que tem de chegar a uma proposta de solução de um problema ambiental cujas causas não são bem conhecidas.

D2 – Previsão/identificação de fatores relevantes e avaliação do peso relativo dos mesmos

As respostas dos alunos devem evidenciar que o aluno previu ou identificou a existência de fatores relevantes para a resolução do problema, bem como avaliou o peso relativo dos mesmos.

No caso da primeira situação problemática, o aluno deve identificar os seguintes fatores: a existência de atividade vulcânica do local; e existência de riscos decorrentes da atividade vulcânica. A resposta do aluno deve conter uma avaliação do peso desses fatores para a decisão da construção da zona de habitação em causa, nomeadamente se vão, ou não, influenciar essa tomada de decisão.

Na segunda situação problemática, o aluno deve identificar os seguintes fatores: origens da poluição; tipo de poluição; formas de remediar a poluição diagnosticada. A resposta do aluno deve incluir a avaliação do peso desses fatores para a proposta de solução ao problema ambiental em causa.

D3 – Planificação de tarefas

A resposta do aluno deve contemplar a delineação de um plano geral de resolução, contendo a

enumeração de uma série de procedimentos e de tarefas com vista à construção de estratégias de ação e à tomada de decisões.

Na primeira situação problemática, a resposta do aluno deve incluir a identificação de procedimentos e tarefas que o ajudem na tomada de decisão sobre a construção da zona habitacional, nomeadamente os que tenham o objetivo de recolher e analisar dados que permitam averiguar a existência de atividade vulcânica no local e que facilitem a identificação e previsão de riscos para a população.

Na segunda situação problemática, a resposta do aluno deve conter a exposição de procedimentos e tarefas a serem realizadas, que sejam necessários à realização de um diagnóstico do problema ambiental em causa, bem como de formas de o remediar, e que facilitem a elaboração de uma proposta de solução ao problema. Esses procedimentos e tarefas devem permitir a recolha de dados sobre causas, consequências e formas de remediação desse problema.

D4 – Identificação de fontes de pesquisa

Na sua resposta, o aluno deve prever ou identificar uma série de recursos que considere essenciais para o processo de recolha de informação relevante para encontrar uma possível solução para o problema em causa.

Na primeira situação problemática, a resposta do aluno deve incluir a identificação ou a previsão de recursos que permitam a recolha de dados relativos à atividade vulcânica e de eventuais riscos dessa atividade vulcânica.

Na segunda situação problemática, a resposta do aluno deve contemplar a identificação ou previsão de recursos que permitam recolher informação sobre a natureza do problema, sobre as causas, sobre as consequências e sobre formas de remediar o problema ambiental.

D5 – Planificação de estratégias de resolução

O aluno deve apresentar uma resposta que inclua ou descreva a planificação de estratégias de atuação para a resolução do problema em questão.

Na primeira situação, deve ser evidente, na resposta do aluno, a existência de um plano de estratégias de ação que inclua uma série de procedimentos, cujo objetivo conjunto se centra em

recolher e analisar dados e em debater opiniões que facilitem a elaboração de um relatório de suporte à decisão sobre a construção da zona habitacional perto do sopé do vulcão.

Na segunda situação problemática, a resposta do aluno deve evidenciar a existência de um plano de estratégias de ação cuja meta é a elaboração de uma proposta de solução para o problema ambiental em causa, e deve conter uma série de procedimentos, com o intuito de recolher, analisar e debater informações sobre o tipo de problema ambiental, bem como sobre as suas causas e as suas consequências, e sobre formas de remediação da poluição.

D6 – Ponderação sobre o trabalho em equipa e da discussão de opiniões

A resposta do aluno deve revelar que ele considera essencial o trabalho em equipa, mencionando a necessidade de indivíduos ou entidades cooperarem e a relevância da discussão de ideias, ou referindo a necessidade de serem consultadas outras opiniões.

Na primeira situação problemática, a resposta do aluno deve evidenciar a necessidade de equipas e instituições cooperarem, nomeadamente especialistas da área das Ciências naturais (ex.: Geologia, Vulcanologia, Sismologia).

Na segunda situação problemática, o aluno deve demonstrar na sua resposta a necessidade de equipas de especialistas da área das Ciências (ex.: biólogos, químicos, técnicos de análises, engenheiros ambientais, entre outros) e de elementos pertencentes à autarquia cooperarem, tanto no processo de auditoria ambiental, como no processo de elaboração da proposta de solução.

D7 – Conclusão de raciocínios

O aluno deve apresentar uma resposta que evidencie a sua capacidade para concluir e finalizar os diferentes raciocínios desenvolvidos. Para tal, o aluno deve revelar na sua resposta uma conclusão ou uma implicação sobre os processos que diz ser necessário realizar e sobre as informações que diz ser necessário recolher, durante a resolução dos problemas.

D8 – Realização de juízos

A resposta do aluno deve apresentar uma opinião pessoal no contexto da situação criada,

nomeadamente uma apreciação crítica de todo o processo de resolução adotado ou comentários que revelem um juízo valorativo do aluno sobre a situação problemática ou sobre a resolução do problema.

Assim, o aluno, para além da apreciação crítica do plano de estratégias de ação, por si delineado, e dos procedimentos realizados na concretização desse plano, também pode, ou deve, evidenciar um juízo de valor sobre o problema em si, ou sobre a sua resolução.