



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra
Departamento de Ciências da Vida

Do interior da Terra ao interior das Plantas
Práticas letivas em Geologia e Biologia no 10º ano de
escolaridade

Carlos Antonino Francisco Barata

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário

Julho, 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra
Departamento de Ciências da Vida

Do interior da Terra ao interior das Plantas
Práticas letivas em Geologia e Biologia no 10º ano de
escolaridade

Carlos Antonino Francisco Barata

Relatório apresentado à Universidade de Coimbra
para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Mestre em Ensino de
Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário (Decreto Lei
43/2007 de 22 de Fevereiro)

Orientadores científicos

Prof. Doutora Celeste dos Santos Romualdo Gomes, Departamento de Ciências da
Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes, Departamento de Ciências da Vida,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Julho, 2014

Agradecimentos

Às Orientadoras Científicas, Professora Doutora Celeste Gomes e Professora Doutora Isabel Abrantes, pela constante paciência e disponibilidade demonstrada. Não tenho a menor dúvida que grande parte do meu crescimento pessoal e académico durante estes dois anos se deve aos oportunos conselhos e às rigorosas correções que me facultaram a cada etapa deste caminho.

Ao Orientador Cooperante, Professor Paulo Magalhães, por todas as contribuições, dos conhecimentos às histórias (e estórias), que me possibilitaram adaptar facilmente ao meu novo papel de professor. Os incentivos e franqueza descomplicaram muitas das situações que me assombravam no início do estágio.

A todos os Professores do Mestrado cujo profissionalismo foi e será o meu modelo. As fundações para os sucessos que atingi no estágio foram construídas nas unidades curriculares do primeiro ano de mestrado.

Aos alunos das turmas A e B do 10º ano. Espero que tenham aprendido tanto comigo como eu aprendi com eles.

Ao corpo docente e não-docente da Escola Secundária D. Duarte por terem sempre facilitado a minha inserção no ambiente escolar. Em particular a Professora Rosa Lourenço pela amabilidade manifestada em todas as ocasiões.

Aos meus colegas de mestrado. Este espaço é insuficiente para agradecer as muitas horas de trabalho partilhadas, as dúvidas discutidas (e por vezes solucionadas), as preocupações comuns atenuadas (ou pelo menos exteriorizadas) e as palavras de incentivo (nos melhores, mas também nos piores momentos). Realço aqui os meus condiscípulos de estágio, Maria Palma e Nuno Milheiro na nunca distante Escola Secundária José Falcão, e a Carla Marques, a minha colega de estágio, que enfrentou os mesmos obstáculos que eu e ainda me deu boleia!

Aos meus pais, irmã, irmão e sobrinhos por estarem sempre ao meu lado, em especial a minha afilhada/sobrinha Francisca Barata por ter sido a minha primeira aluna/cobaia.

Resumo

O presente relatório é referente ao período de Estágio Pedagógico, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. O relatório descreve e analisa as atividades organizadas e desenvolvidas durante o estágio realizado na Escola Secundária D. Duarte, durante o ano letivo de 2013/2014. As práticas letivas foram circunscritas ao lecionamento supervisionado dos temas selecionados em Geologia e Biologia do 10º ano. Mais concretamente, os Métodos de estudo para o interior da geosfera e Vulcanologia e o Transporte nas plantas. Neste trabalho participaram alunos de duas turmas tendo sido lecionado o conteúdo de Geologia à turma A e o de Biologia à turma B. As estratégias e os recursos foram avaliados por intermédio de instrumentos de avaliação: diagnóstica (pré-teste e pós-teste, no início e final, respetivamente, de cada um dos períodos de lecionamento); sumativa (questões, específicas dos conteúdos selecionados, e integradas no terceiro e quinto teste sumativo); e questionários. Tanto em Geologia como em Biologia, verificou-se evolução positiva nos resultados do pré para o pós-teste. Relativamente aos testes sumativos, a avaliação foi diferenciada em procedimental e conceptual. Apesar dos resultados positivos a nível conceptual, os alunos revelaram muitas dificuldades a nível procedimental, provavelmente relacionado com o facto de a amostra ter uma média de idades inferior a 15 anos, não tendo sido preparados para o tipo de questões (itens de construção) utilizadas na avaliação procedimental. A análise dos resultados permitiu concluir que as estratégias e recursos tiveram influência na construção dos conhecimentos científicos de Geologia e Biologia. Nos questionários, os alunos também consideraram que as estratégias e recursos contribuíram para as suas aprendizagens. Neste trabalho, identificam-se as limitações das estratégias, dos recursos e dos procedimentos do docente, propondo-se possíveis alternativas e soluções.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem; Estratégias; Prática de ensino supervisionada; Transporte nas plantas; Vulcanologia

Abstract

This report comprises the period of Pedagogical Training, developed within the framework of the Master in Teaching of Biology and Geology in the 3rd Cycle of Basic Education and Secondary Education. The report describes and analyzes the activities organized and carried out during the internship at D. Duarte High School, throughout the academic year of 2013/2014. The practices were confined to the supervised teaching of the selected themes in 10th grade Geology and Biology. Specifically, the Methods of study into the interior of the geosphere and Volcanology and Transport in plants. Students from two classes participated in this work, having been taught the content of Geology in class A and of Biology in class B. Strategies and resources were evaluated by means of assessment tools: diagnostic (pre-test and post-test, respectively in the beginning and end of each of the teaching periods); summative (specific questions of the selected content, and integrated in the third and fifth summative test); and questionnaires. It was ascertain, both in Biology and Geology, a positive development of the results from the pre to the post-test. Regarding summative tests, evaluation was differentiated as procedural and conceptual. Despite the positive results at the conceptual level, students revealed many difficulties in the procedural level, probably related to the fact that the age average of the sample was less than 15 years old and had not been prepared for the type of questions (building items) used in the procedural evaluation. The analysis of the results permitted to conclude that the strategies and resources influenced the construction of scientific knowledge of geology and biology. In the questionnaires, students also felt that the strategies and resources contributed to their learning. In this work are identified the limitations of the strategies, resources and teacher procedures, proposing possible alternatives and solutions.

Key-words: Teaching and learning; Strategies; Supervised practice teaching; Transport in plants; Volcanology.

Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico	4
2.1. Práticas letivas	4
2.2. Geologia	11
Métodos diretos para o estudo do interior da Terra	11
Métodos indiretos para o estudo do interior da Terra	11
Planetologia e Astrogeologia	11
Gravimetria	12
Densidade	13
Sismologia	14
Geomagnetismo	14
Geotermia	15
Vulcanologia	16
Tipos de lava	18
Tipos de erupções	20
Vulcanismo secundário	23
Distribuição dos vulcões	24
2.3. Biologia	27
Origem das plantas terrestres	27
Tecidos vasculares	27
Xilema	28
Floema	30
Formação do xilema e floema	32
Transporte no xilema	32
Transporte no floema	36

3. Metodologia	39
3.1. Caracterização da Escola	39
3.2. Caracterização dos participantes	40
3.3. Seleção dos temas	42
3.4. Planificação das práticas letivas	42
3.5. Avaliação diagnóstica	43
3.6. Lecionação dos Temas	56
3.7. Avaliação sumativa	57
3.8. IX Congresso dos Jovens Geocientistas	57
3.9. Questionários	58
3.10. Outras atividades	58
3.11. Geologia	59
Teste diagnóstico (pré e pós-teste)	59
Recursos – PowerPoint – Métodos de estudo para o interior da geosfera	59
Recursos – PowerPoint – Vulcanologia	60
Recursos – Quadro interativo através do <i>software</i> ActivInspire	62
Fichas de trabalho	62
Ficha de atividade prática laboratorial	66
Prova de avaliação sumativa	70
3.12. Biologia	75
Teste Diagnóstico (pré e pós-teste)	75
Recursos – PowerPoint	76
Recursos - Quadro interativo através do <i>software</i> ActivInspire	77
Fichas de trabalho	80
Ficha de atividade prática laboratorial	82
Prova de avaliação sumativa	85
4. Resultados e conclusões	89

4.1. Geologia	89
Teste diagnóstico – Pré-teste	89
Teste diagnóstico – Pós-teste	90
Atividade prática laboratorial - Relatório	93
Prova de avaliação sumativa	93
IX Congresso dos Jovens Geocientistas	96
4.2. Biologia	97
Teste diagnóstico – Pré-teste	97
Teste diagnóstico – Pós-teste	99
Atividade prática laboratorial - Relatório	100
Prova de avaliação sumativa	101
4.3. Questionários	104
IX Congresso dos Jovens Geocientistas	105
Animações	106
Fichas de trabalho	107
Atividades práticas laboratoriais	108
5. Considerações Finais	109
6. Referências bibliográficas	113
Anexos	125

1. Introdução

Este Relatório foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular Estágio Pedagógico e Relatório, do 2º ano do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º ciclo do ensino Básico e no Ensino Secundário (MEBG). Esta unidade curricular tem como objetivo principal desenvolver competências científicas e pedagógicas necessárias ao exercício da docência. Desse modo, foram incrementados processos de ensino e de aprendizagem compatíveis com as atuais exigências de qualificação dos docentes, decorrentes das transformações da sociedade, da educação e da evolução científica e tecnológica.

Durante o século XIX, em grande medida devido à intervenção de cientistas como Charles Lyell, Michael Faraday ou Thomas Huxley, a Ciência tornou-se parte integrante do currículo das escolas europeias (DeBoer, 2000).

Este processo não foi fácil, dada a perceção enraizada das humanidades como vertente mais nobre do saber, tendo sido necessário ultrapassar a perceção generalista da Ciência como grosseiramente materialista e sem maiores virtudes. Além dos elementos práticos, através dos quais a Ciência começava a construir uma nova sociedade, com implicações tecnológicas e sociais, os cientistas do século XIX demonstraram que a Ciência fornecia um treino intelectual, através de processos indutivos. Os alunos aprenderiam a partir de conclusões retiradas da observação do mundo natural, utilizando inquéritos independentes e investigação no laboratório (DeBoer, 2000).

No início do século XX, a educação era mais influenciada pela sua relevância na vida contemporânea. Esta ideia prevaleceu até à década de 30, altura em que houve um retorno ao entendimento do mundo natural e a forma como afetava a vida pessoal e social dos seres humanos. Contudo, nos Estados Unidos da América, as duas guerras mundiais, e em particular a segunda, arrefeceram este entusiasmo relevando o potencial impacto destruidor da tecnologia. O ensino das Ciências tornou-se assim sensível aos possíveis benefícios pessoais e culturais da Ciência (DeBoer, 2000).

Apesar da importância dada ao papel militar da ciência nos anos após a Segunda Guerra Mundial, o ensino da Ciência foi-se tornando cada vez mais identificada com o seu contexto social. Na década de 80, o objetivo era desenvolver a literacia científica dos alunos de modo a compreenderem a forma como a ciência se interrelaciona com a sociedade e a tecnologia, bem como o uso desta compreensão no dia-a-dia (DeBoer, 2000).

Criticas a esta visão foram centradas na perda de temas científicos e tecnológicos em detrimento das suas implicações sociais. Da mesma forma era salientado que os objetivos não eram alcançáveis na medida que essa interação era demasiado complexa, necessitando de bases científicas e maturidade que os alunos do ensino secundário e do básico não possuem (DeBoer, 2000).

Este debate foi paralelo com a necessidade de alguns países, como os Estados Unidos da América, em reformar os seus sistemas educativos devido a notas baixas em matemática e ciências, com implicações numa economia em declínio. A solução passava por criar um currículo mais rigoroso para todos os estudantes, baseado em unidades curriculares de ciências, matemática, língua materna, língua estrangeira, ciências sociais e informática (DeBoer, 2000). Desta forma as reformas curriculares investiram numa preparação básica com o intuito de constituir uma base sólida para futuros estudos em ramos científicos. O foco estava em estabelecer fundações académicas em unidades curriculares como Biologia, Física e Química (Atkin & Black, 2007).

Apesar de sucessivas reformas, geralmente influenciadas por processos políticos, a Ciência não voltou a perder a sua posição central no ensino. O ensino e a aprendizagem das ciências deve ser uma força cultural no Mundo moderno, parte da nossa herança intelectual conjunta que prepara os alunos para o Mundo do trabalho e os desenvolve como cidadãos informados. Não só as aplicações no dia-a-dia moderno mas também as implicações devem fazer parte do currículo, transformando a Ciência numa forma particular de compreender o Mundo. Os alunos devem ficar preparados para perceber as notícias e discussões que surgem nos meios de comunicação social, criando empatia com a Ciência e percebendo a relação desta com os avanços tecnológicos (DeBoer, 2000; Osborne & Dillon, 2008).

Pode-se, portanto, afirmar que o ensino da Ciência tem um carácter interdisciplinar. O lecionamento dos temas científicos, das diferentes disciplinas de ciências ao nível secundário, é influenciado não apenas pelo seu conteúdo teórico, ao qual é necessário adicionar a História e Filosofia (contextos, descoberta e críticas científicas às hipóteses mais aceites) e a Sociologia da Ciência (ex.: problemática da bioética), mas também pela Psicologia e Ciências da Educação. As orientações para o ensino das ciências adquirem sentido, unidade e coerência quando são fundamentadas nos saberes de referência resultantes das apropriações e transposições interdisciplinares (Cachapuz *et al.*, 2004).

Contudo, continua a ser dada ênfase à ideia do ensino da Ciência, ao nível do ensino básico e secundário, como um veículo para o desenvolvimento de futuros estudos, ao nível do ensino superior, em áreas científicas, preparando uma nova geração de profissionais nessa área (Atkin & Black, 2007).

A questão da justificação social da Educação em Ciência implica saber *para quê, sobre o quê, como e para quem* (Cachapuz *et al.*, 2004). Encontrar novas respostas adequadas para a utilidade do ensino de currículos científicos é um fator motivacional indispensável para os jovens estudantes do secundário, e um inescapável dever da sociedade. Doutra modo, estará a contribuir-se para uma sociedade, na sua grande maioria, cientificamente analfabeta e incapaz de compreender a utilidade social do esforço científico/tecnológico (Cachapuz *et al.*, 2004; Laufer, 2013).

No ano de 2000, em Lisboa, a Comissão Europeia elaborou um Memorando sobre a Aprendizagem ao Longo da Vida onde se destaca o desenvolvimento de competências básicas para todos, assegurando o carácter universal e contínuo do ensino. É salientado que, para uma cidadania participativa na sociedade do conhecimento, é indispensável a construção e renovação de conhecimentos, capacidades e atitudes, com implicações não apenas a nível cultural mas, também, social e económico. Paralelamente salienta-se a necessidade em inovar o ensino e aprendizagem, de modo a desenvolver métodos de ensino e aprendizagem eficazes ao longo da vida e em todos os domínios da vida (Cachapuz *et al.*, 2004; Osborne & Dillon, 2008).

Em Portugal, o ensino regular obrigatório já contempla a obrigatoriedade de currículos científicos para todos. A questão coloca-se sobretudo ao nível da justificação social das finalidades educativas, ou seja, *para quê*. Se, por um lado, aprender ciência, aprender sobre ciência e aprender a fazer ciência é suficiente para instruir cidadãos cuja cultura científica lhes permite participar ativa e responsabilmente numa sociedade aberta e democrática, por outro, parece insuficiente para a formação de futuros especialistas. Na realidade, e apesar do currículo ter uma orientação com forte índole científica, logo no ensino básico, este não é suficiente para quem pretende seguir futuros estudos nas áreas científicas. É necessário a formação de novas competências, valores e atitudes que permitam a resolução de problemáticas com implicações quer científicas quer sociais, económicas, ambientais ou éticas. Além disso, existe uma carência curricular na exploração das potencialidades dos alunos academicamente mais motivados. A adoção de currículos com temas gradualmente mais difíceis, explorando

novas tecnologias de informação e comunicação na individualização do ensino são estratégias apontadas para suprimir esse déficit (Cachapuz *et al.*, 2004).

No quadrante dos alunos, que não optam por áreas científicas, também deveria existir a possibilidade de frequentarem uma área interdisciplinar focada na ciência, de menor especificidade. Seria uma importante contribuição para o fortalecimento da cultura científica geral dos alunos, desenvolvendo capacidades de análise e debate sobre problemáticas atuais desta área, não se limitando a suprir as necessidades de uma preparação pré-profissional (Cachapuz *et al.*, 2004; Osborne & Dillon, 2008).

Este relatório tem, essencialmente, como objetivos: descrever o progresso do estágio pedagógico, apresentar as estratégias implementadas e os recursos elaborados para as práticas letivas; analisar o impacto das estratégias e dos recursos na aprendizagem; avaliar os conhecimentos e as aprendizagens dos alunos; e relacionar a prática docente com a investigação educacional.

2. Enquadramento teórico

2.1. Práticas letivas

O ensino da Ciência, enquanto corpo organizado de conhecimentos sobre um determinado tema (Fowler & Fowler, 2011), não pode ser uma mera retórica de conclusões e hipóteses nem o simples desenvolvimento de capacidades e técnicas, que apenas leva à memorização de conhecimentos científicos e não, necessariamente, à compreensão da Ciência e à complexidade das suas implicações no Mundo. O ensino da Ciência deve também ter em conta os contextos culturais e sociais, respondendo às consequências políticas e éticas da própria Ciência, contribuindo para a formação de cidadãos capazes de analisar e criticar, além de cidadãos-produtores (Fusco & Barton, 2001).

A utilização ou associação a assuntos que possam ser do interesse pessoal dos alunos traz grandes benefícios. Apesar de se tratar de um ensino para todos, o ensino da Ciência deve ser contextualizado de modo a despertar o interesse individual dos alunos. Com este intuito, os conteúdos devem estar inseridos em contextos de interesse como ponto de partida ou como cerne de aprendizagens e não apenas como aplicação de princípios científicos. A utilização de problemáticas contemporâneas, incluindo as políticas e éticas, pode ter elevado valor neste ponto, com a valorização de ser associado ao desenvolvimento da cidadania dos alunos. A aplicação desta estratégia só é possível através de uma atualização do docente contínua da literatura científica e dos meios de

comunicação social especializada nesta área (Fusco & Barton, 2001; Cachapuz *et al.*, 2004).

As atividades práticas podem neste ponto ter valor relevante, no ensino da Ciência. Em termos didáticos, pode ser utilizado em duas vertentes: ilustração de conceitos e desenvolvimento de competências em abstrato. Em ambos deve estar presente o diálogo, não permitindo que sejam instrumentos limitados a conceitos e metodologias. A dificuldade que afasta professores, e conseqüentemente, alunos das atividades práticas, centra-se sobretudo na falta de tempo, devido à extensão exagerada dos currículos, associada à própria desvalorização que estes fazem das atividades práticas. Isto é particularmente verdade para atividades que envolvem a descoberta de novo conhecimento para os alunos ou o planeamento de procedimentos. Idealmente este tipo de atividade deve ser centrado no aluno, envolvendo algum tipo de pesquisa (Cachapuz *et al.*, 2004; Millar, 2004). Outras dificuldades estão relacionadas com a inexperiência dos alunos na execução das atividades práticas que, juntamente, com os constrangimentos do tempo disponível para a execução das atividades, resulta frequentemente na obtenção de dados insuficientes ou incorretos. Quando os dados obtidos são suficientemente bons, emerge outro problema, a interpretação dos mesmos. Associada a esta, é comum os alunos denotarem desmotivação face a um problema cuja solução já está na posse do professor, limitando-se muitos a esperarem que lhes seja transmitida (Millar, 2004).

O modelo de transmissão/receção não é o mais adequado para o ensino das ciências. De acordo com a orientação socio-construtivista de Vygotsky a direção do desenvolvimento vai, essencialmente, do social para o individual. A aprendizagem inicia-se no exterior e só depois se transforma em processos de desenvolvimento interno. Assim, a aprendizagem representa a diferença entre o que os alunos conseguem aprender sozinhos, sobretudo através da resolução de questões-problema, e o que apenas aprendem com a orientação dos professores ou colegas mais capazes. Ao professor, cabe promover a interação entre as atividades de aprendizagem orientadas e as autónomas, quer individuais quer em cooperação com colegas, de modo a potenciar as aprendizagens dos alunos (Cachapuz *et al.*, 2004; Powell & Kalina, 2009).

Relativamente às metodologias de ensino, esta perspetiva privilegia o uso da aprendizagem por resolução de problemas e da aprendizagem por questionamento, orientado, associados a estratégias de pesquisa e resolução de questões contextualizadas

com a sociedade atual (Powell & Kalina, 2009; Marušić & Sliško; 2012; Veiga *et al.*, 2013).

A aprendizagem por questionamento insere-se nas teorias cognitivistas, especificamente na aprendizagem por descoberta que envolve os alunos de forma ativa, aprendizagem centrada no aluno, promovendo o foco na reflexão crítica e analítica na procura da resposta, para um problema ou questão, selecionada e providenciada pelo professor. Neste tipo de aulas, o professor procura identificar os conhecimentos dos alunos, encorajando-os a elaborar as respostas, ou ideias, previamente expressas. Desta forma, contribui, sobretudo, para o desenvolvimento do conhecimento conceptual, utilizando questões comunicadas oralmente (diálogo) para diagnosticar e desenvolver o conhecimento dos alunos. As questões utilizadas são, usualmente, abertas, pretendendo respostas de uma ou duas frases, possibilitando ao professor envolver os alunos em questões de nível cognitivo elevado (Chin, 2006; Veiga *et al.*, 2013).

A aprendizagem por resolução de problemas inclui a colaboração entre os alunos, em grupos ativos, resolvendo problemas realísticos, com a orientação do professor. A aprendizagem por questionamento orientado envolve a discussão do conteúdo curricular ao invés de este ser exposto passivamente aos alunos. Tendo como ponto de partida a leitura de textos ou a apresentação de imagens, vídeos ou animações, os professores devem questionar os alunos de modo a que sejam estes a explicarem os conceitos e modelos teóricos (Allen *et al.*, 2011; Marušić & Sliško; 2012).

De facto, a aprendizagem, para autores como Vygostky (Cachapuz *et al.*, 2004), tem como instrumento fulcral a linguagem, mediadora da interação entre o professor e os alunos, procurando que estes reflitam e expliquem situações problemáticas ou conceitos abstratos de modo a compreenderem e relacioná-los com os seus próprios conhecimentos e experiências. Assim, a linguagem ultrapassa o papel a que usualmente é limitado, a comunicação. Deste modo a escola, em particular por intermédio do professor, vai tornar possível aprendizagens que o aluno não pode experimentar diretamente (Cachapuz *et al.*, 2004).

O ensino das ciências não deve estar limitado a ambientes formais, sendo fundamental explorar sinergismos com, por exemplo, a comunidade científica, museus ou clubes de Ciência. Deve privilegiar a investigação em vez da exclusiva transmissão de conhecimento, potenciando a inter e transdisciplinaridade com uso frequente das novas tecnologias de informação e comunicação, na medida em que estas assumem cada vez mais um papel preponderante na aprendizagem, quer devido à rápida expansão e

inovação das tecnologias no dia-a-dia da sociedade atual, colocando-se num lugar de destaque na cultura do século XXI, bem como das reformas curriculares. A aplicação das tecnologias na sala de aula procura ser um meio pelo qual se melhora a compreensão do conhecimento científico (Cachapuz *et al.*, 2004; Waight *et al.*, 2014). Nos últimos anos, o aumento das capacidades dos computadores pessoais, utilizados a nível escolar, tem contribuído para o aumento da utilização no ensino de figuras, diagramas, tabelas, gráficos, animações e vídeos. Consequentemente, também aumentou o interesse no valor educativo destes materiais que possibilitam a simplificação e sintetização de conhecimentos científicos complexos. Este processo de parcelamento é designado por modelagem e os produtos destas ações mentais são os modelos. A Ciência assenta, fundamentalmente, na construção e avaliação desses modelos que, posteriormente, são utilizados no ensino da Ciência (Gilbert *et al.*, 2008).

Os modelos científicos podem ser expressados ao nível macroscópico, sub-microscópico e simbólico (Wong *et al.*, 2013).

O nível macroscópico baseia-se na representação de uma porção da realidade que a Ciência consegue explorar convenientemente, ou seja, no estudo do que é observável. Um exemplo típico, no caso da biologia, é a representação do corte transversal de uma folha como porção de uma planta (Gilbert, 2008). Contudo, muitos professores de ciências, senão mesmo a maioria, consideram que este nível corresponde à própria realidade. É preciso ter em conta que a Ciência, com o objetivo de explicar os processos do mundo natural, investiga versões generalistas e artificialmente simplificadas da realidade (Gilbert, 2008).

O nível sub-microscópico consiste na representação dos elementos, e respetivas propriedades, subjacentes ao nível macroscópico. Regressando ao exemplo anterior, temos as células que constituem a estrutura de uma folha (Gilbert, 2008).

O nível simbólico é qualquer abstração qualitativa, que representa cada item do nível sub-microscópico, podendo ser utilizada para quantificar os elementos de cada um desses itens. No exemplo dado, as células podem ser representadas simbolicamente para indicar o tipo, posição e número (Gilbert, 2008).

De modo a compreender totalmente as explicações que a Ciência constrói sobre o mundo natural e os seus processos é essencial que os alunos consigam trabalhar dentro de cada nível e mentalmente alternar entre eles. Esta capacidade pode constituir um desafio para muitos alunos, sendo necessário a construção do significado das representações, a visualização (Gilbert, 2008).

Geralmente, o objetivo é que os alunos usem o seu conhecimento num nível, para aumentar o seu conhecimento noutra nível. Este processo, frequentemente, é efetuado do nível macro para o microscópico, utilizando a estrutura do simbólico como uma ferramenta para a interpretação e construção de modelos (Nakhleh, 2008).

A visualização, neste contexto, deve ser interpretada em duas vertentes. Uma está relacionada com as representações externas, como por exemplo figuras, diagramas, mapas, gráficos ou tabelas, que expõem a informação de forma focalizada e sistematizada. A outra, corresponde à representação interna, ou seja, a produção, armazenamento e uso de uma imagem mental que, geralmente, resulta da representação externa. As representações internas e externas estão relacionadas pois a perceção das mesmas é realizada através de processos mentais semelhantes (Rapp & Kurby, 2008).

A construção de uma representação interna a partir da externa é a prioridade da visualização que deve orientar a produção e expressão de uma versão da representação original em função de um propósito particular. Desse modo o aluno deve ser capaz de utilizar mentalmente uma representação interna para prever o comportamento de um processo em função de condições específicas. Quando um conjunto de representações internas é estabelecido, podem ser recombinaadas para formar uma nova representação interna que possibilita uma expressão externa, ou seja, a criatividade (Gilbert, 2008).

A aprendizagem da ciência é particularmente influenciada pela visualização em três aspetos: aprender consensos específicos ou modelos históricos; aprender a desenvolver novos modelos qualitativos; aprender a desenvolver novos modelos quantitativos (Gilbert, 2008).

O primeiro aspeto comporta modelos aceites e usados pela maioria da comunidade científica, os modelos consensuais, como o modelo de DNA de dupla hélice. Os modelos históricos referem-se àqueles que já foram ultrapassados, mas ainda possuem valor explanatório. Estes modelos ou versões simplificadas utilizadas no ensino, modelos curriculares, têm um valor educativo incalculável. Como os principais produtos da ciência, os modelos e a sua natureza têm de estar presentes no ensino da ciência. Além disso, um modelo particular pode ser utilizado para fornecer uma explicação aceitável de uma vasta gama de processos e factos específicos, reduzindo o crescente currículo das disciplinas científicas. A formação de representações internas a partir da Visualização das representações externas é essencial na transformação destas em conhecimento (Gilbert, 2008).

O segundo aspeto é referente ao próprio processo, complexo, de criação de modelos, que deveria ser ensinado aos alunos, dada a sua importância. A visualização é indispensável, para cada uma das etapas necessárias para a construção de modelos, desenvolvendo as capacidades de representação externa e interna (Gilbert, 2008). As competências necessárias à construção de modelos podem ser desenvolvidas através da sequência de aprendizagem de como usar, como rever e como reconstruir um modelo estabelecido e, por fim, como construir um novo modelo (Justi & Gilbert, 2002 *in* Gilbert, 2008).

O aspeto seguinte à produção de um modelo qualitativo, para um processo específico, é a versão quantitativa desse modelo que permita uma representação abrangente do processo. Tal como nos aspetos anteriores, a visualização assume um papel central na produção e associação das representações dos modelos. O valor da combinação de um modelo qualitativo com a sua versão quantitativa é um forte indicador do progresso científico de uma área (Gilbert, 2008).

Todos os modelos são produzidos por analogia (Hesse, 1966 *in* Gilbert, 2008), em que a representação resulta de uma comparação parcial com a fonte. Contudo, para que o desenho destas representações externas seja efetivo é indispensável que facilitem o reconhecimento do objetivo para o qual foram criados, ou seja, do que se pretende representar (Uttal & O'Doherty, 2008).

Destaca-se o uso de animações, que auxilia os alunos a compreender processos, reduzindo conceções erradas, construindo representações internas dinâmicas. De modo a serem efetivas, as animações devem ser curtas, não ultrapassando um minuto de duração, e devem focar conteúdos específicos. Devem, ainda, permitir alguma interação, da parte do aluno, com a resposta apropriada. A sua utilização deverá estar conjugada com estratégias letivas para auxiliar os alunos no estabelecimento de conexões entre o macroscópico, o simbólico e o microscópico. Cabe, portanto, ao professor, integrá-las na sequência da aula, através de uma narrativa oral (Tasker & Dalton, 2008).

Quando utilizadas de forma apropriada, deverá ocorrer uma melhoria na aprendizagem dos alunos, todavia deve-se reter que existem pontos negativos, nomeadamente o uso de licenças artísticas durante a criação das animações, como as cores utilizadas ou a velocidade dos processos representados (Tasker & Dalton, 2008).

De acordo com as indicações do Ministério da Educação e Ciência (MEC, 2012), nas unidades curriculares dos cursos do Ensino Secundário, a avaliação das

aprendizagens compreende três modalidades: avaliação diagnóstica, formativa e sumativa. A avaliação diagnóstica realiza-se no início de cada ano de escolaridade, por disciplina, podendo no entanto ser efetuada sempre que seja considerado oportuno pelo professor. O objetivo principal desta avaliação é facilitar a integração escolar dos alunos, alicerçando a orientação escolar e o reajustamento das estratégias de ensino. De forma mais geral, procura validar os conhecimentos aprendidos em contexto escolar e não-escolar (Pacheco, 2012).

A avaliação formativa é contínua e sistemática, tendo também uma função diagnóstica, que possibilita ao professor obter informações sobre o desenvolvimento das aprendizagens, com o objetivo de readaptar estratégias. Para esse efeito, utiliza uma vasta gama de instrumentos de recolha de informação, adaptados às diversas circunstâncias e às próprias estratégias de aprendizagem, o que permite elaborar e aplicar medidas pedagógicas adequadas às características dos alunos e à aprendizagem a desenvolver (MEC, 2012).

Finalmente, a avaliação sumativa consiste na formulação de um juízo globalizante acerca do grau de desenvolvimento da aprendizagem realizada pelos alunos. Esta avaliação possibilita a decisão relativa à retenção, progressão ou reorientação do percurso educativo dos alunos. É uma avaliação integrada no processo de ensino e aprendizagem formalizada em reuniões do conselho de turma no final de cada período letivo (MEC, 2012).

De salientar, ainda, a distinção entre avaliação conceptual, procedimental e atitudinal. A primeira avalia a aprendizagem do conhecimento conceptual, isto é, dos conceitos, princípios, leis e teorias, compreendidos, de forma explícita ou implícita, pelos alunos, bem como as conexões entre as diferentes partes dessa informação num dado domínio (Leite, 2000; Son, 2013), enquanto a segunda avalia o conhecimento procedimental que é definido como a capacidade do aluno em utilizar o conhecimento científico, incluindo a capacidade em compreender o impacto da ciência e tecnologias na sociedade (Frisch *et al.*, 2012).

Avaliação atitudinal refere-se às atitudes, comportamento, participação, motivação e iniciativa, demonstradas pelos alunos.

2.2. Geologia

Métodos diretos para o estudo do interior da Terra

Quer na procura de materiais economicamente valiosos (como o ouro, a prata, ou o urânio), quer na busca, incessante, de conhecimento, o Ser Humano tem explorado o interior da Terra ao longo dos tempos. Na exploração mineira e na prospeção e exploração do petróleo, já foram obtidos valores, em profundidade, superiores a 4 km e a 12 km, respetivamente. Enquanto nas sondagens geológicas foi atingida a profundidade de 12,261 km na crosta continental (Kola, Rússia), e 2,466 km na crosta oceânica (Oceano Pacífico, durante a missão do barco científico Chikyu). Contudo, todos estes valores são um mero arranhar da superfície da Terra quando comparados com o seu raio (6370 km, em média) (Grotzinger *et al.*, 2007; IODP, 2012; ENL, 2013).

Métodos indiretos para o estudo do interior da Terra

Não obstante os dados obtidos diretamente dos constituintes internos da Terra para o estudo do seu interior (Métodos diretos, que também incluem a observação direta de afloramentos e o estudo dos dados fornecidos pela Vulcanologia), mais concretamente da crosta, o aumento da pressão e da temperatura com a profundidade tornam os restantes 6 358 km, inacessíveis às tecnologias que existem atualmente. Assim, para uma melhor compreensão da estrutura e composição interna da Terra, é necessário recorrer a métodos que a estudem indiretamente (métodos indiretos). As áreas das ciências que produzem esses dados são, essencialmente, a Sismologia, a Gravimetria, a Planetologia/Astrogeologia, o Geomagnetismo e a Geotermia.

Planetologia e Astrogeologia

A Planetologia é definida como um ramo da Astronomia e da Física referente ao estudo dos planetas (Čelebonović, 2000). Inclui também saberes de Geologia, Geofísica e Meteorologia. Não está limitada ao âmbito da Astrogeologia, pois inclui o estudo de planetas como Júpiter, aos quais os métodos e princípios geológicos são inaplicáveis (Drake *et al.*, 1979). Através da planetologia comparativa, utilizando o estudo comparativo das propriedades gerais e linhas comuns da evolução dos planetas, das características específicas dos planetas, satélites, asteroides (em particular os de maiores dimensões) e cometas, esta ciência também pode fornecer importantes dados sobre o planeta Terra, incluindo a sua estrutura e composição interna (Spohn, 2009).

A Astrogeologia estuda, numa grande variedade de escalas, a origem, a evolução e a distribuição da matéria condensada, no Universo. Inclui o estudo de planetas, satélites, asteroides, cometas e partículas de diferentes tamanhos e origem, em particular a composição das suas partes sólidas. Utiliza dados de missões espaciais, simulações de processos planetários em laboratório e trabalho de campo sobre características na Terra, análogas a características extraterrestres (Martínez-Frias & Hochberg, 2007).

De elevado interesse, para o estudo do interior da Terra, é a informação resultante do estudo dos meteoritos com origem na cintura de asteroides. De particular relevância é a analogia entre os Sideritos (constituídos por ligas cristalinas de ferro e níquel) e o núcleo, bem como entre os Condritos carbonáceos (meteoritos líticos que possuem cóndrulos – pequenas esferas, 1 mm, de minerais fundidos – e carbono) e o Manto (McCall, 2005c; Moore, 2005).

Gravimetria

A Gravimetria é a ciência e a aplicação prática da medição de um campo gravítico, quer seja numa grande escala (Terra e outros planetas) ou numa pequena escala (campo gravítico local). Inclui ainda o estudo de métodos e instrumentos para a medição da gravidade. Esta definição engloba aspetos coincidentes para a Geofísica, a Metrologia e a Geodesia (Vitushkin, 2011).

Estritamente para a Geofísica, os métodos gravimétricos baseiam-se em medições muito precisas que revelam variações na gravidade, devido a alterações na densidade das massas, sendo o seu principal objetivo detetar essas alterações, denominadas anomalias gravimétricas. Estas refletem a presença de massas com densidades diferentes da densidade média da superfície da Terra ($2\,670\text{ kgm}^{-3}$). Além das anomalias de Bouguer (Pierre Bouguer, um matemático, astrónomo e geofísico francês do século XVIII), que refletem a presença de massas com densidades distintas das da média da Terra, quer devido a variações em larga escala ou locais, também podem existir anomalias regionais e anomalias residuais (Duque *et al.*, 2008).

As primeiras devem-se, exclusivamente, a alterações em grande escala, como o menor/maior espessamento da crosta terrestre, enquanto as residuais são provocadas pela presença de corpos geológicos locais sem a influência de alterações nas propriedades da crosta, e podem ser calculadas a partir da diferença entre as outras duas anomalias ($A_{\text{Residual}} = A_{\text{Bouguer}} - A_{\text{Regional}}$) (Duque *et al.*, 2008).

De forma geral, as anomalias gravimétricas são definidas como a diferença entre o valor real da aceleração da gravidade de um local (medido) e o valor calculado teoricamente, para esse mesmo local. Se o valor real (medido) for superior ao valor teórico (calculado), a anomalia diz-se positiva. Se, pelo contrário, o valor real for inferior ao teórico denomina-se por anomalia negativa. Os fatores que provocam variações nos valores gravimétricos (face aos teóricos) são a latitude, a altitude e a natureza geológica do local em que a medição é efetuada, sendo tanto maior quanto mais densos forem os materiais (Dias *et al.*, 2011a).

A realização de estudos sobre as anomalias gravimétricas permite obter informações sobre a crosta terrestre, considerando-se, geralmente, que as anomalias gravimétricas são positivas nos oceanos e negativas nos continentes. Estes resultados comprovam que a crosta oceânica, de natureza basáltica, é mais densa que a crosta continental, de natureza granítica (Dias *et al.*, 2011a).

Os instrumentos para medir o valor da aceleração da gravidade são designados por gravímetros e, geralmente, são divididos em dois grupos. O primeiro inclui os gravímetros para a medição absoluta da aceleração da gravidade (aceleração de um corpo em queda livre), enquanto o segundo inclui os gravímetros para a medição relativa do campo gravítico, ou seja, para a medição das diferenças da aceleração da gravidade entre diferentes pontos (Vitushkin, 2011).

Densidade

Henry Cavendish calculou, em 1798, a densidade média da Terra em $5,5\text{g/cm}^3$, o dobro da densidade do granito ($2,7\text{ gcm}^{-3}$), uma rocha típica da superfície da crosta terrestre. A crosta é composta por rochas silicatadas que lhe conferem um valor médio de densidade de $2,67\text{ gcm}^{-3}$, para a zona superior da crosta, e de $2,85\text{ gcm}^{-3}$, para a zona inferior. Assim, existe uma diferença entre o valor médio correspondente às rochas da superfície da Terra e o valor global. Apesar do efeito da pressão sobre as rochas no interior da Terra aumentar a sua densidade (a pressão compacta a rocha, ou seja, igual massa, mas volume menor), o seu efeito não é suficiente para compensar os valores de densidade da Terra. Wiechert (físico alemão do século XIX), com base nestes dados e tendo conhecimento de alguns meteoritos constituídos por ferro e níquel (com valores de densidade que atingiam os 8 g/cm^3), que são relativamente abundantes no sistema solar, colocou a hipótese, em 1896, da maior parte do ferro e níquel da Terra ter afundado, em algum momento do seu passado. Assim, ter-se-ia criado um núcleo denso,

rodeado por uma camada de rochas silicatadas, que se designa por manto. Este modelo de duas camadas já estava de acordo com os valores de densidade. O estudo dos dados de sismologia (análise do comportamento das ondas sísmicas), que o próprio Wiechert efetuou, acabou por permitir a construção de modelos da Terra com três camadas (crosta, manto e núcleo). O estudo da densidade fornece, portanto, importantes informações sobre o interior da Terra (Grotzinger *et al.*, 2007).

Sismologia

A sismologia é ciência que estuda os sismos, através da análise da propagação de ondas no interior da Terra. Estas ondas podem ter causas naturais ou artificiais (por exemplo, explosões subterrâneas) e são registadas em sismogramas. É uma ciência multidisciplinar e fornece informação muito importante para o estudo do interior da Terra. Além de estudar a propagação das ondas sísmicas, a sismologia ocupa-se igualmente pelas fontes que geram essas ondas e as estruturas por onde se propagam (Forsyth, *et al.* 2009).

De facto, a velocidade das ondas sísmicas (geradas naturalmente ou artificialmente) depende das propriedades físicas dos materiais que atravessam. Através de experiências em laboratórios, ficou a conhecer-se o comportamento das ondas quando atravessam determinados tipos de materiais, sendo possível a sua posterior comparação com os valores reais. Contudo, a dificuldade em recriar as condições de elevada pressão, do interior da Terra, diminuem a eficácia da informação deste método (McCall, 2005a).

O comportamento das ondas sísmicas fornece evidências valiosas sobre a natureza da crosta, manto e núcleo, uma vez que a velocidade das ondas P e S depende da densidade dos materiais que atravessam, permitindo, por exemplo, determinar as profundidades dos limites e o facto do núcleo externo estar no estado líquido (as ondas S não se propagam em meios líquidos, logo, não se propagam nesta camada). De um modo geral, as ondas sísmicas formam a base do conhecimento sobre o manto e núcleo da Terra (McCall, 2005b).

Geomagnetismo

Em relação ao Geomagnetismo, o ramo da ciência que estuda o magnetismo da Terra (Geller, 2003), um dos tópicos de maior interesse é o facto da sua polaridade ter invertido frequentemente durante a sua história. Estas inversões ficaram registadas nas

rochas que possuem minerais ferromagnéticos, informação especialmente pertinente para o estudo da expansão dos fundos oceânicos, constituindo uma prova dos processos que ocorrem no interior da Terra – correntes de convecção no interior do Manto (Schmittet *al.*, 2001). Tal como acontece com as anomalias gravimétricas, também existem anomalias magnéticas (diferença entre o valor real da intensidade do campo magnético terrestre, medida através de magnetómetros, e o valor médio, calculado teoricamente para a crosta terrestre). Neste caso, as diferenças ocorrem devido à existência de massas rochosas com maiores ou menores percentagens de minerais ferromagnéticos s.l. (*sensu lato*: sentido amplo). Estas rochas magnetizadas da crosta terrestre, vão interferir com o campo magnético, afastando o seu valor do valor médio, para uma determinada área. As anomalias magnéticas podem ser negativas, quando o valor da intensidade do campo magnético é menor do que o valor teórico (calculado teoricamente), ou positivas, quando o valor da intensidade do campo magnético é maior do que o teórico (Dias *et al.*, 2011b).

A própria hipótese que explica a formação do campo magnético da Terra baseia-se em processos que deverão ocorrer no núcleo da Terra, bem como no estado físico e químico nas suas camadas externa e interna. Assim, o campo magnético deve-se a correntes de convecções no núcleo externo líquido, de ferro e níquel, em torno do núcleo sólido, igualmente de ferro e níquel (McCall, 2005c).

Geotermia

A Geotermia estuda o calor interno da Terra, desde a sua origem, distribuição no interior da Terra e fluxo térmico (dissipação permanente através da superfície) (Geller, 2003; Dias *et al.*, 2011c). Os conhecimentos sobre as temperaturas do interior da Terra, juntamente com os valores de pressão, fornecem informações sobre o estado físico dos materiais, a forma como os átomos estão dispostos em cristais e a resistência dos materiais sólidos à fluidez (ou seja, a sua viscosidade).

Os estudos de minas (até 4 km) e de perfurações (até cerca de 10 km) permitiram registar a temperatura das rochas, verificando-se um aumento com a profundidade. Esta variação da temperatura com a profundidade designa-se por gradiente geotérmico que varia dependendo das condições da placa tectónica. Por exemplo, na Grande Bacia da Nevada (EUA), onde a litosfera continental é mais fina, verifica-se um aumento de 50°C por 1 km de profundidade, enquanto na região central da América do Norte, onde a litosfera é mais antiga e espessa, aumenta 20°C por 1 km de profundidade. Em média

o aumento da temperatura com a profundidade é de cerca de 30°C por 1 km de profundidade). Isto deverá significar que a temperatura a uma profundidade de 100 km, Astenosfera, é de pelo menos 1300°C. Além destes dados poderem ser obtidos em minas e sondagens geológicas, também podem ser inferidas a partir de amostras de lava (Geller, 2003; Grotzinger *et al.*, 2007).

Vulcanologia

Outro método direto para o estudo do interior da Terra é o estudo dos dados fornecidos pela Vulcanologia. Sigurdsson (2000) define esta ciência como o estudo da gênese e ascensão do magma, através do manto e da crosta, e a sua erupção à superfície. Apoia-se em diversas subespecialidades das geociências (interdisciplinar) de modo a analisar a evolução química e física de magmas, o seu transporte e os processos, de reduzida profundidade ou superficiais, que resultam da sua intrusão e erupção.

Desde sempre, os vulcões e as suas temidas erupções de rocha derretida exerceram um tremendo fascínio nos seres humanos, de tal forma que foram várias as civilizações da Antiguidade os envolveram em mitos (Grotzinger *et al.*, 2007; Schmincke, 2004). Esta perceção dos vulcões espelha com precisão os aspetos prejudiciais (emanações de lava, piroclastos e gases, tsunamis, sismos vulcânicos ou movimentos de massa, provocam danos materiais e mortes, em números significativos) e benéficos (como a fertilidade dos solos ou, mais recentemente, o turismo e a obtenção de energia geotérmica) associados ao vulcanismo, e reconhecidos desde a antiguidade, pelo ser humano (Schmincke, 2004).

Os principais contributos da Vulcanologia para o estudo do interior da Terra são os materiais que ascendem de enormes profundidades (podendo atingir os 200 km, ou seja, materiais provenientes do Manto). O estudo (direto) destes dados permite inferir informações sobre a temperatura, pressão e composição da crosta e do manto (especificamente das zonas fundidas). Juntamente com a lava podem ser emanados, no decorrer de erupções, fragmentos de rocha no estado sólido, que foram arrancados e incorporados no magma durante a sua ascensão, denominados por xenólitos. O estudo deste material tem suportado a hipótese do manto ser constituído, na sua maioria, por peridotito (rocha ígnea plutónica ultramáfica, com uma percentagem de olivina superior a 40%, cujos constituintes principais são os minerais máficos, nomeadamente silicatos de Fe e Mg e plagioclases, podendo-se encontrar como minerais acessórios, as anfíbolas e as piroxenas) (Sigurdsson, 2000; LNEG, 2010).

Geralmente, os vulcões são definidos como uma montanha ou monte, geralmente com vertentes muito inclinadas, formadas pela acumulação de lava resultante de erupções através de aberturas ou chaminés vulcânicas. A este movimento, bem como dos gases a ela associados, do interior da Terra até à superfície, através da crosta, designa-se por vulcanismo (Geller, 2003). Contudo, a definição de vulcão é um conceito cuja definição tem variado com os autores. Borgia *et al.* (2010), numa revisão dessas definições (consideradas pelos autores como insuficientes e restritas à visão de uma única disciplina de estudo), apresentam uma definição holística para vulcão: vulcões são ambientes geológicos onde o magma, gerado numa fonte dentro da crosta ou do manto, ascende e está sujeita a quantidades variáveis de evolução físico-química, intruindo e reagindo com as rochas encaixantes e outros magmas, e dando origem a um sistema geotérmico. Uma vez perto do topo da litosfera (ou seja, perto de uma grande zona de interface entre rigidez-fluidéz e alta-baixa densidade), o magma entra em erupção, atravessando a superfície. Depósitos vulcânicos são sendo acumulados ao longo de diferentes erupções, dando origem a um edifício vulcânico. Por sua vez, estes depósitos podem sofrer intrusão ou modificações por ação do magma, posteriores erupções, fluídos geotermiais, tectónica, erosão, deslizamentos e todos os outros tipos de processos geológicos. Os limites deste ambiente (o vulcão) estão frequentemente dependentes do tempo, são transicionais, encontrando-se mal definidos ou desconhecidos. No entanto, os limites funcionais podem ser baseados em diferentes argumentos utilizando fatores como a sua geometria, morfologia e estrutura. Em suma, Borgia *et al.* (2010) afirmam que um vulcão é um ambiente geológico, de dimensões relativas, caracterizado por três elementos interrelacionados: o magma, as erupções, e o edifício, mas não sendo limitado a nenhum destes elementos isoladamente.

Como já foi referido anteriormente (Geotermia) a temperatura da astenosfera é superior a 1 300 °C, suficiente (dado os valores de pressão para essa profundidade) para as rochas começarem a derreter (ou seja, superiores ao ponto de fusão). Por esta razão a astenosfera é considerada como a principal fonte de magma (material de rocha derretida, da qual as rochas ígneas são formadas). No entanto, secções da litosfera sólida, situada acima da astenosfera, também podem entrar em fusão para formar magma. Após a sua erupção, o material é designado por lava (Geller, 2003; Grotzinger *et al.*, 2007).

À medida que o magma é acumulado, começa a subir através da litosfera, devido à sua fluutuabilidade, procedente de uma diminuição da densidade, relativamente ao

material do qual é proveniente e das rochas encaixantes. Em alguns locais, o material pode encontrar um caminho para a superfície, fraturando a litosfera em zonas mais frágeis, enquanto noutros locais o magma ascende derretendo o seu caminho para a superfície. Além das aberturas ou condutas necessárias à extrusão, também é necessário que o magma seja capaz de ser impulsionado por essas aberturas, seja diretamente da fonte ou de uma câmara magmática intermédia. Neste caso, fica armazenado em câmaras pouco profundas. Eventualmente algum magma chega à superfície, desde que a pressão de voláteis ou força ascensional exceda a resistência das rochas do teto da câmara, resultando na sua rutura e conseqüente extrusão de lava e outros materiais – erupção vulcânica. A acumulação deste material pode, ao longo do tempo, construir um monte ou montanha, ou seja, um vulcão (Rutherford e Gardner, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Em conjunto, a sequência das rochas derretidas à erupção, e os seus constituintes, rochas, magmas e processos, designam-se por geossistema vulcânico. Este pode ser encarado como uma fábrica química que processa os magmas da astenosfera e transporta o produto final para a superfície através de um sistema interno de canalização. O magma, produzido da pequena fração da astenosfera que derrete, ganha componentes à medida que ascende e funde o material circundante e perde outros componentes, quando os cristais se formam ao longo do percurso ou nas câmaras magmáticas pouco profundas. Também perde alguns dos seus voláteis devido à diminuição da pressão, o que contribui para o aumento da sua temperatura. Durante a erupção os constituintes gasosos escapam para a atmosfera ou oceanos (transformação de magma em lava). Tendo em conta estas alterações é possível inferir pistas sobre a composição química e o estado físico do manto superior onde o magma tem origem (Jaupart, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Tipos de lava

Um dos produtos finais dos geossistemas vulcânicos é a lava. Dependendo da composição dos magmas que lhes dão origem, solidifica, geralmente, em três grupos principais de rochas ígneas: basaltos, andesitos e riólitos. Como tal, a classificação dos magmas (baseada na sua composição química) vai ser igual à da lava, sendo o principal fator desta classificação o teor em sílica (Grotzinger *et al.*, 2007).

Os magmas basálticos, e correspondentes lavas, (também designados de básicos ou máficos) são ricos em ferro, magnésio e cálcio, possuindo um conteúdo

relativamente pobre em sílica (45% a 52%) – composição máfica. Quando a lava arrefece é preta ou cinzenta escura, mas a altas temperaturas (1000 °C a 1200 °C) brilha em vermelho e amarelo. Devido às altas temperaturas e ao baixo teor em sílica, a lava basáltica é extremamente fluida e pode fluir pela encosta a uma velocidade elevada (até 100 Km/h, mas geralmente de apenas alguns Km/h), percorrendo uma grande distância (até mais de 50 Km). Com valores inferiores a 45% são denominadas ultrabásicas (Rogers & Hawkesworth, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Geralmente, durante as erupções basálticas, o magma enche o sistema vulcânico até transbordar e rios de lava escorrerem pelas encostas, engolindo tudo à sua frente. Estas erupções raramente são explosivas (Grotzinger *et al.*, 2007).

Dependendo de como arrefecem, solidificam em diferentes formas. Em terra formam pahoehoe (semelhante a cordas) ou aa (blocos irregulares), sendo que os pahoehoe surgem mais perto da fonte da erupção e os aa mais afastados. Na água formam *pillow* lavas (almofadas de lava). O equivalente intrusivo da lava basáltica é o gabro (Batiza & White, 2000; Rogers & Hawkesworth, 2000; Walker, 2000).

Os magmas andesíticos (ou intermédios) e as respetivas lavas (nome vem do exemplo principal – as montanhas dos Andes) são compostos por uma quantidade intermédia de sílica (52% a 66%) e possuem uma temperatura inferior ao magma basáltico, pelo que as lavas andesíticas fluem mais lentamente que as basálticas, amontoando-se em massas viscosas. Se uma dessas massas entupir a entrada do vulcão os gases podem acumular-se no interior e, eventualmente, rebentar o topo do vulcão (erupção explosiva). Algumas das erupções mais destrutivas, ao longo da história, foram explosões freáticas ou de vapor, que ocorreram quando este magma carregado de gás entra em contacto com água (gerando grandes quantidades de vapor superaquecido) (Rogers & Hawkesworth, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

As erupções andesíticas ocorrem sobretudo nas cinturas vulcânicas ao longo das margens continentais ou oceânicas, em zonas de subducção (Grotzinger *et al.*, 2007).

O equivalente intrusivo do andesito formado durante o arrefecimento destas lavas é o diorito (Rogers & Hawkesworth, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

As lavas com maior quantidade de sílica (superior a 66% da composição total) são as riolíticas (também denominadas ácidas ou félsicas). Os magmas riolíticos formam-se em zonas onde o calor derreteu grandes volumes de crosta continental. As erupções ocorrem a temperaturas de apenas 600 °C a 800 °C e como possuem grandes quantidades de sílica são as mais viscosas, ou seja, as menos fluidas, movendo-se a uma

velocidade 10 vezes inferior à lava basáltica. Desta forma a lava riolítica tende a acumular-se em depósitos espessos e bulbosos, enquanto os gases ficam presos por baixo. Estas características contribuem para a ocorrência de erupções explosivas, sendo as mais explosivas de todas produzidas pelos vulcões riolíticos de maiores dimensões, como o de Yellowstone nos Estados Unidos da América (Rogers & Hawkesworth, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

As lavas riolíticas dão origem ao riólito, de cores tipicamente claras, frequentemente rosadas, cujo equivalente intrusivo é o granito (Rogers & Hawkesworth, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Tipos de erupções

Tendo em consideração o sistema de extrusão as erupções vulcânicas podem ser classificadas em Fissural e Central, ou em Efusiva, Mista e Explosiva se o critério for a composição do magma/lava (McCall, 2005e).

Quando a lava, normalmente fluida, é expelida por um sistema de fraturas (ascende por uma fratura estreita e dá origem a outras durante a erupção, espalhando a lava numa grande área), em ambientes de distensão crustal, designa-se por Erupção Fissural. Parte da fissura pode, em certas ocasiões, ficar obstruída, formando-se uma série de pequenos cones vulcânicos alinhados na direção da fratura. A atividade destas erupções é geralmente efusiva (McCall, 2005e).

As erupções em que a lava é expelida através de condutas tipo chaminé, espalhando-se radialmente e formando um cone vulcânico, denominam-se Erupções Centrais. Nas encostas do cone principal (central), que pode atingir grandes dimensões em ambientes de colisão, por vezes formam-se outros cones. Nestas erupções a atividade divide-se em efusiva e explosiva, dependendo da reologia ou da viscosidade da lava e do seu conteúdo em voláteis. Quando a lava é expelida de forma relativamente calma denomina-se de efusiva – origem em magma basáltico, e quando existe sobretudo projeção de materiais – piroclastos – e gases, designa-se por explosiva, devido aos magmas serem ricos em sílica, ou seja, magma riolítico. As erupções mistas têm características intermédias entre as erupções do tipo efusivo e explosivo, geralmente com lavas intermédias ou andesíticas (McCall, 2005e).

As erupções centrais criam montanhas vulcânicas em forma de cones, a característica mais familiar do vulcanismo. Deste modo temos vulcões em escudo,

dômos vulcânicos, estratovulcões ou vulcões compostos e vulcões de cones de cinzas ou cones de piroclastos (Grotzinger *et al.*, 2007).

Os vulcões escudo formam-se geralmente no oceano (também surgem no rifte Este-Africano), através de um processo muito longo em que as camadas de lava acumulam-se numa forma de cone achatado – escudo – intercaladas por camadas pouco espessas de piroclastos. Este tipo de vulcões são os mais altos, considerando toda a estrutura a partir do fundo oceânico (Walker, 2000).

Os dômos vulcânicos formam-se a partir de lavas félsicas, que, ao contrário das basálticas, são tão viscosas que praticamente não fluem e frequentemente solidificam, numa massa rochosa arredondada e de lados verticais, à saída da chaminé. Usualmente os gases ficam encerrados no interior do vulcão, aumentando a pressão até ao ponto de explosão que fragmentam os domos (Fink & Anderson, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Em relação aos estratovulcões, que representam as estruturas vulcânicas mais conhecidas (forma a que comumente se associa o nome de vulcão), são formadas por camadas alternadas de lavas e piroclastos, originando vulcões de grandes dimensões (normalmente com 2 km, mas podem atingir valores superiores a 3 Km). Apresentam cones inclinados e uma cratera (após uma erupção a lava volta a afundar na chaminé e solidifica em forma de taça, sendo arrancada numa explosão piroclástica posterior) no topo por onde as escoadas de lava, constituídas por basalto, e os piroclastos, de composições riolíticas, são extruídos. Também são frequentes as escoadas e piroclastos andesíticos (Walker, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Os cones de cinzas e os cones de piroclastos apresentam pequenas dimensões e vertentes muito inclinadas. São compostos sobretudo por piroclastos, como bombas vulcânicas ou lapilli, e, em menor quantidade, pela lava das raras escoadas que se acumulam em torno da cratera. Por vezes podem soldar-se (quando ainda são ejetados parcialmente fundidos) entre eles e formar um “spatter cone”. Surgem associados com grandes vulcões nos arcos vulcânicos, formando geralmente grupos, ou em campos vulcânicos em zonas de distensão. As erupções submarinas podem originar um tipo particular destes vulcões – anéis de hialoclastitos – quando a lava se fragmenta em partículas muito pequenas, devido ao contacto com a água muito fria do oceano, que caem em torno do orifício vulcânico em forma de anel. Apresentam uma forma perfeitamente circular que aumenta de largura e altura (até 3 Km) no decorrer da erupção (Vergnolle & Mangan, 2000; Batiza & White, 2000).

Crateras com um diâmetro superior a 1 km são denominadas por caldeiras – formadas pelo colapso do teto da câmara magmática (parte superior do cone vulcânico).

Devido ao esvaziamento da câmara deixa de existir suporte causando o colapso e a formação de uma depressão circular de encostas côncavas. A caldeira pode ser preenchida por água transformando-se num lago ou pode surgir, posteriormente, um domo (caldeira diz-se ressurgente) (Cole *et al.*, 2005).

Quando a água entra em contacto com o magma as erupções são designadas por hidromagmáticas. Uma vez que a água surge na maior parte da superfície terrestre, estas erupções podem acontecer em qualquer ambiente, sendo as surtsianas (erupções de vulcões localizados nos mares) as mais espetaculares. Nestas o calor do magma transforma a água num vapor a alta pressão (superior, em duas ordens de magnitude, à resistência das rochas), fragmentando as rochas e ejetando-as no ar em simultâneo com o vapor e a lava. Contudo nem todos os contactos de magma com a água produzem este tipo de erupção, podendo originar por exemplo *pillows* (lavas em almofada) se a pressão de água for suficiente para impedir a expulsão do gás ou se não existir uma larga superfície de contacto entre a água e o magma (não existe mistura extensa) (Morrissey *et al.*, 2000; White & Houghton, 2000).

A libertação dos voláteis pode ocorrer com força explosiva (em particular no caso das lavas viscosas riolíticas e andesíticas), que pode inclusive, quebrar a lava e qualquer rocha solidificada sobrejacente em fragmentos de várias formas, texturas e tamanhos (Grotzinger *et al.*, 2007).

Quando estes fragmentos são projetados para o ar são denominados por piroclastos, sendo classificados de acordo com o seu tamanho: menos de 2 mm – cinza vulcânica; entre 2 e 64 mm – lapili; superiores a 64 mm – bombas vulcânicas (ainda parcialmente fundidas, quando ejetados) e blocos (já solidificados, quando ejetados). As bombas vulcânicas do tamanho de casas podem ser atiradas a mais de 10 Km de distância, enquanto as cinzas são suficientemente leves para permanecerem no ar durante longos períodos de tempo, sendo transportadas para enormes distâncias pelo vento. Quando caem formam depósitos, geralmente tanto maiores quanto mais próximos da sua fonte. Ainda quentes, os fragmentos vão unir-se por contacto durante o arrefecimento – litificação – formando tufos vulcânicos (formados por fragmentos de menores dimensões) ou breccias vulcânicas (formados por fragmentos de maiores dimensões) (Morrissey & Mastin, 2000; Wolf & Sumner, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

A cinza quente, poeira e gases podem ser projetados numa nuvem frequentemente devastadora que flui pelas encostas a grande velocidade e com uma elevada temperatura interna (Grotzinger *et al.*, 2007).

Os dois constituintes dos voláteis do magma são o vapor de água (de 70% a 95%) e o dióxido de carbono. A elevadas pressões, a maior parte destes dois gases estão dissolvidos na porção silicatada do magma, tendo um importante papel na sua cristalização, temperatura, densidade e viscosidade. Outros constituintes importantes são o dióxido de enxofre. Regista-se também a presença, em menores quantidades, de nitrogénio, hidrogénio, monóxido de carbono, enxofre e cloro. As erupções podem libertar enormes quantidades de gases, provenientes do interior da Terra chegando à superfície pela primeira vez ou reciclados da água (subterrânea ou oceânica), de gases atmosféricos ou gases encerrados em gerações anteriores de rochas (Wallace & Anderson, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

De acordo com as teorias vigentes, a formação das primeiras atmosferas e oceanos do planeta Terra ocorreram a partir das emissões de gases vulcânicos. Além disso, períodos de intensa atividade vulcânica afetaram o clima da Terra em diferentes ocasiões, podendo, inclusive, ter sido responsáveis por algumas extinções em massa documentadas nos registos geológicos. A cinza libertada para a atmosfera pode bloquear suficiente radiação solar para diminuir as temperaturas globais durante vários anos. A composição e origem dos gases vulcânicos assumem, portanto, um papel importante no estudo de outros geossistemas, incluindo o biosistema (Walker, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Vulcanismo secundário

A atividade vulcânica pode continuar durante décadas ou até séculos, através da emissão de gases, água e/ou vapor de água (ex.: fumarolas), já depois da erupção de lava ou materiais piroclásticos ter cessado. Quando a água evapora ou arrefece, os materiais emanados precipitam e formam depósitos incrustantes, podendo alguns conter minerais valiosos (Grotzinger *et al.*, 2007).

A atividade hidrotermal, expressa à superfície através de fumarolas, geiseres (fonte de água quente que é expelida de forma intermitente com grande força e frequentemente acompanhada por um som trovejante) e águas termais, consiste na circulação de água através de rochas quentes vulcânicas e magmas, que desse modo aquece antes de regressar à superfície (McCall, 2005d).

O ser humano pode utilizar a atividade hidrotermal para a obtenção de energia geotérmica e ainda pode explorar os depósitos de minerais depositados por ação da

atividade hidrotermal, que concentram elementos relativamente raros e economicamente valiosos (McCall, 2005d).

Distribuição dos vulcões

Os geólogos já tinham registado a existência de uma concentração de vulcões em torno do Oceano Pacífico, apelidada de anel de fogo, ainda antes da teoria das placas tectónicas ter sido formulada, aliás um dos grandes sucessos desta teoria foi ter conseguido explicar a existência deste anel de fogo (placas em subducção) (McCall, 2005e; Grotzinger *et al.*, 2007).

A maior parte dos vulcões existentes no planeta Terra, em terra ou acima da superfície oceânica ocorrem em zonas onde as placas convergem (cerca de 80%) e em as zonas onde as placas divergem (cerca de 15%) – Vulcanismo interplaca, estando os restantes no interior das placas – Vulcanismo intraplaca. Existem muito mais vulcões ativos nos leitos oceânicos do que na superfície dos continentes, estando distribuídos ao longo dos rifts médio-oceânicos (formação de leito oceânico, aproximadamente 3 km³ por ano ao longo do rift, enquanto os cerca de 400 vulcões terrestres ao longo dos limites convergentes não chegam a gerar 1 km³ por ano). De salientar, todavia, que a maior parte da lava expelida localiza-se abaixo da superfície oceânica, mais precisamente nos riftes médios oceânicos (placas divergentes) (McCall, 2005e; Grotzinger *et al.*, 2007).

Fissuras de tensão crista médio oceânicas permitem a entrada de água do mar e a sua circulação através da nova crosta oceânica. O calor das rochas vulcânicas e do magma cria uma corrente de convecção que puxa a água fria para a crosta e expela a quente de regresso para o oceano. Quando foi descoberta, os geólogos ficaram espantados com a intensidade da convecção bem como das consequências químicas e biológicas. Os geólogos marinhos estimam que todo o volume de água oceânica circula através das fendas e chaminés em apenas 10 milhões de anos, pelo que as interações entre a hidrosfera e a litosfera, nas dorsais medio-oceânicas, afetam profundamente a composição, a química e a biologia dos oceanos. A criação de nova litosfera corresponde, a quase, 60% do total da energia que flui do interior da Terra e a água do mar vai ser responsável pelo seu arrefecimento, desempenhando portanto um papel fundamental no transporte do calor interno da Terra (Grotzinger *et al.*, 2007).

A atividade hidrotermal injeta metais e outros elementos nos oceanos, provenientes da nova crosta, contribuindo para a sua química tanto como o contributo

de todos os rios do mundo. Quando a água do mar afunda através das rochas vulcânicas porosas é aquecida e dissolve elementos da nova crosta. Ao regressar ao frio oceano sobrejacente, esta água do mar, aquecida e enriquecida com os minerais, sobe. Os minerais ricos em metais precipitam e formam depósitos de zinco, cobre e ferro em zonas pouco profundas da crosta oceânica (Grotzinger *et al.*, 2007).

A energia hidrotermal vai alimentar um ecossistema em redor das chaminés, que não podem obter energia solar (os raios solares não atingem o fundo oceânico a profundidades superiores a...), com organismos como moluscos gigantes e vermes tubulares e micro-organismos que suportam temperaturas superiores ao ponto de ebulição da água (alguns cientistas têm colocado a hipótese da vida ter tido início nestes ambientes) (Grotzinger *et al.*, 2007).

Como já foi referido, a localização dos vulcões não é aleatória, estando a maioria situada na superfície de placas convergentes. Nestas zonas de subducção, as placas litosféricas oceânicas vão afundar sobre uma placa continental ou oceânica com a formação de uma cadeia de vulcões à superfície, paralela ao limite convergente. Os magmas que vão alimentar estes vulcões são produzidos por fusão induzida por fluídos, sendo mais variados – de basálticas a riolíticas (ou seja, de máficas a félsicas), apesar da composição andesítica geralmente dominante – do que os basaltos do vulcanismo das cristas médio-oceânicas (Perfit & Davidson, 2000).

Quando a placa sobrejacente é oceânica, os vulcões e os seus produtos formam ilhas de arcos vulcânicos (ex.: ilhas Mariana), enquanto que se a placa sobrejacente for continental os vulcões e as rochas coalescem para formar uma cadeia vulcânica montanhosa (ex.: Andes) (Perfit & Davidson, 2000).

Uma das hipóteses para o vulcanismo intraplaca, é a existência de Hot Spots, que são manifestações vulcânicas de material quente, sólido, que sobem na vertical em jatos cilíndricos do interior do manto (talvez tão profundo como a zona de fronteira manto-núcleo) denominadas plumas térmicas, sendo consideradas uma parte integrante do sistema de convecção da Terra. O material que sobe na pluma – peridotitos – derrete quando atinge zonas de menor pressão a menor profundidade, produzindo o magma basáltico que por sua vez penetra na litosfera e irrompe à superfície. Este local, sobre o hot spot, é marcado por um vulcão ativo, que se torna inativo à medida que a placa se move para longe do hot spot, sendo formada ao longo do tempo um trilho de vulcões, progressivamente mais antigos (ex.: Havai). Em relação à atividade vulcânica dentro das placas continentais, a hipótese das plumas térmicas também explica alguns dos

aspectos envolvidos, como no caso de Yellowstone em que uma sequência do mais velho (caldeiras extintas) para o mais novo (caldeira de Yellowstone ainda ativa) (Perfit & Davidson, 2000; Grotzinger *et al.*, 2007).

Os geólogos, ao assumir que os Pontos Quentes estão fixos pelas plumas térmicas provenientes de zonas profundas do manto, podem usar estes trilhos vulcânicos para perceber a forma e velocidade do movimento das placas (movimento absoluto das placas), bem como para reconstruir a história do movimento das placas relativamente ao manto profundo. Contudo esta hipótese só funciona bem para movimentos recentes, ao longo de períodos de tempo maiores surgem problemas, tendo levado mesmo alguns geólogos a colocar em causa a hipótese dos Pontos Quentes fixos (outros colocam a hipótese de as plumas térmicas não permanecerem necessariamente fixas em relação umas às outras devido às correntes de convecção do manto) (Grotzinger *et al.*, 2007).

Apesar da maior parte dos geólogos concordarem com a explicação dos Pontos Quentes serem causados por algum tipo de *upwelling* no manto, por baixo das placas, nem todos aceitam que estes *upwellings* são condutas estreitas de material que ascende de zonas profundas do manto. Ainda mais controverso é a noção que as grandes efusões de basalto e outras grandes províncias ígneas são causadas pelas plumas térmicas (Grotzinger *et al.*, 2007).

Os perigos que os vulcões representam são facilmente compreensíveis – erupções de lava, projeção de piroclastos, nuvens ardentes, colapsos dos flancos e das caldeiras, lahares, sismos, gases – podendo afetar não só a região circundante ao vulcão, mas também inteiras regiões ou países (mais distantes) e, em último caso, o planeta. Apesar de não poderem ser evitadas as erupções podem ser prevenidas e os seus efeitos minimizados, em relação a perdas de propriedade e, mais importante, vidas. A capacidade de melhorar a capacidade de prever erupções é extremamente importante uma vez que existem cerca de 100 vulcões considerados de alto risco para os seres humanos e cerca de 50 erupções vulcânicas por ano (Grotzinger *et al.*, 2007).

Existe, porém, um outro lado no que diz respeito ao impacto dos vulcões para o ser humano: os benefícios, por exemplo a energia geotermal (calor e eletricidade) – que pode ser considerada renovável, desde que seja obtida a uma taxa inferior que o aquecimento natural, e menos poluente, quando comparada com o uso de combustíveis fósseis. Igualmente importantes são os recursos minerais e químicos (a partir de rochas vulcânicas, gases e vapor), os solos excepcionalmente férteis devido aos nutrientes minerais que o solo vulcânico contém (agricultura) e o turismo (quer pela atração do

próprio vulcão, quer pela atração do vulcanismo secundário – águas termais, fumarolas e geiseres) (Arnórsson, 2000; Ping, 2000; Sigurdsson & Lopes-Gautier, 2000).

2.3. Biologia

Origem das plantas terrestres

As plantas terrestres têm uma origem monofilética, tendo evoluído a partir de um ancestral de algas verdes de água doce (Graham *et al.*, 2000). Este é considerado um evento crucial na história da vida do planeta Terra e provocou mudanças dramáticas no seu ambiente, iniciando o desenvolvimento de todo o ecossistema terrestre (Kenrick & Crane, 1997; Leliaert *et al.*, 2012).

Evidências fósseis, concretamente microfósseis de esporos de plantas e de restos celulares, juntamente com dados moleculares, indicam que as primeiras plantas terrestres surgiram no início do Ordovício médio (~460 Ma) (Kenrick & Crane, 1997; Graham *et al.*, 2000; Leliaert *et al.*, 2012). Provavelmente seriam similares às atuais briófitas (no senso comum da palavra). Só mais tarde, no período Silúrico, há sensivelmente 430 Ma (ainda dentro do Paleozoico), é que surgiram as plantas vasculares (traqueófitas). Estas divergem das anteriores essencialmente, mas não exclusivamente, devido à presença de tecidos especializados na condução de água e compostos inorgânicos e orgânicos (Graham *et al.*, 2000).

Os tecidos vasculares dessas plantas primitivas estavam organizados em padrões estelas de organização muito simples, designadas por protostelas, com xilema no centro, circundado pelo floema. Contudo, a evolução das plantas trouxe uma grande variedade de organizações dos tecidos vasculares, sendo, inclusive, o tipo de tecido cuja posição mais varia de espécie para espécie, num mesmo órgão da planta (Ye, 2002).

Os tecidos definitivos das plantas podem ser agrupados de acordo com a sua função: tecidos dérmicos que revestem e protegem todo o corpo da planta, tecidos vasculares com funções de condução e também de suporte; e tecidos elaboradores ou secretores com funções essencialmente metabólicas (Reece *et al.*, 2011).

Tecidos vasculares

Como já foi referido, os tecidos vasculares das plantas têm duas funções principais. Além de serem responsáveis pelo transporte alongas distâncias de substâncias, entre os diferentes órgãos das plantas, também lhes conferem suporte e rigidez. À função de transporte também está associada a função de comunicação,

contribuindo para a percepção das interações com fatores bióticos e abióticos a que as plantas estão sujeitas. A informação é fornecida e disseminada na forma de hormonas, proteínas e RNAs. Desta forma, o sistema vascular participa na coordenação dos processos fisiológicos e de desenvolvimento de toda a planta (Lucas *et al.*, 2013).

Os dois tipos de tecidos vasculares presentes nas plantas são o xilema e o floema. Ambos são tecidos complexos, compostos por diferentes tipos de células que desempenham diferentes funções (Reece *et al.*, 2011; Lucas *et al.*, 2013).

De uma forma geral, o xilema é responsável pelo transporte da água e de iões minerais que constituem a seiva bruta ou xilémica. Também pode transportar hormonas, como o ácido abscísico e citocininas, e desempenha, igualmente, um papel fundamental no suporte mecânico do corpo da planta, permitindo a existência de espécies com alturas superiores a 100 m. O transporte no xilema é essencialmente das raízes para as partes aéreas das plantas (Ye, 2002; Reece *et al.*, 2011; Lucas *et al.*, 2013).

O floema transporta a seiva elaborada ou floémica cujos principais constituintes são os compostos orgânicos e a água. O transporte efetua-se das zonas onde os compostos são produzidos para as restantes partes da planta onde serão consumidos ou armazenados. Além dos produtos resultantes dos processos fotossintéticos, como a sacarose, o floema transporta moléculas sinalizadoras, incluindo auxina, citocinina, proteínas e diferentes tipos de RNA (como o RNAmensageiro) envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como maximizando o funcionamento das plantas nas diferentes condições de crescimento e ambientais (Ye, 2002; Reece *et al.*, 2011; Lucas *et al.*, 2013).

Estruturalmente, o xilema e o floema organizam-se, durante o crescimento primário, em feixes condutores, em que a sua localização depende da espécie e do órgão da planta. Por exemplo, na maioria das angiospérmicas e gimnospérmicas os feixes condutores nas raízes estão concentrados na zona central, contendo cada feixe apenas um dos tecidos vasculares, com uma disposição intercalada – feixes simples e alternos. Enquanto nos caules e nas folhas estão espalhados por todo o cilindro em que cada feixe condutor possui xilema e floema – feixes duplos e colaterais (Reece *et al.*, 2011).

Xilema

O xilema é formado por quatro tipos de células: os traqueídeos ou tracóides e os elementos de vaso que, em conjunto, constituem as células condutoras do xilema, responsáveis pelo transporte da água e elementos minerais; as parenquimatosas e as

fibras, com funções de reserva e suporte, respectivamente. Destes quatro tipos de células somente as células do parênquima lenhoso estão vivas na fase de maturidade funcional (Reece *et al.*, 2011).

Os elementos de vaso, presentes apenas nas angiospérmicas, num pequeno grupo de gimnospérmicas (Gnetófitas) e talvez em alguns fetos (Taiz & Zeiger, 2010), são células que possuem um diâmetro superior ao dos traqueídeos, mas um comprimento inferior. Em conjunto formam vasos em que as células estão alinhadas topo a topo e não apresentam paredes celulares transversais no final da sua maturação (Tyree & Zimmermann, 2002; Bidlack & Jansky, 2011).

Os traqueídeos, considerados os primeiros tipos de células condutoras de água, mais primitivas que os elementos de vaso e, por isso, menos especializadas (Evert & Eichhorn, 2012), são células alongadas e estreitas. As duas extremidades são fechadas, afuniladas e oblíquas. Estas extremidades sobrepõem-se em filas verticais, permitindo o fluxo de água entre os traqueídeos através de numerosas pontuações (regiões microscópicas sem parede celular secundária e uma parede primária fina e porosa) nas suas paredes laterais. As pontuações de traqueídeos vizinhos sobrepõem-se, formando um par que constitui um percurso de baixa resistência para o movimento da água entre traqueídeos. A camada porosa entre as pontuações que se sobrepõem é designada por membrana da pontuação, sendo constituída pelas duas paredes primárias e uma lamela média (Taiz & Zeiger, 2010). As pontuações constituem áreas não lenhificadas das paredes celulares. Quanto maior for a área não lenhificada das paredes celulares laterais mais suscetíveis serão à ocorrência de processos de cavitação (Jacobsen, *et al.*, 2012).

A cavitação nas plantas é, geralmente, definido como o preenchimento dos vasos xilémicos com bolhas de ar que interrompem o transporte da água, quebrando a coluna contínua de água (Cochard, 2006). É um processo que pode ter efeitos devastadores no transporte da água ao longo do xilema. A cavitação também pode ser induzida por stresse hídrico e ciclos de congelamento e descongelamento da seiva xilémica (Hacke & Sperry, 2001; Taiz & Zeiger, 2010).

Inicialmente, as células dos elementos condutores estão vivas mas, durante a sua maturação, o núcleo e citoplasma destas células degeneram, conduzindo à morte celular. No final, apenas as paredes celulares laterais das células permanecem completas, espessadas com lenhina, formando um tubo ou vaso contínuo. Estas paredes laterais têm zonas sem espessamento de lenhina, permitindo as trocas laterais com as células vizinhas (Mauseth, 2012; Ye, 2002).

Uma grande parte das células dos elementos condutores possuem paredes celulares laterais com espessamentos em espiral, o que as torna particularmente identificáveis ao microscópio ótico (Bidlack & Jansky, 2011). Este tipo de espessamento mantém os vasos funcionais, mesmo depois de sofrerem o alargamento, devido ao crescimento dos órgãos (raiz, caule ou folha) onde os elementos condutores se encontram (Mauseth, 2012).

O transporte efetuado através do xilema é sobretudo ascendente, embora também se verifique a ocorrência de transporte lateral através das células radiais, que fazem parte do parênquima e que também têm uma função de reserva (Bidlack & Jansky, 2011).

Floema

O floema também é constituído por quatro tipos de células. Contudo, as células responsáveis pelo transporte da seiva floémica permanecem vivas na fase de maturação funcional. As células, diretamente envolvidas no transporte da seiva floémica, são designadas elementos crivosos, tendo uma forma mais larga e sensivelmente cilíndrica. Estritamente associadas a estas estão as células companheiras, sendo ambas derivadas de uma célula mãe comum. O conjunto das duas células (condutora e companheira) constitui uma unidade funcional (CC-ETC) essencial para o controlo do transporte no floema. Nenhum destes dois tipos de células apresenta espessamento secundário das paredes celulares. Por outro lado, tal como o xilema, o floema é ainda composto por células do parênquima e fibras (Ye, 2002; Minchin & Lacoite, 2005; Bidlack & Jansky, 2011).

O complexo funcional que resulta da associação das células do tubo crivoso com as células companheiras encontra-se conectado por plasmodesmos às células circundantes, quer parenquimatosas do floema quer células de outros tipos. Sendo as ligações estabelecidas, sobretudo com as células companheiras, a condutividade desses plasmodesmos depende do tipo e fase de desenvolvimento das células vizinhas (Turgeon & Wolf, 2009)

Tal como os elementos de vaso no xilema, as células do tubo crivoso estão dispostas topo a topo formando os tubos crivosos sem, no entanto, possuírem aberturas de grandes dimensões entre as ligações de cada célula. A ligação é efetuada através de placas crivosas, que correspondem a numerosos poros de pequenas dimensões nas paredes celulares transversais, permitindo a extensão do citoplasma de célula a célula do

tubo crivoso, com grandes acumulações de retículo endoplasmático. O fluxo da seiva floémica no sistema de tubos crivosos depende em grande parte do comprimento, raio e número de poros por placa crivosa (Knoblauch & Oparka, 2012).

Associado aos poros das placas crivosas está um polímero denominado calose, cuja deposição condiciona o seu diâmetro (Koh *et al.*, 2012). Quando o conteúdo citoplasmático das células do tubo crivoso está sob pressão a maior parte da calose permanece em solução. Contudo, se ocorre alguma perturbação, por exemplo devido à perfuração do estilete de um afídeo (inseto), a calose precipita. Posteriormente, este polímero, acompanhado de uma proteína do floema, é transportado para a placa crivosa mais próxima, formando calos que tapam os poros e interrompem as ligações entre as células do tubo crivoso (Bidlack & Jansky, 2011).

Após a maturação das células do tubo crivoso, elas não apresentam núcleo, um vacúolo perceptível ou elementos do citoesqueleto. Ainda assim, estas células permanecem vivas com citoplasmas muito ativos na condução da seiva elaborada, extremamente dependentes da célula companheira adjacente. Esta redução do conteúdo celular facilita a passagem de nutrientes através destas células (Hacke & Sperry, 2001; Minchin & Lacoite, 2005; Reece *et al.*, 2011).

Nas angiospérmicas, as células do tubo crivoso perdem completamente, durante a sua formação, o seu núcleo, vacúolo, complexo de Golgi e, presumivelmente, os ribossomas. O núcleo das células companheiras funciona como o centro de controlo tanto para estas células como para as respetivas células dos tubos crivosos, regulando as trocas de macromoléculas que ocorrem entre as duas células, por meio dos plasmodesmos (Lucas *et al.*, 2001).

A manutenção e organização dos processos citoplasmáticos das células do tubo crivoso são efetuadas pelas células companheiras adjacentes. Para esse efeito, existe um grande número de plasmodesmos, ou seja, extensões do citoplasma que atravessam poros cilíndricos, por sua vez permeiam as paredes celulares. Deste modo são criadas pontes de ligação citoplasmática entre estas células e as correspondentes células do tubo crivoso. Portanto, o núcleo e os ribossomas das células companheiras desempenham as suas funções não só nas respetivas células como também nas células do tubo crivoso que lhes são contíguas (Bidlack & Jansky, 2011; Reece *et al.*, 2011).

Formação do xilema e floema

Os tecidos merismáticos, a partir dos quais se podem formar tecidos vasculares, são designados por procâmbio e câmbio vascular ou meristema vascular, em que o primeiro dá origem ao xilema e floema primários durante o crescimento primário dos caules e raízes, enquanto o segundo pode formar xilema e floema secundários. O câmbio vascular forma-se a partir do procâmbio e de outras células parenquimatosas, sendo geralmente constituído por dois tipos de células meristemáticas: células iniciais fusiformes e iniciais radiais. As fusiformes produzem traqueoides e fibras xilémicas, no caso do xilema, e as células do tubo crivoso e companheiras, no floema. As radiais dão origem às células parenquimatosas que formam os raios medulares do xilema e floema (Lucas et al., 2001; Ye, 2002; Miyashima *et al.*, 2013).

No caso específico de plantas, como as batatas-doces ou os inhames, certas partes do xilema da raiz desenvolvem células cambiais extra e produzem um elevado número de células parenquimatosas. Consequentemente, essas regiões da raiz vão aumentar o seu tamanho, transformando-se em locais de armazenamento de amido e outros carboidratos (Bidlack & Jansky, 2011).

Transporte no xilema

Desde o século XVIII que o processo de ascensão da seiva bruta nas plantas e, em particular, nas árvores de maior altura tem intrigado os fisiologistas e os físicos. A extensa literatura científica e os manuais de botânica escritos nas últimas cinco décadas defendem a hipótese da Tensão-Coesão-Adesão como a solução explicativa para esta questão (Zimmermann *et al.*, 2004).

Esta teoria foi introduzida, em 1984, pelos cientistas irlandeses Henry Dixon, botânico, e John Joly, engenheiro, físico e geólogo (Dixon & Joly, 1985). Também merece crédito o trabalho do alemão Eugene Askenasy, botânico, publicado em 1895, que, após ter lido o resumo de Dixon & Joly, decidiu avançar com a publicação da investigação que vinha a desenvolver independentemente dos outros dois cientistas (Brown, 2013).

As conclusões de Askenasy foram, em grande parte, semelhantes às dos outros dois investigadores, destacando-se a identificação do desenvolvimento de tensões nas folhas como as superfícies, devido à transpiração da água. Outro ponto comum, com elevada importância na compreensão do transporte da seiva xilémica, é o facto de terem reconhecido que as paredes celulares húmidas são impermeáveis ao ar. Este facto

significa que mesmo perante pressões negativas o ar não entra nos elementos condutores (Maggio *et al.*, 2006; Brown, 2013).

Apesar de consensual, existem ainda algumas vozes na comunidade científica que se opõem a esta teoria (Angeles *et al.*, 2004; Zimmermann *et al.*, 2004), salientando algumas das questões que a Tensão-Coesão-Adesão não explica. Ainda assim a investigação de cientistas como van den Honert, John A. Milburn, Martin H. Zimmermann e Melvin T. Tyree, ao longo do último século, tem desenvolvido esta teoria, apresentando soluções para essas questões (Brown, 2013).

De uma maneira geral, esta teoria, por vezes referida como Coesão-Tensão, refere que a água é transportada no xilema na forma líquida, em contínuas colunas de água sob tensão, ou seja, sob pressão negativa. A água encontra-se num estado metaestável, ou seja, mantém-se no estado líquido enquanto estiver inferior à sua pressão de vapor (Nardini, *et al.*, 2011). Neste mecanismo não existe consumo de energia, ou seja, é um processo passivo (Hacke & Sperry, 2001).

No interior das plantas forma-se, um número elevado de fios de seiva xilémica contínuos. Estendem-se da epiderme das raízes, onde ocorre a absorção, às superfícies das folhas, onde ocorre a transpiração. Esta transpiração, sobretudo ao nível das folhas, mas não exclusiva a este órgão das plantas, é o gatilho da força motriz condutora da ascensão da seiva xilémica (Brown, 2013).

A coluna de água contínua é mantida por ligações de hidrogénio entre as moléculas deste líquido, preservando a sua Coesão. Por outro lado, a Adesão da água às paredes celulares das células dos elementos condutores contraria o efeito descendente da força da gravidade. Este processo deve-se à existência de ligações de hidrogénio entre as moléculas de água e as substâncias polares das paredes celulares (nomeadamente a celulose). As regiões eletricamente carregadas nas moléculas de água devem-se à existência de ligações covalentes entre os átomos de hidrogénio e oxigénio e à maior eletronegatividade do oxigénio. Formam-se, dessa forma, regiões com carga oposta nas moléculas de água. O átomo de hidrogénio, de carga ligeiramente positiva, vai atrair o átomo de oxigénio, de carga ligeiramente negativa, de moléculas de água próximas, formando ligações de hidrogénio. Uma única molécula pode estabelecer múltiplas ligações de hidrogénio, criando associações com diferentes moléculas que estão constantemente a mudar. A consequência das forças de Coesão e Adesão é que mantêm as moléculas de água juntas e mais estruturadas que a maioria dos líquidos (Reece *et al.*, 2011).

Relativamente ao processo de evaporação, significa, em termos prático, a perda de moléculas de água das interfaces água-ar, das paredes celulares do mesófilo das folhas. Estas moléculas de água preenchem as câmaras estomáticas e acabam por sair através dos ostíolos dos estomas – transpiração estomática. Para que tal aconteça é necessário que a pressão de vapor em torno das folhas seja menor que a da câmara estomática (Brown, 2013).

Através do processo de transpiração, as plantas, de forma geral, perdem mais de 90% da água absorvida ao nível das raízes, ao invés de ser utilizada no crescimento ou na fotossíntese. Este dado está na base da hipótese Tensão-Coesão-Adesão (Hacke & Sperry, 2001).

A redução da quantidade de água na interface provoca o seu recuo, tornando-a mais côncava, o que por sua vez aumenta a área de superfície da interface e, conseqüentemente, a taxa de evaporação. A água perdida é repostada, diminuindo a concavidade da interface água-ar. A reposição deste equilíbrio deve-se à combinação das forças de adesão, entre as moléculas de água e as paredes celulares, com a tensão existente na própria interface, isto é, devido à propriedade física dos fluidos denominada capilaridade. Uma vez que a água que vem repor a interface provém da seiva xilémica mais próxima, origina-se uma tensão ou pressão negativa que se vai alastrar (Brown, 2013).

As forças de capilaridade são responsáveis pela recuperação da forma da interface água-ar ou menisco, colocando a coluna de água que sustenta essas células sob pressão hidrostática negativa. É importante perceber que a pressão de sucção não é determinada pelo diâmetro dos elementos condutores do xilema, mas pelas dimensões dos poros das paredes das células. É através destes que a água passa do interior das células para as suas superfícies exteriores, criando a interface água-ar (Hacke & Sperry, 2001).

À medida que a água sai da planta por transpiração foliar, as ligações de hidrogénio contribuem para que as moléculas de água, que estão a sair da planta, “puxem” as moléculas mais abaixo na coluna contínua de água, fazendo-a ascender das raízes às folhas através da rede de células dos elementos condutores do xilema (Reece *et al.*, 2011).

Este processo conduz ao aumento da absorção passiva de água do solo pelas raízes das plantas, repondo a água perdida por transpiração (Brown, 2013).

Relacionado com a coesão está a dificuldade em esticar ou quebrar a superfície de um líquido, ou seja, a tensão de superfície. A água possui uma superfície de tensão superior à da maior parte dos outros líquidos, o que possibilita que a coluna de água ascenda sem quebrar, por ação da tensão que tem origem na transpiração foliar (Domec, 2011).

Deste modo, é possível afirmar que o transporte da seiva xilémica é movido, em última análise, pela energia proveniente do sol (Brown, 2013).

Outra explicação para o transporte da seiva xilémica é a pressão radicular. As células da epiderme da raiz, em particular as que estão diferenciadas em pelos radiculares (extensão tubular e estreita de uma célula da epiderme da raiz que aumenta a área de superfície da epiderme), são responsáveis pela absorção de iões minerais e água, presentes na solução do solo (consiste em moléculas de água e iões minerais dissolvidos que não estão associados às partículas do solo). Elas absorvem continuamente os iões minerais, quer por difusão simples ou facilitada, quer envolvendo algum tipo de transporte ativo. Um exemplo de transporte ativo envolve as bombas de protões de hidrogénio que promovem a libertação dos iões associados a partículas do solo, positivamente carregadas (Reece *et al.*, 2011).

Observada pela primeira vez pelo médico inglês Stephen Hales em 1727, a pressão radicular é definida como pressão positiva no xilema, originada ao nível das raízes (Xiaoen, 2008; Wegner, 2013).

A acumulação dos iões minerais na raiz provoca a entrada de água por osmose do solo – meio hipotónico – para as células da raiz – meio hipertónico. Além disso, também se verifica a existência de um gradiente de concentração das células da epiderme da raiz para o cilindro central. O aumento da concentração dos iões minerais da epiderme para o cilindro central permite a passagem da água por osmose até ao xilema que se localiza no cilindro central das raízes (Reece *et al.*, 2011).

Na endoderme das raízes verifica-se a existência de espessamentos de lenhina e/ou suberina. A banda de Caspary nas dicotiledóneas e os espessamentos em U nas monocotiledóneas impedem o regresso dos iões minerais para o córtex e solo (Evert & Eichhorn, 2012).

A água absorvida flui do córtex para o cilindro central de forma contínua gerando uma pressão radicular, que empurra a seiva xilémica ao longo do xilema, no sentido ascendente (Reece *et al.*, 2011).

O percurso da água, através da raiz, varia, principalmente, de acordo com o grau de diferenciação dos vários tecidos constituintes deste órgão da planta. As três alternativas possíveis são a via apoplástica. Através das paredes celulares, simplástica ou transcelular, podendo a água seguir por uma, ou mais, destas três vias, em cada tecido (Evert & Eichhorn, 2012).

A pressão radicular, por vezes, é comprovada pela existência de gutação, ou seja, a exsudação de gotas de água que podem ser observadas nas pontas das folhas de algumas plantas. Este processo deve-se à entrada de água, ao nível das raízes, ser superior à saída de água, por transpiração, verificando-se sobretudo durante a noite. As estruturas através das quais as gotas de seiva xilémica são segredadas denominam-se hidátodos. Semelhantes a glândulas, consistem na zona terminal de traqueídeos, localizados na extremidade do feixe vascular, em parênquima de paredes finas (epítima) com numerosos espaços intercelulares e num poro epidérmico. Os traqueídeos contactam diretamente com o epítima, terminando numa cavidade preenchida com água por detrás do poro epidérmico. Usualmente, estes poros são estomas que não possuem a capacidade de controlar a abertura e fecho do ostíolo (Evert & Eichhorn, 2012; Wegner, 2013).

Contudo, muitas plantas não apresentam gutação e/ou têm valores de pressão radicular muito baixos ou nulos. Assim a pressão radicular é considerado um mecanismo de menor importância no transporte da seiva xilémica. Apesar de, em algumas espécies, os valores da pressão radicular conseguirem empurrar a seiva xilémica alguns metros no sentido ascendente, estes são simplesmente demasiado fracos para contrariarem a força gravitacional e conduzirem esta seiva até ao topo das plantas, particularmente no caso das plantas mais altas (Reece *et al.*, 2011).

Transporte no floema

Além dos compostos orgânicos produzidos nas células fotossintéticas, em particular as do mesófilo foliar, o floema transporta ainda água, compostos com funções defensivas e hormonas (Turgeon & Wolf, 2009).

A amostragem dos complexos compostos da seiva floémica é bastante difícil e as dificuldades devem-se, essencialmente, ao facto do floema estar posicionado no interior dos órgãos das plantas, associado ao facto das células do tubo crivoso, diretamente responsáveis pelo transporte da seiva, estarem vivas e formarem tubos crivosos pressurizados. Este último aspeto confere uma sensibilidade a perturbações mecânicas

que dificulta a observação e amostragem do fluxo da seiva floémica (Lucas *et al.*, 2013).

A teoria atualmente aceita pela comunidade científica foi formulada inicialmente em 1928 pelo botânico alemão Ernst Münch. Em termos simples, explica o transporte da seiva floémica através da existência de um gradiente de pressão hidrostática entre o local de entrada (fonte) e o local de saída (sumidouro) das substâncias transportadas (Minchin & Lacombe, 2005).

O carregamento do floema ou a entrada de compostos orgânicos, usualmente a sacarose, no floema verifica-se nas zonas de produção (locais onde se realiza a fotossíntese e nas plantas, com destaque para as folhas, e/ou a hidrólise de compostos de reserva) (Ryan & Asao, 2014).

Em algumas plantas, através da ação de bombas de prótons que geram um gradiente de concentração de H^+ , a sacarose vai sendo cotransportada por difusão das células produtoras até às células companheiras. Dado que as bombas de prótons movimentam o H^+ por transporte ativo, o carregamento do floema depende do transporte ativo via parcialmente apoplástica (Reece *et al.*, 2011). Noutras plantas, a sacarose entra nas células companheiras através de plasmodesmos – via simplástica – sem gasto de energia (Brooker *et al.*, 2011).

A entrada de compostos orgânicos, geralmente sacarose, vai originar uma alta concentração de soluto no floema que provoca a entrada de água por osmose. Esta é proveniente do xilema adjacente ao floema. Desta forma as células do tubo crivoso passam de plasmolisadas para túrgidas, o que significa um aumento da pressão de turgescência (alta pressão hidrostática) (Minchin & Lacombe, 2005).

Ao contrário dos elementos condutores do xilema, a existência de uma pressão de turgescência nas células dos tubos crivosos requer que estas possuam uma membrana plasmática intacta e ativa, isto é, que as mesmas continuem vivas após a sua maturação para que possam desempenhar a sua função de transporte (Brooker *et al.*, 2011).

Por oposição, nos locais de saída, o descarregar do floema significa o movimento do soluto para as células onde será consumido ou armazenado e, conseqüentemente, do regresso da água para o xilema adjacente por osmose e a pressão hidrostática no interior das células do tubo crivoso é muito menor. Portanto, o motor do transporte através dos tubos crivosos do floema, ligados por membranas semipermeáveis, é o gradiente de concentração de soluto (sacarose) que se estabelece entre os locais de produção e os locais de armazenamento ou consumo (crescimento,

respiração), estabelecendo igualmente a orientação do transporte (dos locais de produção para os locais de armazenamento/consumo) (Minchin & Lacoïnte, 2005; Ryan & Asao, 2014).

O descarregamento do floema é efetuado através dos plasmodesmos. A redução da velocidade, em relação ao fluxo da seiva floémica, ao longo dos tubos crivosos, permite que a quantidade de seiva elaborada seja distribuída mais equitativamente pelos diferentes locais de consumo/reserva. Esta menor velocidade, explica-se pelo menor diâmetro dos plasmodesmos comparativamente aos poros das placas crivosas (Brooker *et al.*, 2011). Nestes locais de saída que, apesar de numerosos, não estão todos ativos simultaneamente (por exemplo a maior parte das plantas não produz folhas e flores ao mesmo tempo), a sacarose também pode ser retirada das células companheiras do floema através de transporte ativo (Mauseth, 2012).

Em relação à saída dos compostos orgânicos do floema diferenciam-se, usualmente, duas etapas consecutivas e distintas. A primeira etapa corresponde à saída do complexo células do tubo crivosos e células companheiras para as células vizinhas. A segunda, ao movimento dos solutos até às células dos órgãos onde os compostos são consumidos ou armazenados. Este descarregamento do floema varia não só de espécie para espécie mas também entre os diferentes tecidos e fases de desenvolvimento da mesma planta. O percurso do descarregamento pode ser simplástico ou apoplástico, envolvendo proteínas transportadoras de sacarose (Werner *et al.*, 2011).

Alguns estudos têm demonstrado que os solutos e a água se movem a velocidades similares ao longo dos tubos crivosos, ou seja, que o transporte ocorre por fluxo em massa (van Bel & Hafke 2005, Windt *et al.*, 2006 *in* Lucas *et al.*, 2013). Esta hipótese também é suportada por experiências que mostram uma elevada concentração de sacarose ao nível do floema das folhas, comparativamente com as células do floema dos troncos das plantas (Brooker *et al.*, 2011).

No entanto, diferentes estudos têm sugerido que nas plantas vasculares sem flor, os poros das placas crivosas poderão ser demasiado pequenos ou estarem mesmo obstruídos para permitirem o movimento da sacarose em massa, contrariando a hipótese de fluxo em massa (Reece *et al.*, 2011).

3. Metodologia

3.1. Caracterização da Escola

O Decreto-Lei nº 45636 determinou a criação do Liceu Nacional de D. Duarte, no dia 31 de março de 1964. Contudo, o início da atividade ocorreu no ano letivo 1967-68 e somente no ano letivo seguinte é que as instalações passaram a denominar-se Liceu Nacional de D. Duarte.

No dia 17 de Abril de 1969, o Presidente da República Américo Tomás inaugurou oficialmente o Liceu Nacional D. Duarte, após a inauguração do Edifício das Matemáticas da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra.

É de notar que, desde a sua formação, esta instituição funcionou com uma escola mista. Outro facto, que à época constituía uma exceção, foi a integração de alunos invisuais nas turmas existentes, desde o início dos anos setenta. Durante alguns anos, o Liceu D. Duarte foi a única escola de Coimbra a aceitar alunos com necessidades educativas especiais. De modo a apoiar a integração destes, a nível distrital, foi estabelecida uma equipa de Ensino Integrado com sede no liceu D. Duarte. Todos estes pontos revelam que esta escola nasceu em concordância com a necessidade de abertura que se fazia sentir, resultante da evolução das mentalidades na sociedade portuguesa.

O Decreto-Lei nº 80/78 de 17 de abril mudou o estatuto de Liceu para Escola Secundária, juntamente com todos os outros liceus e escolas técnicas do país, passando a designar-se por Escola Secundária de D. Duarte.

Situada na margem esquerda do Mondego, a Escola Secundária de D. Duarte localiza-se na entrada sul da Cidade de Coimbra. Pertence à freguesia de Santa Clara, estando inserida no perímetro do Centro Histórico da Cidade de Coimbra, um espaço privilegiado com elevada riqueza histórica e paisagística.

A oferta educativa da Escola centra-se no Ensino Secundário com os cursos regulares Científico-Humanístico (Ciências e Tecnologias, Línguas e Humanidades) e os vários cursos profissionais (Técnico de Recursos Florestais e Ambientais, Técnico de Processamento e Controlo da Qualidade Alimentar, Técnico de Restauração, variante Cozinha – Pastelaria, Técnico de Restauração, variante Restaurante – Bar, Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos e Animador Sociocultural).

Externamente, a estrutura física da Escola mantém-se praticamente inalterada embora tenham sido construídos 7 pavilhões em pré-fabricado, no lado sul. Inicialmente, estes edifícios tinham um carácter provisório mas, com o tempo, passaram a definitivos. A nível interno, as 4 alas do corpo central do edifício têm sofrido algumas

modificações e atualizações de modo a responder às novas necessidades das orientações da Educação. Neste último ano letivo, as alterações na Biblioteca da Escola foi ampliada e modernizado com a instalação de equipamento que permite uma maior dinamização das ações implementadas.

Atualmente, a Escola dispõe de 24 salas equipadas com projetor, quadro interativo e computador e em 9 destas existe uma televisão equipada com vídeo. Existem 9 gabinetes de trabalho, equipados pelo menos com um computador e uma impressora multifunções que apoiam as áreas disciplinares. Especificamente para o ramo das Ciências, a Escola tem 3 laboratórios de Biologia e Geologia, 2 de Química, 1 de Física e 4 de Informática também equipados com um computador, projetor e quadro interativo.

3.2. Caracterização dos participantes

Neste estudo participaram estudantes de duas turmas (A e B) do 10º ano de escolaridade, do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária de D. Duarte.

O 10º A era constituído por 19 estudantes, 15 do género feminino e 4 do masculino, com idades entre 14 e 17 anos.

Em termos de agregado familiar, 12 alunos viviam com ambos os pais, um só com a mãe e seis noutra situação. No que diz respeito à instrução dos pais, dois têm o 1º ciclo, quatro o 2º ciclo, quatro o 3º ciclo, três o ensino secundário e seis o ensino superior. As mães, três têm o 1º ciclo, duas têm o 2º ciclo, três têm o 3º ciclo, quatro têm o ensino secundário e sete têm o ensino superior.

O encarregado de educação de dois terços dos alunos era a mãe.

A maior parte dos alunos (14) vivia entre 2 a 10 km de distância da escola, dois a menos de 2 km e três a mais de 10 km. Apenas um dos alunos se deslocava a pé para a Escola, a maior parte de automóvel (11) ou de autocarro (7).

A informação referente ao nº de horas de estudo/dia mostram que apenas dois alunos estudavam menos de 1 h e três entre 3-4 h, embora a maioria tenha respondido que estudava 1-2 h.

Em relação às qualidades que os alunos preferem encontrar nos seus professores destaca-se a capacidade de “saber ensinar” (18) e de “ser simpático” (11). Também é valorizado por grande parte dos alunos o “ser compreensivo” (9) e o “ser justo” (8).

Apenas cinco e quatro alunos assinalaram os parâmetros de exigência e disciplina, respetivamente.

Quanto ao tempo livre os alunos referem estar com os amigos (16), televisão/vídeo/cinema (14) e informática/internet (10). A leitura de livros é outra atividade de ocupação dos tempos livres dos alunos do 10º A (10), havendo uma preferência pelo romance e humor.

Todos os alunos escolheram o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, por gostarem e estar mais de acordo com o prosseguimento de estudos, e esperam obter bons resultados.

No final do percurso académico, ao nível do secundário, 17 alunos espera entrar na Universidade, um gostaria de tentar arranjar trabalho e outro de atingir os seus objetivos.

A turma do 10º B era constituída por 18 alunos, 13 do género feminino e 5 do masculino. As idades, no início do ano, variavam entre os 14 e os 16 anos. Quase todos vivem com ambos os pais (14), sendo que dois alunos vivem apenas com um dos pais e um aluno vive noutra situação. O grau de instrução dos pais é sobretudo ao nível do 3º ciclo (7 – pai; 8 – mãe) e ensino secundário (6 – pai; 7 – mãe). De notar a existência de um pai com o 2º ciclo e dois com o 1º ciclo e de uma mãe com o curso profissional. Por fim, dois pais e duas mães têm uma formação ao nível do ensino superior. O encarregado de educação era geralmente a mãe (13), sendo que para os restantes era o pai (4).

A maioria dos alunos vivia a mais de 10 km de distância da escola (10), enquanto os restantes entre 2 a 10 km. Apenas 5 utilizavam o automóvel particular como meio de transporte para chegar à escola, estando os restantes dependentes do autocarro.

Em relação ao estudo, dez dos alunos refere que estuda entre 1-2 h por dia, cinco entre 3-4 h e dois alunos menos de 1 h.

Os alunos desta turma identificam como principais qualidades nos professores a capacidade de “saber ensinar” (17) e de “ser justo” (11). Outras qualidades incluem a simpatia (8), a exigência (6), compreensão (6) e a capacidade de ensinar a aprender (6). Apenas três alunos referem a disciplina como fator importante. De referir que um aluno também selecionou a opção “dar boas notas” como uma das qualidades mais importantes dos professores.

No que diz respeito aos tempos livres as opções com maior número de seleções são a leitura de livros (12), preferencialmente romances e de humor, visionamento de televisão/vídeo/cinema (14) e ouvir música (12). Em quarto lugar surge a convivência com amigos (7).

Todos os alunos da turma B pretendem prosseguir os estudos ao nível universitário, com a expectativa de obter a licenciatura ou o mestrado. Tal como a turma A todos os alunos escolheram o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias por estar mais de acordo com os seus gostos e o prosseguimento de estudos.

3.3. Seleção dos temas

Os temas selecionados, de acordo com o programa curricular de Biologia e Geologia, foram: Métodos de estudo para o interior da geosfera; Vulcanologia (conceitos básicos; vulcões e tectónica de placas; e minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção), do Tema III - Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera; Transporte nas plantas (transporte no xilema e transporte no floema), da Unidade 2 – Distribuição de matéria e respetivos subcapítulos.

3.4. Planificação das práticas letivas

Procedeu-se à elaboração da planificação das aulas a médio (Anexos - Tabelas 3 e 4) e curto prazo (Anexos - Figuras 30 e 31), para cada uma das áreas disciplinares (Geologia e Biologia).

A planificação a médio prazo estrutura os conteúdos, identificando os objetivos e definindo as atividades, estratégias e conceitos e número de aulas/conteúdo (Anexos - Tabelas 3 e 4).

Nas planificações a curto prazo, ou seja, a planificação de cada aula, é apresentada a duração e data da aula, o sumário, conteúdos, objetivos, conceitos, materiais, estratégias/atividades e o desenvolvimento da aula. Neste último ponto é apresentado o mapa da aula, sendo especificado por escrito o modo de aplicação de cada estratégia (Anexos - Figuras 30 e 31).

Na planificação de cada aula, com as correspondentes estratégias e instrumentos, é indispensável definir de forma clara os objetivos, tendo em consideração “para quem” (análise da turma/alunos), “porquê” (estrutura da aula, auxiliando o professor na

resolução antecipada de possíveis problemas e/ou dificuldades e no registo do que foi ensinado) e o “quê” (temas selecionados).

A regência dos temas de Geologia decorreu durante o 1º período, tendo sido planificadas nove aulas. Em relação à Biologia os temas foram lecionados no 2º período, correspondendo à planificação de seis aulas. Durante as duas fases de leção, houve aulas que não foram da responsabilidade do professor estagiário, designadamente a realização de fichas sumativas e as respetivas aulas de dúvidas e correção.

3.5. Avaliação diagnóstica

Inicialmente foi construído o teste para a avaliação diagnóstica para identificar os pontos fortes e os pontos fracos do aluno. Esta avaliação serviu como alicerce para a organização do trabalho do professor, com impacto na vida escolar do aluno e na própria planificação das aulas. Permitiu ainda reavaliar as estratégias não só em função dos conteúdos, mas também das dificuldades dos alunos.

O material utilizado para a avaliação diagnóstica consistiu em dois testes de avaliação, um para Geologia (Figura 1) e outro para Biologia (Figura 2). Estes testes foram aplicados apenas à turma onde os conteúdos foram lecionados. Desta forma no 10ºA foi realizada uma avaliação diagnóstica ao conteúdo de Geologia (Figura 1), aplicando o teste, antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da leção, enquanto no 10ºB foi diagnosticado o conteúdo de Biologia (Figura 2), utilizando o mesmo procedimento.

Todos os alunos, presentes nas primeiras e últimas aulas, de Geologia e Biologia, do professor estagiário, efetuaram os correspondentes testes diagnósticos.

Tanto para Geologia como para Biologia, os testes foram construídos de modo a abranger de forma generalista os conteúdos lecionados pelo professor estagiário. Contudo, apenas o teste de Geologia explora conteúdos lecionados em anos anteriores, especificamente do 7º ano. Devido ao facto do capítulo Transporte nas plantas não ter sido lecionado em anos anteriores, elaborou-se um teste diagnóstico que, além de conter conceitos que são lecionados pela primeira vez no 10º ano, tivesse conceitos relacionados, diretamente ou indiretamente, com o tema e lecionados em anos anteriores como, por exemplo, o estoma, a transpiração foliar ou os órgãos das plantas.

Nome: _____ Nº: ____ Data: __/__/__

TESTE DIAGNÓSTICO – COMPREENDER A ESTRUTURA E A DINÂMICA DA GEOSFERA

Métodos para o estudo do interior da Terra

Leia com atenção o texto que se segue:

«É mais fácil ir à Lua do que chegar com uma sonda ao centro da Terra. As perfurações são lentas, caras e complicadas. Apesar disso, sabe-se cada vez mais o que existe e o que acontece debaixo dos nossos pés. Embora compacta, a Terra não é um bloco homogêneo: é possível compará-la a uma imensa cebola, onde diversas camadas se sobrepõem.»

Adaptado de Maria Inês Zanchetta, Abril 1988,
Revista Super Interessante

1.1- Refira por que razão é difícil chegar ao centro da Terra.

Resposta: Condições extremas de temperatura e pressão, no interior da Terra - tecnologias atuais não conseguem superar essas condições.

1.2- Indique os dois tipos de métodos utilizados para estudar a estrutura interna da Terra.

Resposta: Métodos diretos e métodos indiretos.

Figura 1 – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

2- Classifique as afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F) (assinalando com a respetiva letra no início de cada afirmação). Justifique (nas linhas em branco).

A- Os vulcanólogos, ao estudarem as erupções, obtêm dados sobre a composição química e a temperatura do interior da Terra. ____

B - Devido às elevadas pressões e temperaturas, não é possível perfurar até ao centro da Terra. ____

C - Os métodos indiretos incluem a Sismologia, a Astronomia e a Vulcanologia. ____

D - Os métodos diretos são suficientes para conhecer a totalidade do interior da Terra. ____

E - As ondas sísmicas propagam-se apenas à superfície terrestre, pelo que o seu estudo constitui um excelente método direto para conhecer o interior da Terra. ____

F - Os materiais expelidos pelos vulcões fornecem informações sobre a composição e a temperatura das zonas do interior da Terra de onde provêm. ____

G - Através do estudo do comportamento das ondas sísmicas no interior da Terra, obtém-se informações sobre a densidade, estado físico e espessura das diferentes zonas que constituem a Terra. ____

H -O estudo dos restantes astros do Sistema Solar não fornece dados sobre a origem, a composição e a estrutura da Terra. ____

Resposta: A-V; B-V; C-F; D-F; E-F; F-V; G-V; H-F.

C- Os métodos diretos incluem a Sismologia e a Astronomia, mas a Vulcanologia é um método direto.

D - Os métodos diretos são insuficientes para conhecer a totalidade do interior da Terra, pois apenas permitem o acesso a uma ínfima parte do interior da Terra.

E - As ondas sísmicas propagam-se à superfície e no interior da Terra, pelo que o seu estudo constitui um excelente método indireto para o conhecimento da Terra, uma vez que o seu comportamento varia quando estas mudam de uma zona com certas características para outra.

H- O estudo dos restantes astros do Sistema Solar fornece dados sobre a origem, a composição e a estrutura da Terra, pois admite-se uma origem comum, pelos mesmos processos, durante um período de tempo semelhante.

Figura 1 (continuação) – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

3- Estabeleça a correspondência correta (nas linhas em branco) entre os números da chave e as letras de cada uma das afirmações que se seguem.

Chave: I- Métodos diretos; II- Métodos indiretos.

Afirmações:

A- Da Lua trouxeram-se rochas mais antigas que qualquer rocha encontrada na Terra.

B- As sondagens geológicas efetuadas nos fundos oceânicos permitiram concluir que estes são constituídos essencialmente por basaltos.

C- Durante a construção de um túnel para o metropolitano de Lisboa foram encontradas diversas escoadas de basaltos.

D- Sismógrafos localizados em Portugal conseguem detetar ondas sísmicas originadas por sismos na Ásia.

E- Alguns meteoritos caídos na Terra foram datados em 4500 milhões de anos.

F- Os cometas são os corpos mais antigos do Sistema Solar. Pensa-se que têm uma composição semelhante à que existia na Terra primitiva.

G- É possível estudar falhas e dobras a partir da observação direta de afloramentos.

H- Análise da composição e temperatura da lava.

Resposta: A-II; B-I; C-I; D-II; E-II; F-II; G-I; H-I

4- Estabeleça a correspondência entre as letras dos termos da Coluna I e os números das respetivas afirmações da Coluna II (nas linhas em branco). Nota: para cada letra da Coluna I existe apenas um número correspondente na Coluna II.

Coluna I	Coluna II
A – Vulcanismo Secundário	1 – Atividade vulcânica não eruptiva e menos espetacular que esta.
B – Vulcanismo Primário	2 – Lava expelida através de fendas que podem atingir quilómetros de comprimento.
C – Vulcanismo Central	3 – Superfície lisa ou contorcida, resultante da solidificação de lavas.
D – Vulcanismo Fissural	4 – Lava expulsa através de chaminés cilíndricas.
E – Vulcanologia	5 – Emissão de gases, lava e piroclastos.
	6 – Ramo das ciências da Terra que estuda os fenómenos vulcânicos.

Resposta: A - 1; B - 5; C - 4; D - 2; E - 6. (Definição sem correspondência: 3 - lava encordoad)

Figura 1 (continuação) – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

5- Da lista que se segue assinale com um X (no respetivo quadrado) os materiais que podem ser expelidos durante uma erupção vulcânica.

- | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| Lava | <input type="checkbox"/> | Gelo | <input type="checkbox"/> | Lapili | <input type="checkbox"/> |
| Meteoritos | <input type="checkbox"/> | Poeiras e cinzas | <input type="checkbox"/> | Gases | <input type="checkbox"/> |
| Bombas e blocos | <input type="checkbox"/> | Pedra-pomes | <input type="checkbox"/> | | |

Resposta: Lava; Bombas e blocos; Poeiras e cinzas; Pedra-pomes; Lapili; Gases.

6- Selecione (assinalando com um X a opção correta) a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correta.

As manifestações de vulcanismo primário: vulcanismo central _____ – as erupções ocorrem através do aparelho vulcânico designado _____; e o vulcanismo fissural _____ – as erupções ocorrem através de _____ da superfície terrestre.

- ___ A- ... (figura D) ... fumarola ... (figura A) ... geiseres
- ___ B- ... (figura C) ... vulcão ... (figura B) ... fraturas
- ___ C- ... (figura B) ... fratura ... (figura C) ... vulcões
- ___ D- ... (figura A) ... geiser ... (figura D) ... fumarolas

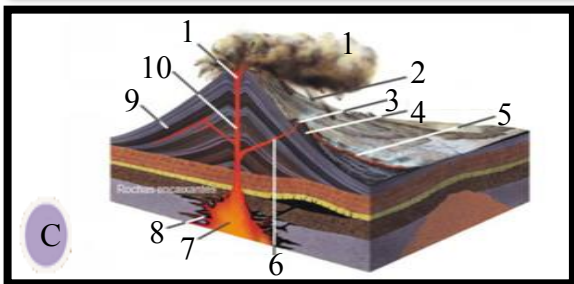
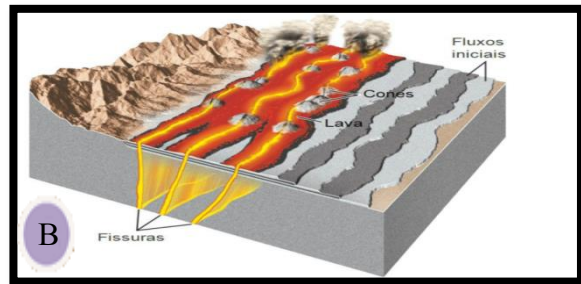


Figura 1 – A e D exemplos de atividade vulcânica; B e C – esquemas de tipos de aparelhos vulcânicos.

Fonte: A-geology.com/articles/geyser.shtml; B-Grotzinger *et al.*, 2007; C-www.netxplica.com; D-www.cvarg.azores.gov.pt/

Resposta: B)

Figura 1 (continuação) – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

7- Legende a Figura 1-C do exercício 6.

Resposta: 3 - Cratera secundária 6 - Chaminé lateral 9 - Cone vulcânico
1 - Gases e cinzas 4 - Cone secundário 7 - Magma 10 - Chaminé principal
2 - Piroclastos 5 - Lava 8 - Câmara magmática 11 - Cratera principal

8- Analise as afirmações e selecione (assinalando com um X) a opção correta.

- 1- A quantidade de ferro é o parâmetro mais importante na classificação das lavas.
- 2- A viscosidade, depende da temperatura da lava relativamente à sua temperatura de solidificação; da quantidade de sílica; e da retenção dos gases.
- 3- Quanto maior for o teor de sílica da lava, menor a temperatura necessária para a manter no estado líquido e maior é a sua fluidez.
- 4- A viscosidade da lava determina as características da erupção vulcânica: quanto maior a viscosidade mais fácil será a libertação de gases e mais serena a erupção.
- 5- A morfologia de um vulcão está relacionada com a natureza das suas erupções, que por sua vez depende das características das lavas expelidas.
- 6- Lavas com maior viscosidade, ou seja, menor fluidez, vão significar erupções mais violentas, denominadas efusivas.

- A - As afirmações 1 e 2 são verdadeiras e as afirmações 3, 4, 5 e 6 são Falsas.
- B - As afirmações 2 e 5 são verdadeiras e as afirmações 1, 3, 4 e 6 são Falsas.
- C - As afirmações 2, 4 e 6 são verdadeiras e as afirmações 1, 3 e 5 são Falsas.
- D - As afirmações 2, 5 e 6 são verdadeiras e as afirmações 1, 3 e 4 são Falsas.

Resposta: B.

9- Leia com atenção a descrição da erupção do vulcão Montanha Pelada.

Na ilha de Martinica, a 22 de Abril de 1902, vários tremores de terra abalaram a cidade de Saint Pierre. No dia 4 de Maio, explosões violentas projetaram, a 6 km de altura, uma nuvem de cinzas que cobriu o norte da ilha.

No dia 8 de Maio, deu-se uma terrível explosão, que originou uma nuvem de gases e cinzas incandescentes que desceu rapidamente a encosta e, em poucos minutos, destruiu a cidade, matando cerca de 30 000 pessoas. Posteriormente, da chaminé começou a elevar-se um gigantesco «rolhão» de rocha vulcânica que atingiu mais de 300 metros de altura.

Adaptado do Manual “Sistema Terra”, Texto Editores, 2006

Figura 1 (continuação) – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

9.1- Refira o processo natural que marcou o despertar da Montanha Pelada.

Resposta: Abalos sísmicos.

9.2- Enuncie os vários produtos emitidos durante a erupção acima descrita.

Resposta: Gases e cinzas.

9.3- Indique o nome atribuído à nuvem que desceu pelas encostas no dia 8 de Maio.

Resposta: Nuvem ardente.

9.4- Refira o nome científico atribuído à estrutura descrita no texto como “um gigantesco «rolhão» de rocha vulcânica”.

Resposta: Agulhas ou domos.

9.5- Selecione (assinalando com um X) a opção correta.

9.5.1- Quanto à viscosidade, a lava emitida durante esta erupção é:

A - Viscosa.

B - Fluida.

C - Intermédia.

D - Nenhuma das opções anteriores.

Resposta: A

9.5.2- A erupção descrita é classificada como:

A - Efusiva.

B - Mista.

C - Explosiva.

D - Nenhuma das opções anteriores.

Resposta: C

10- Apesar de todos os perigos, o ser humano continua a habitar na proximidade de vulcões. Refira o benefício para o ser humano, em cada uma das afirmações.

a) Em algumas regiões vulcânicas, é possível fazer duas colheitas por ano.

b) Nos Açores, parte da eletricidade é produzida numa central geotérmica.

c) Nas zonas vulcânicas pode haver exploração de minerais.

d) Existem vulcões que são visitados por milhares de pessoas.

Resposta: a) Fertilidade dos solos; b) Aproveitamento do calor interno da Terra; c) Exploração de depósitos minerais; d) Exploração turística.

Figura 1 (continuação) – Teste diagnóstico sobre métodos para o estudo do interior da geosfera e vulcanologia.

Nome: _____ Nº: ____ Data: __/__/__

TESTE DIAGNÓSTICO – DISTRIBUIÇÃO DA MATÉRIA

Transporte nas plantas

Na maioria das plantas, o transporte de substâncias entre os vários órgãos faz-se através dos tecidos vasculares. Estes conduzem até às células substâncias fundamentais, quer para a realização da fotossíntese, quer para o restante metabolismo celular. Das substâncias em circulação, a água desempenha um papel preponderante no processo de distribuição, em consequência dos movimentos que ocorrem por variação dos gradientes. Na realidade, 99% da água que circula é perdida por transpiração. Apenas 1% é utilizada pelas plantas na síntese de compostos orgânicos.

in Teste intermédio de Biologia e Geologia (Versão 1)

28de maio de 2009

1. Selecione a opção correta (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”).
- (A) Todas as plantas possuem tecidos especializados na condução de substâncias.
 - (B) As plantas mais simples (briófitas) apenas distribuem a matéria através de trocas celulares, enquanto as mais complexas (vasculares) possuem tecidos especializados.
 - (C) Todas as plantas apenas distribuem a matéria através de trocas celulares – difusão simples e transporte ativo.
 - (D) As plantas mais simples (vasculares) apenas distribuem a matéria através de trocas celulares, enquanto as mais complexas (briófitas) possuem tecidos especializados.

Resposta: B

Figura 2 – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

2. Selecione a única alternativa que contém os termos que preenchem (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”), sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correta.

Os tecidos especializados no transporte de substâncias são designados por _____, e transportam, respetivamente, seiva _____ .

- (A) xilema e floema (...) elaborada e bruta
- (B) parênquima e mesófilo (...) elaborada e bruta
- (C) xilema e floema (...) bruta e elaborada
- (D) floema e xilema (...) fina e grossa

Resposta: C

3. Observe atentamente a seguinte figura.

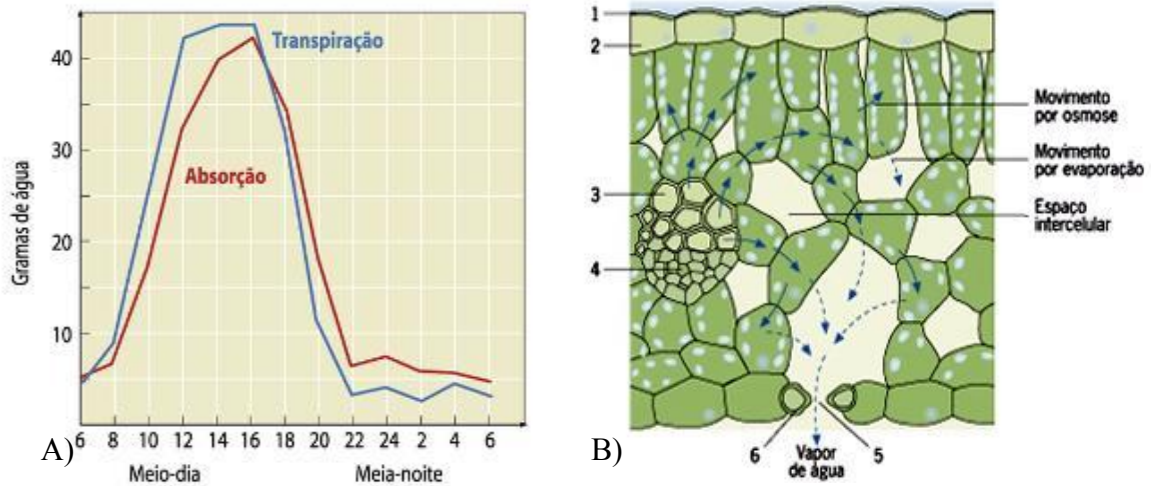


Figura 1 – A) Absorção e transpiração de uma árvore, durante um período de 24 h; B) Esquema de um corte transversal de uma folha observada ao microscópio ótico (<http://www.escolavirtual.pt/>).

3.1. Tendo em conta o papel dos estomas na transpiração, indique o motor que desencadeia o processo de transpiração.

Resposta: Sol (energia solar).

3.2. Indique, a partir do gráfico da figura 1A, como se encontram as células estomáticas (túrgidas ou plasmolisadas) às 16 h.

Resposta: Túrgidas.

Figura 2 (continuação) – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

3.3. Indique o período do dia, a partir do gráfico da figura 1A, em que a transpiração é inferior à absorção. Justifique.

Resposta: Noite - células guarda do estoma plasmolisadas - estoma fecha – diminuição da taxa de transpiração.

3.4. Estabeleça a correspondência entre os números da figura 1B e as letras dos seguintes conceitos (escrevendo a letra e o correspondente número na “Resposta”).

A - célula guarda

D - floema

B - cutícula

E - ostíolo

C - epiderme

F - xilema

Resposta: A-6; B-1; C-2; D-4; E-5; F-3

4. Selecione a única alternativa (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”) que permite obter uma afirmação correta.

Para que ocorra a absorção de água numa planta, as células da zona cortical da raiz...

(A) mantêm a pressão osmótica mais baixa do que a da solução do solo.

(B) promovem a entrada de água na planta por difusão facilitada.

(C) promovem o transporte de água do meio hipertônico para o meio hipotônico.

(D) mantêm o gradiente de solutos gerado por transporte ativo.

Resposta: D

5. Selecione a única alternativa (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”) que permite obter uma afirmação correta.

É de esperar que, nas plantas colocadas numa atmosfera saturada de vapor de água, ocorra...

(A) a diminuição da turgescência das células da folha.

(B) o aumento da absorção de água ao nível da raiz.

(C) a diminuição da perda de água por transpiração.

(D) o aumento da velocidade de ascensão de água no xilema.

Resposta: C

Figura 2 (continuação) – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

6. Selecione a única alternativa (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”) que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correta.

A principal molécula transportada pelo xilema é a _____ que possibilita a realização da _____.

- (A) H_2O ...fotossíntese
- (B) O_2 ...respiração
- (C) O_2 ...fotossíntese
- (D) H_2O ...respiração

Resposta: A

7. Observe, atentamente, a figura 2, que ilustra o transporte de substâncias numa planta vascular. Estabeleça a correspondência entre as letras da figura e os números dos seguintes processos (escrevendo o número e a correspondente letra na “Resposta”).

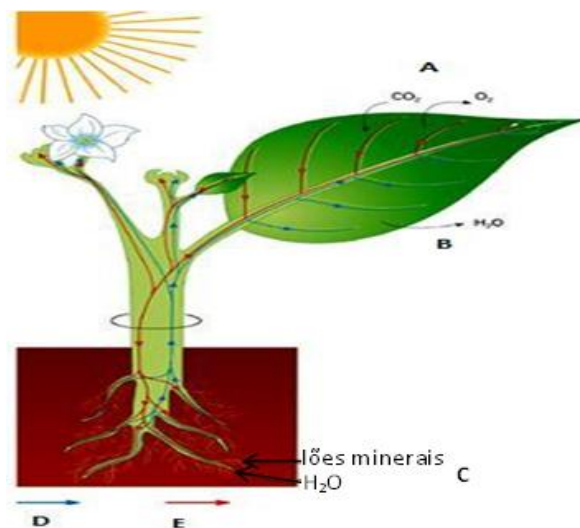


Figura 2 – Transporte de substâncias numa planta vascular(<http://www.escolavirtual.pt/>).

- I – Seiva bruta
- II – Seiva elaborada
- III – Transpiração
- IV – Absorção
- V – Fotossíntese

Resposta: A-V; B-III; C-IV; D-I; E-II.

Figura 2 (continuação) – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

8. Leia, atentamente, as afirmações referentes à figura 3.

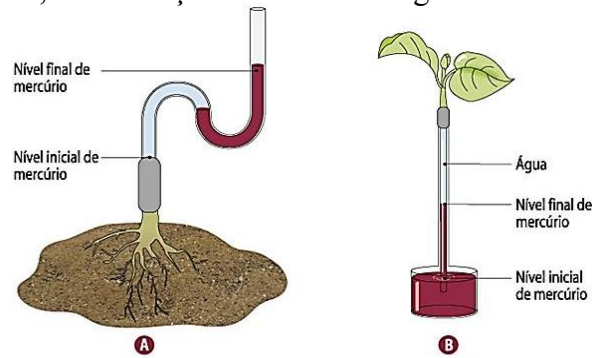


Figura 3 – Experiências efetuadas com duas plantas da mesma espécie (<http://www.escolavirtual.pt/>).

- I – Só se verifica a subida do nível de mercúrio no tubo na planta B.
- II – O resultado B é explicado pela teoria do fluxo em massa.
- III – O resultado A é explicado pela teoria da pressão radicular.
- IV – Em B, o principal fator que desencadeou o movimento de seiva foi a transpiração.
- V – À planta A foi removido o sistema radicular.

Selecione a única alternativa (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”) que permite avaliar corretamente as seguintes afirmações.

- (A) As afirmações I, II e III são verdadeiras e as afirmações IV e V são falsas.
- (B) As afirmações II, III e IV são verdadeiras e as afirmações I e V são falsas.
- (C) As afirmações III e IV são verdadeiras e as afirmações I, II e V são falsas.
- (D) As afirmações III e V são verdadeiras e as afirmações I, II e IV são falsas.

Resposta: C

9. Selecione a opção correta (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”).

A observação de exsudação (figura 4) em algumas plantas apoia a...

- (A) teoria do fluxo de massa.
- (B) teoria da adesão-coesão-tensão.
- (C) teoria da pressão radicular.
- (D) teoria de fluxo de massa e teoria da pressão radicular.

Resposta: C



Figura 4 – Exsudação após a poda de uma videira (http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-nova-fr-sul_8619.html).

Figura 2 (continuação) – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

10. Selecione a opção correta (escrevendo a letra correspondente na “Resposta”).
O fator que menos influência tem na subida da água no caule das plantas de grande porte é a...

- (A) transpiração.
- (B) adesão das moléculas de água às paredes celulares.
- (C) pressão radicular.
- (D) coesão entre as moléculas de água.

Resposta: C

11. São várias as teorias formuladas para explicar a translocação nas plantas.
Estabeleça a correspondência correta entre as teorias (letras) e as afirmações (números) (escrevendo a letra e o correspondente número na “Resposta”).

Teorias

- A-Teoria da pressão radicular
- B-Teoria do fluxo de massa
- C-Teoria da adesão-coesão-tensão
- D-Todas as teorias
- E-Nenhuma teoria

Afirmações

- 1- Os afídios libertam seiva pela extremidade posterior do tubo digestivo.
- 2- Teoria que é apoiada pelos fenómenos de gutação e exsudação.
- 3- Translocação de solutos é feita ao longo da planta.
- 4- A transpiração é a força responsável pela deslocação do floema.
- 5- Existem forças que mantêm unidas as moléculas de água.

Resposta: A-2; B-1; C-5; D-3; E-4

Figura 2 (continuação) – Teste diagnóstico sobre o transporte nas plantas.

3.6. Lecionação dos Temas

Subjacente a uma aprendizagem onde o aluno desempenha um papel preponderante na edificação do seu próprio conhecimento, cabe ao professor estabelecer o caminho a percorrer, de modo a interligar novos conceitos com aqueles que os alunos já possuem.

Assim, as estratégias aplicadas e recursos associados tentam englobar atividades de natureza diversa, pretendendo-se manter uma situação de equilíbrio entre a aprendizagem e a motivação dos alunos.

Os recursos para a lecionação dos conteúdos de Geologia e Biologia foram elaborados recorrendo a vários materiais selecionados de manuais didáticos e da Internet, como imagens, gráficos, vídeos e animações que, acompanhadas e/ou complementadas por esquemas, geralmente, sintetizavam a informação, após a interpretação ou discussão oral com os alunos. Deste modo, houve a preocupação de desenvolver a capacidade dos alunos em analisarem esses recursos visuais, respondendo oralmente a questões colocadas pelo professor estagiário, mas sempre retomando por escrito os conceitos principais. Além desta interação, a associação do PowerPoint ao quadro interativo permitiu a realização de exercícios com os alunos, no quadro, que legendaram imagens, interpretaram gráficos, associaram conceitos e completaram esquemas. Esta ferramenta foi ainda utilizada, para outros exercícios semelhantes, utilizando imagens e textos com o programa ActivInspire.

Também foram construídas, com base em manuais escolares, fichas de trabalho com textos introdutórios e questões abertas e duas fichas de atividades laboratoriais que possuíam igualmente um texto introdutório, para enquadrar a atividade nos conteúdos, o procedimento e questões sobre a atividade.

As atividades laboratoriais, uma para Geologia e outra para Biologia, foram complementadas por um relatório em V de Gowin, permitindo avaliar a aprendizagem destas atividades.

Foi ainda utilizado material pertencente ao espólio da Escola Secundária D. Duarte, nomeadamente amostras de piroclastos (cinzas, lapili e bombas), durante o lecionamento do capítulo de Vulcanologia, e de ímanes, juntamente com limalhas de ferro, ao explorar o geomagnetismo, do tema Métodos de estudo para o interior da geosfera. Com as amostras de piroclastos foi pedido aos alunos que identificassem e registassem, em grupos de dois, as características principais.

A aplicação dos referidos recursos, durante as aulas do professor estagiário, teve como ponto de partida a realização da ficha diagnóstica (pré-teste). De igual modo, esses dois períodos de lecionação foram concluídos com a repetição da mesma ficha diagnóstica (pós-teste). Esta metodologia permite realizar uma análise comparativa do conhecimento dos alunos, pré e pós lecionação dos temas.

3.7. Avaliação sumativa

Em colaboração com o professor orientador cooperante, foram construídas fichas de avaliação sumativa com grupos de questões focadas especificamente no conteúdo curricular lecionado pelo professor estagiário. As questões incluíram as de escolha múltipla, associação/correspondência e ordenação, classificadas como itens de seleção, e ainda de resposta curta e de resposta extensa, classificadas como itens de construção. Desta forma, atendeu-se às indicações do ministério da educação, utilizando como modelo os exames nacionais. Procurou-se, dentro da mesma linha, associar às questões textos e imagens, incluindo a interpretação destes recursos no processo de avaliação.

Na avaliação sumativa, as questões foram separadas em conceptuais (60%), os itens de seleção, e procedimentais (40%), itens de construção. As duas provas para a avaliação sumativas estavam incluídas na avaliação interna periódica, tendo as datas sido determinadas no início do ano letivo. A correção das questões e respetivas cotações foram elaboradas em conjunto com o professor orientador cooperante, estabelecendo os critérios gerais e específicos de classificação.

A avaliação geral, dos alunos, foi dividida em parâmetros conceptuais (60%), procedimentais (30%) e atitudinais (10%).

3.8. IX Congresso dos Jovens Geocientistas

Foi proposto aos alunos das duas turmas, a realização de resumos e pósteres e para participar no IX Congresso dos Jovens Geocientistas. Foram sugeridos temas de Vulcanologia e Sismologia, lecionados pelos professores estagiários, para relacionar com a Matemática. Apesar da sugestão destes temas, os alunos foram incentivados a criar o seu próprio tema, mesmo que não estivesse relacionado com os dois capítulos. A única limitação imposta foi a associação da Geologia com a Matemática. Esta interdisciplinaridade tem por base o ano internacional da Matemática para o Planeta Terra (MPT2013), proposto por Christiane Rousseau da Universidade de Montreal.

Os alunos em grupos, que variavam entre 2 e 4 elementos, desenvolveram trabalhos com a orientação dos dois professores estagiários, tendo em consideração os temas lecionados. Neste relatório são referidos os 5 grupos que elaboraram trabalhos sobre a Vulcanologia e a Matemática. O único grupo que optou por criar o seu próprio tema, não estando relacionado com nenhum dos dois sugeridos, foi orientado pelos dois professores estagiários. A orientação decorreu fora do contexto da sala de aula, de modo presencial, através de reuniões entre o professor e os diferentes grupos, e à distância, por intermédio da comunicação professor-alunos via email. Antes de obter o produto final, os resumos e pósteres foram corrigidos e revistos quer a nível de conteúdo quer a nível da apresentação gráfica.

Este trabalho foi avaliado utilizando grelhas, com os respetivos critérios e descritores (Anexos - Tabelas 5, 6, 7 e 8). Após o Congresso foi implementado um questionário, intitulado “Vamos perguntar aos alunos: Questionário sobre a participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas” (Anexos - Figura 32), para compreender o impacto do congresso nos alunos, a nível académico e cívico.

3.9. Questionários

Além do questionário anteriormente referenciado, foram ainda construídos os questionários: “Questionário sobre o uso de animações”; “Questionário sobre o uso de fichas de trabalho” e “Questionário sobre atividades práticas laboratoriais” (Anexos – Figuras 33, 34 e 35). A aplicação dos questionários foi efetuada após a conclusão das aulas assistidas dos professores estagiários, tendo o objetivo de compreender a importância das estratégias e recursos no processo de aprendizagem dos alunos.

Todos os questionários foram elaborados em conjunto com a professora estagiária Carla Marques. O questionário “Vamos perguntar aos alunos: Questionário sobre a participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas” teve ainda a contribuição dos professores estagiários Maria Palma e Nuno Milheiro, colocados na Escola Secundária José Falcão.

3.10. Outras atividades

Além da leção de aulas supervisionadas e da participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas, foram realizadas as atividades seguintes: 1) o Clube da Ciência, designado Ciência à Quarta (Ciência⁴), criado e desenvolvido em colaboração com a professora estagiária Carla Marques, o professor cooperante Paulo Magalhães e a

professora de Física/Química Rosa Lourenço; 2) uma exposição temporária dos resumos e pôsteres apresentados pelos alunos no IX Congresso dos Jovens Geocientistas; 3) uma exposição permanente de algumas das atividades práticas laboratoriais desenvolvidas ao longo do ano letivo. Para esta exposição, foram selecionadas uma atividade de Vulcanologia (Formação de uma caldeira vulcânica) e duas atividades desenvolvidas no Clube da Ciência (Sistema respiratório e Geiser). Outra atividade, não menos importante, foi a participação nas reuniões do conselho de turma das turmas A e B.

3.11. Geologia

Teste diagnóstico (pré e pós-teste)

O teste diagnóstico sobre “Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera” foi elaborado com base em questões de manuais escolares do 7º ano e exames nacionais (Figura 1). Foram adaptadas questões de construção (oito de resposta curta e uma de resposta média) e de seleção (cinco de escolha múltipla, três de associação/correspondência e uma de verdadeiro ou falso). Algumas questões foram complementadas com textos ou imagens, sendo, inclusive, pedido aos alunos que legendassem uma imagem (questão de resposta curta).

Recursos – PowerPoint – Métodos de estudo para o interior da geosfera

Na elaboração dos diapositivos foi dada importância ao uso das imagens, como ponto de partida para estabelecer diálogo com os alunos, explorando os conteúdos, ou servindo de exemplo, para a visualização de conceitos (Figura 3A e B). Também foram apresentados mapas (Figura 3B), gráficos (Figura 3D) e tabelas. Geralmente a quantidade de texto foi reduzida, mas alguns diapositivos tinham exclusivamente texto, apresentado sobre a forma de esquemas (Figura 3C). Estes diapositivos complementam ou sintetizam a informação discutida oralmente com os alunos nos diapositivos que apresentam imagens.

Foi utilizado um vídeo da entrada de um meteoro na atmosfera da Terra, de curta duração (40 s) (Figura 3F), referente ao estudo de meteoritos como relíquias da formação do Sistema Solar. Foram apresentadas quatro animações, duas relativas à Gravimetria (Figura 3E) e as restantes à Sismologia.

Também foram utilizados diapositivos para realizar exercícios através do quadro interativo, com a chamada de um aluno/a ao quadro (Figuras 3C e 3D).

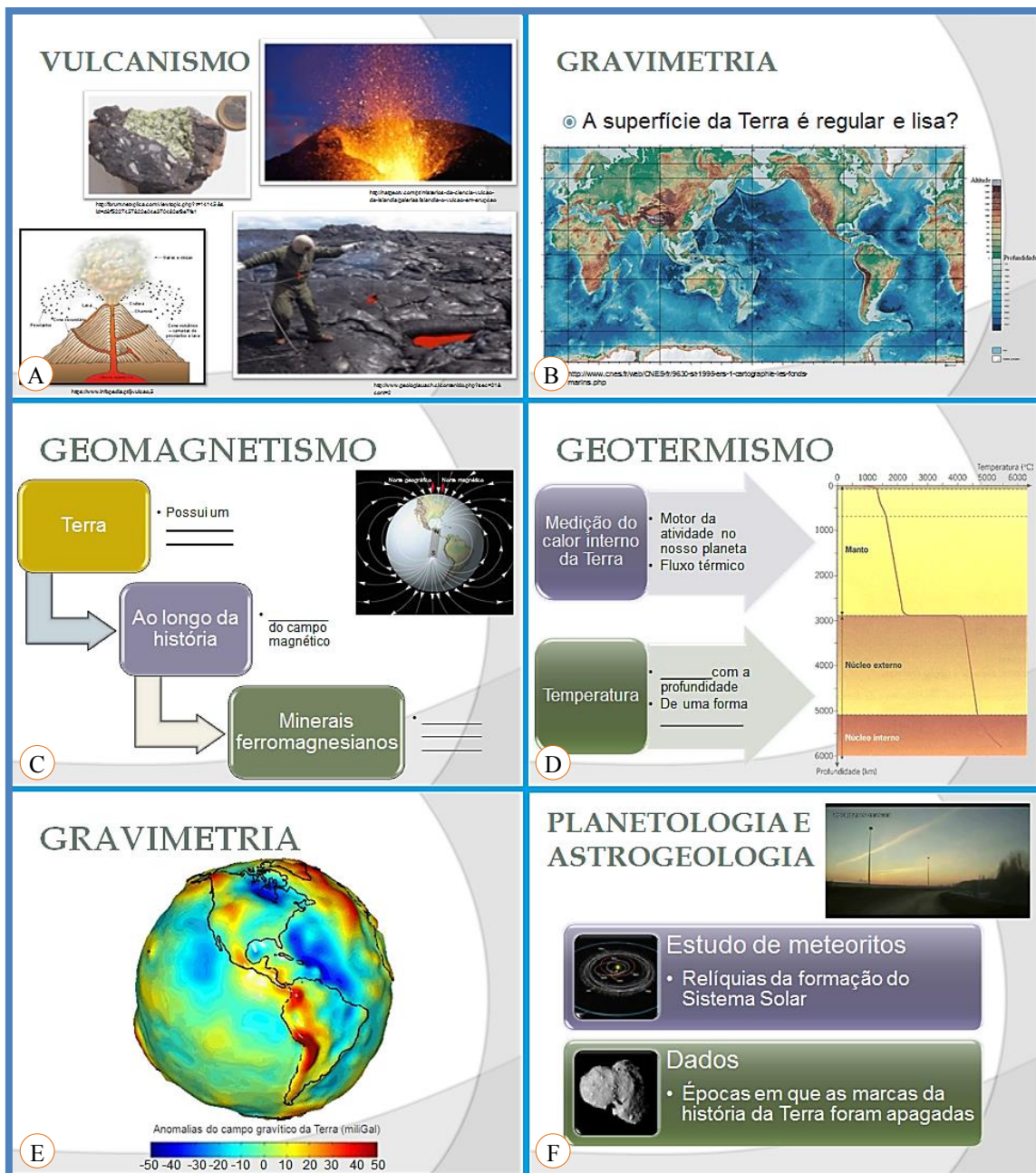


Figura 3 - Exemplos de diapositivos de Geologia, do tema Métodos de estudo para o interior da geosfera, construídos em PowerPoint.

A – imagens; B – mapa; C – esquemas/exercícios; D – gráfico/exercício; E – animações; F – vídeos.

Recursos – PowerPoint – Vulcanologia

A principal diferença em relação aos diapositivos anteriores foi o maior uso de vídeos, aproveitando a espetacularidade dos processos vulcânicos para motivar os alunos (Figuras 4A e 4B). No total foram utilizados 23 vídeos de duração inferior a 1 min. Destaca-se ainda a utilização de quatro animações, simulação de erupções (Figura

4E), da formação de caldeiras, do funcionamento de geiseres e de limites tectônicos (Figura 4E), e do programa Google Earth para a visualização da distribuição dos vulcões (Figuras 4C e 4D).

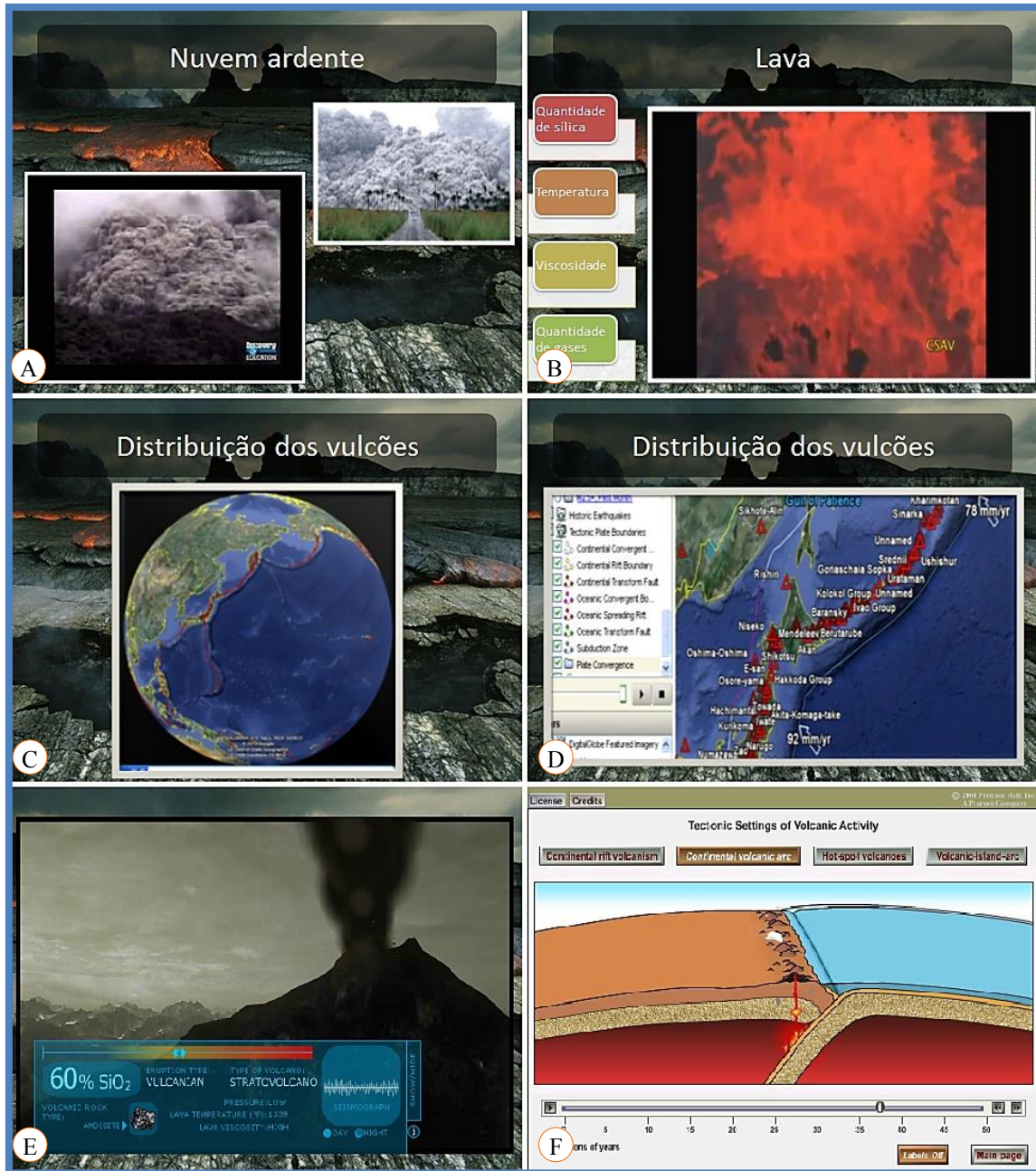


Figura 4 - Exemplos de diapositivos de Geologia, do tema Métodos de estudo para o interior da geosfera, construídos em PowerPoint.

A e B – vídeos; C e D – Google Earth; E e F – animações.

Recursos – Quadro interativo através do *software* ActivInspire

No início de cada aula de Geologia foi, geralmente, realizada a síntese da aula anterior, construindo um esquema ou um mapa de conceitos no quadro interativo. A sua aplicação deu destaque às contribuições dos alunos, através do diálogo, e à utilização do *software* ActivInspire.

Fichas de trabalho

As fichas de trabalho foram utilizadas para a exploração, revisão ou aplicação de conhecimentos, possibilitando aos alunos trabalharem de forma autónoma (Ponte & Serrazina, 2004).

De modo geral, todas as fichas de trabalho obedeceram ao mesmo esquema: texto introdutório, usualmente complementado com imagens ou gráficos, e questões (itens de construção de resposta curta, média ou extensa).

Consideradas como atividades práticas do tipo papel e lápis (Leite, 2001), foram aplicadas no formato de papel, dando a possibilidade aos alunos de responderem diretamente na ficha ou no quadro interativo com os alunos a registarem as suas respostas no caderno.

Foi dada a possibilidade aos alunos de resolverem estas fichas individualmente ou em grupos de dois. A correção decorreu a seguir ao período de tempo permitido aos alunos para a resolução das questões contudo, em certas ocasiões, a correção prolongou-se para o início da aula seguinte. Todas as correções foram efetuadas através da solicitação da resposta de um aluno, apresentada oralmente e por escrito no quadro interativo.

Foram elaboradas nove fichas de trabalho para os temas de Geologia, tendo sido aplicadas oito dessas fichas, não tendo sido aplicada a ficha “Formação de uma caldeira vulcânica”, uma vez que se optou por efetuar a atividade prática laboratorial sobre o mesmo tópico.

Mais especificamente foram utilizadas 4 Fichas de Trabalho para os Métodos de estudo para o interior da geosfera: Sondagens Geológicas; Gravimetria; Geotermismo (Figura 5); e Geomagnetismo. Para Vulcanologia foram aplicadas 4 fichas: Magmas; Vulcanismo Efusivo e Explosivo (Figura 6); Distribuição dos Vulcões; e Atividade Vulcânica dos Açores.

As fichas foram utilizadas como síntese e consolidação do conteúdo lecionado.

GEOTERMISMO

A Terra tem energia no seu interior, sendo os sismos uma demonstração dessa sua enorme capacidade energética. Parte dessa energia liberta-se sob a forma de calor, por vezes de um modo exuberante, como no caso dos vulcões.

O estudo da formação e desenvolvimento desta energia é do âmbito da Geotermia.

Dado que o interior da Terra está mais quente do que a sua superfície, gera-se uma transferência de calor do interior para o exterior, que se designa fluxo geotérmico. O mapa indica a variação do fluxo geotérmico da Terra, a uma profundidade de 90 km.

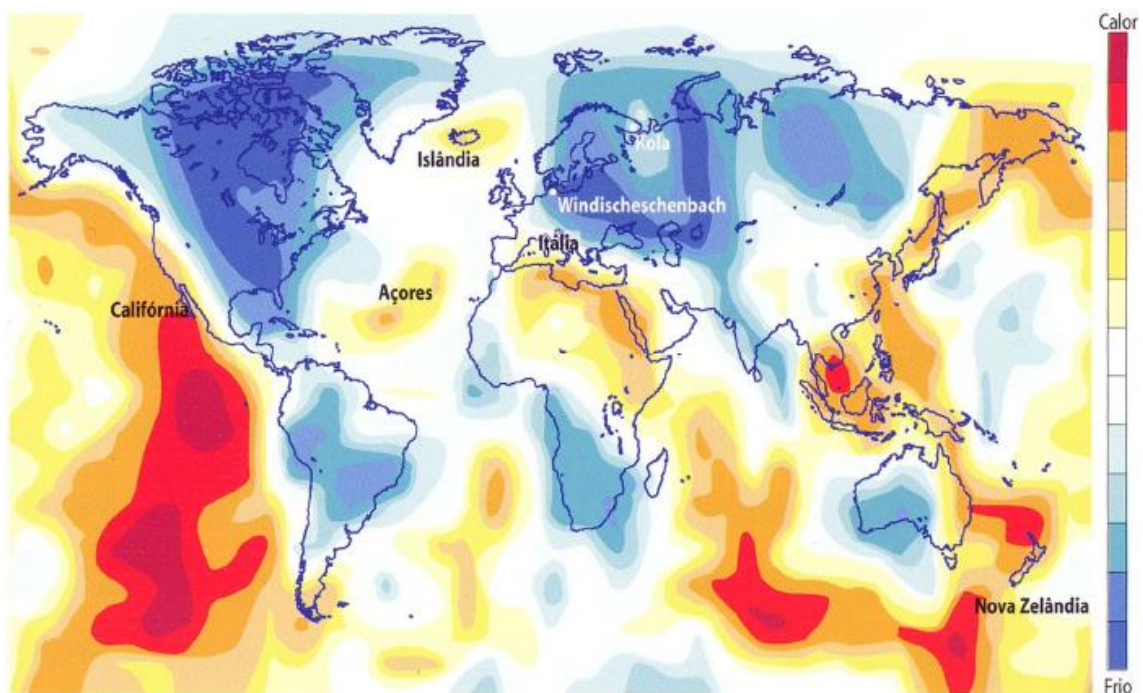


Figura 1 – Mapa do planeta Terra com a representação do Fluxo Térmico. (Fonte: Areal Editores, “Geologia 10”, 2012)

Figura 5 – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Geologia, Métodos para o estudo do interior da geosfera.

1- Refira as explicações mais aceites para a origem da energia térmica interna da Terra.

Resposta: O calor provém, essencialmente, de duas fontes. A principal fonte é a desintegração de elementos radioativos, que fazem parte de constituintes terrestres e que foram integrados durante a sua formação. Parte do calor pode ser ainda calor remanescente das fases iniciais da formação e diferenciação do Globo terrestre.

2- Com base na análise do mapa caracterize a distribuição do calor na Terra.

Resposta: A distribuição do calor geotérmico, no interior da Terra, não é uniforme.

3- Identifique no mapa as zonas de reduzido grau geotérmico.

Resposta: As zonas de reduzido grau geotérmico correspondem às zonas tectonicamente ativas (zonas quentes), como é o caso das zonas de fronteiras entre placas tectónicas, como por exemplo os Açores, Islândia, Califórnia, ou o Japão (anel de fogo).

4- Identifique, no mapa, as zonas de elevado grau geotérmico.

Resposta: As zonas de elevado grau geotérmico, correspondem às zonas tectonicamente estáveis (zonas frias), como é o caso do interior de Placas, por exemplo Kola na Rússia e Windischeschenbach na Alemanha.

5- Justifique, do ponto de vista geotérmico, a escolha de Kola e de Windischeschenbach para a realização de furos de sondagem ultraprofundos.

Resposta: Por serem zonas frias permitem, à partida, alcançar profundidades superiores às que seriam obtidas em zonas quentes.

6- Discuta o êxito científico desses projetos, se os furos tivessem sido realizados na Islândia.

Resposta; O êxito seria muito menor, dado que a Islândia é uma zona quente, cujo grau geotérmico ronda os 10 metros, ou seja, rapidamente se atingiria uma temperatura capaz de fundir as brocas de perfuração, pelo que a profundidade alcançada ficaria muito aquém da de Kola ou de Windischeschenbach.

Figura 5 (continuação) – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Geologia, Métodos para o estudo do interior da geosfera.

VULCANISMO EFUSIVO E EXPLOSIVO

As erupções vulcânicas podem assumir aspetos diferentes e, no decurso da mesma erupção, podem mesmo alternar diferentes fases. Algumas erupções são preminentemente Explosivas, com predomínio de produtos sólidos ejetados (piroclastos). Noutras erupções dominam sobretudo as escoadas de lava – erupções Efusivas. Na maioria das situações verifica-se uma alternância de fases (Explosivas e Efusivas), sendo estas erupções denominadas Mistas.

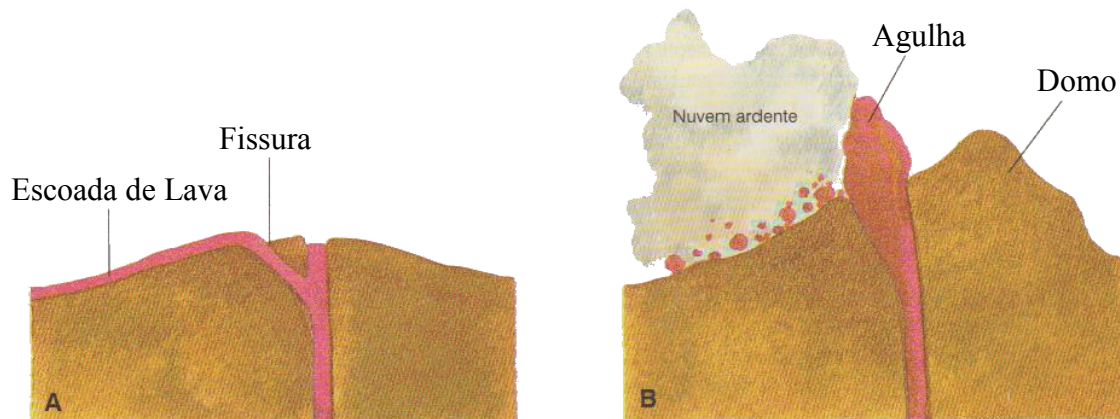


Figura 1 – Esquemas representativos de dois tipos de erupções vulcânicas. (fonte: Oliveira *et al.*, 1996 – *Do Big-Bang à Célula*)

1- Compare os dois esquemas e indique qual deles apresenta lavas fluidas.

Resposta: Enquanto o esquema A apresenta um vulcão com um cone vulcânico de encostas muito pouco inclinadas e uma erupção com um rio de lava a escorrer por cada um dos flancos, o esquema B apresenta um cone vulcânico com encostas mais inclinadas e a cratera entupida com uma agulha vulcânica, com uma pouca emissão de lava e, ao contrário do esquema A, com grande emissão de gases e piroclastos que formam uma nuvem ardente.

Figura 6 – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Geologia, Vulcanologia.

Resposta (continuação): O esquema apresenta ainda um domo/agulha (estrutura que se forma pela acumulação de lava em torno da cratera) o que significa que este esquema representa um vulcão com um historial de erupções de lavas com elevada viscosidade que solidificam dentro ou muito próximo do vulcão. Assim, o esquema que apresenta lavas fluidas é o A.

2- Explique a formação da estrutura em forma de agulha no esquema B.

Resposta: Formou-se uma agulha vulcânica no vulcão do esquema B uma vez que o magma do esquema B tem uma elevada viscosidade, e por isso um alto teor de sílica, não formando uma grande quantidade de lavas, solidificando no interior e na saída do vulcão formando assim a estrutura em forma de agulha.

3- Defina nuvens ardentes.

Resposta: As nuvens ardentes são misturas de gases e cinzas – piroclastos de pequenas dimensões – a temperaturas superiores a 300 °C que se deslocam a uma velocidade, aproximadamente, de 500 km/h.

4- Estabeleça uma relação entre a fluidez das lavas e o tipo de erupção.

Resposta: No esquema A temos a representação de uma erupção efusiva em que há emissões de lava fluidas tranquilas. No esquema B temos um vulcanismo explosivo pois as lavas são muito viscosas, ou seja, muito pouco fluidas, solidificando no interior da chaminé, formando inclusivamente uma agulha. Por estes motivos a pressão é maior ocorrendo explosões muito violentas e formando-se uma nuvem ardente.

Figura 6 (continuação) – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Geologia, Vulcanologia.

Ficha de atividade prática laboratorial

A atividade laboratorial Formação de uma caldeira vulcânica (Figura 7) foi elaborada para o tema Vulcanologia e simula o processo de formação de uma caldeira vulcânica. A sua aplicação procura, contribuir para a compreensão dos alunos sobre este processo. Foi construída após a pesquisa, centrada sobretudo em *sites* especializados em

atividades laboratoriais para o ensino da Geologia ao nível do Secundário, e análise de atividades similares.

Estruturalmente, a ficha apresentava um texto que contextualizava a atividade com o conteúdo teórico que estava a ser lecionado, sendo ilustrado com a fotografia de uma caldeira vulcânica existente em Portugal (Lagoa do Fogo, ilha de São Miguel nos Açores). Também era apresentado o objetivo, os materiais, o procedimento e as questões pós atividade. A resposta às três questões possibilitava aos alunos uma melhor compreensão da atividade, auxiliando na elaboração do relatório de V de Gowin, posteriormente requerido.

A aplicação da atividade consistiu numa fase preparatória, em que o conteúdo teórico era lecionado, utilizando uma animação que demonstrava a formação de uma caldeira vulcânica. Durante essa fase era também realizada a leitura e interpretação do texto apresentado na ficha da atividade, bem como do procedimento, de modo a explicar cada passo a executar.

A essa fase seguiu-se a execução da atividade e, posteriormente a fase de interpretação com a resolução das questões, em conjunto com toda a turma. Aos alunos foi ainda exigido a realização do relatório em V de Gowin, que permitiu avaliar a aprendizagem dos conceitos, tendo em consideração a grelha de avaliação com os respetivos critérios (Anexos – Tabela 9)

FORMAÇÃO DE UMA CALDEIRA VULCÂNICA

A paisagem das regiões vulcânicas é muito peculiar. Tal deve-se, em grande medida, ao facto de estar dependente do tipo de materiais emitidos pelos vulcões, da evolução do aparelho vulcânico e do tempo de atuação dos agentes erosivos.

Duas das formas mais comuns das regiões vulcânicas são as crateras e as caldeiras. Enquanto as primeiras são depressões afuniladas situadas no topo dos vulcões, ou seja, no topo das chaminés vulcânicas, as caldeiras vulcânicas são depressões com um formato circular de grandes dimensões, tendo que possuir por definição, no mínimo 1 km de diâmetro, mas que geralmente atingem alguns quilómetros de diâmetro.

A sua formação pode ocorrer com o esvaziamento total ou parcial da câmara magmática do vulcão, após a erupção. Este esvaziamento, torna o aparelho vulcânico instável por falta de apoio de sustentação do cone, podendo conduzir ao seu abatimento e formando, assim, a caldeira. A este processo pode ainda estar associado a existência de fraturas radiais ao longo do cone vulcânico, contribuindo para a sua instabilidade.

Após períodos de pluviosidade, e caso ocorra a retenção dessas águas nas caldeiras, formam-se lagoas, como é o caso das lagoas das Sete Cidades (fig.1), na ilha de São Miguel, arquipélago dos Açores.



Figura 1 – Lagoa do Fogo, ilha de São Miguel. (Fonte: geoportal.lneg.pt/)

Figura 7 – Ficha da atividade laboratorial Formação de uma caldeira vulcânica, elaborada para o tema de Geologia, Vulcanologia.

Objetivo

Simular o processo de formação de uma caldeira vulcânica.

Material

Areia; Caixa de cartão (1); Tubo de vidro.
Balão (1); Fita-cola;

Procedimento:

- 1 – Introduzir o tubo de vidro na boca do balão, encaixando-a em torno de uma rolha (que envolve o tubo), de modo a que o ar saia apenas através do tubo.
- 2 – Encher o balão de ar, não sendo necessário que fique muito cheio.
- 3 – Tapar a abertura do tubo de vidro com o dedo, de modo a que o ar não se escape.
- 4 – Segurar o balão na caixa de cartão, enquanto se enche a caixa de cartão com areia, moldando-a em torno do balão de modo a simular o cone vulcânico.
- 5 – Libertar o ar todo do balão.
- 6 – Observar e registar os resultados.

Questões

1- Indique o que se pretende simular com:

- | | |
|--|---|
| a) O ar contido no balão; Resposta: magma | d) A expulsão do ar contido no balão; Resposta: erupção vulcânica; |
| b) A areia; Resposta: cone vulcânico | |
| c) O balão; Resposta: câmara magmática; | e) O tubo de vidro. Resposta: chaminé |

2- Refira o que sucedeu quando se libertou/expulsou o ar do balão.

Resposta: Formou-se uma depressão na areia.

3- Explique, com base nas observações registadas nesta atividade, como se processa a formação de uma caldeira vulcânica.

Resposta: Quando o magma é expelido, a câmara magmática esvazia-se, parcial ou totalmente, e deixa de conseguir suportar o peso do cone vulcânico que, então, abate, formando-se a caldeira.

Figura 7 (continuação) – Ficha da atividade laboratorial Formação de uma caldeira vulcânica, elaborada para o tema de Geologia, Vulcanologia.

Prova de avaliação sumativa

A prova sumativa foi aplicada no 2º período, sendo considerado apenas as questões relacionadas com os dois temas de Geologia lecionados pelo professor estagiário (Figura 8). No total foram adaptadas quinze questões, seis relacionadas com os Métodos de estudo para o interior da geosfera (cinco de seleção, escolha múltipla, e uma de construção, resposta média) e nove com Vulcanologia (seis de seleção, sendo uma de ordenação e cinco de escolha múltipla, e três de construção, sendo uma de resposta curta e duas de resposta média).

As questões foram adaptadas com base em exames nacionais e manuais escolares. Também foi utilizada uma notícia do Diário de Notícias, intitulada “Indonésios obrigados a deixar aldeias devido a vulcão”, para a adaptação de um texto introdutório, tendo sido construídas questões em seu torno, seguindo o exemplo do procedimento verificado em diversos exames nacionais.

Prova de avaliação sumativa

O interior da geosfera é, na sua quase totalidade, inacessível. Assim, e na tentativa de compreender a sua estrutura e geodinâmica, têm vindo a ser construídos modelos do seu interior.

Para a definição destes modelos, os geofísicos e os geólogos têm estudado as rochas colhidas em sondagens ultraprofundas e os materiais libertados durante as erupções vulcânicas; têm, também, analisado os dados da gravimetria, da geotermia e do magnetismo, observado os meteoritos e os planetas e examinado o comportamento das ondas sísmicas.

Dias *et al.*, 2007

1. Leia com atenção a seguinte notícia.

O estado de alerta para o Monte Kelud, um dos vulcões mais perigosos na ilha de Java, foi acionado na quinta-feira, poucas horas antes de começar a erupção.

O porta-voz da agência nacional de desastres afirmou que cerca de 200.000 pessoas de 36 aldeias, numa área de 10 quilómetros, na zona oriental de Java, estavam a ser obrigadas a sair das localidades.

"A chuva de cinzas, areia e rochas atinge uma área de 15 quilómetros" da cratera do vulcão, adiantou o porta-voz, sublinhando que "faíscas de luzes podem ser vistas de forma contínua no pico".

Monte Kelud, que já provocou mais de 15.000 mortos desde 1500, é um dos cerca de 130 vulcões ativos na Indonésia.

Adaptado de Diário de Notícias Lusa,
texto publicado por Isaltina Padrão 14 fevereiro de 2014

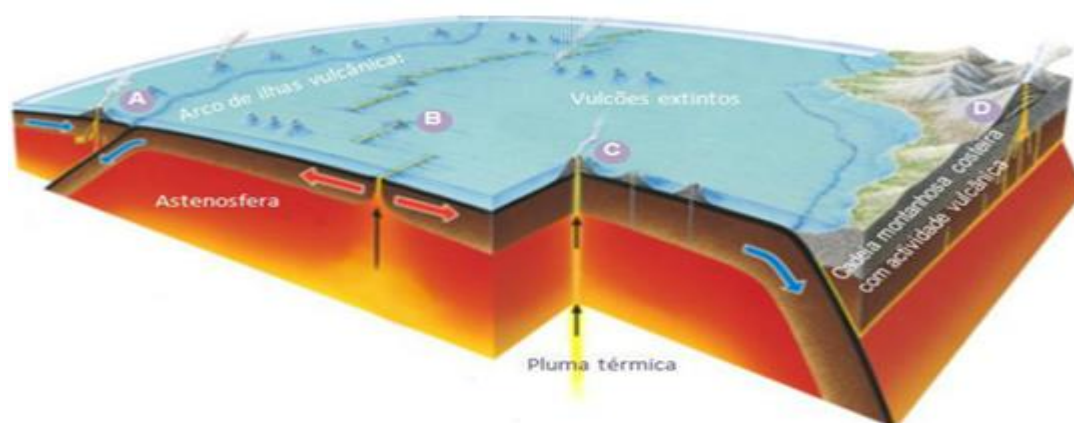


Figura 1 – Diferentes tipos de vulcanismo em função da localização tectónica.

Figura 8 – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes aos temas de Geologia, Método para o Estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia, com os respetivos critérios de correção.

O vulcão Monte Kelud, um estratovulcão caracterizado por possuir domos vulcânicos e uma cratera preenchida com água, faz parte do arquipélago da Indonésia, que por sua vez é formado por um arco de ilhas vulcânicas.

1.1- Explique o modo como foi determinada o perímetro de evacuação, com 10 Km de raio, das populações que vivem nas proximidades do Monte Kelud.

Resposta deve conter os tópicos	Cotação (8)
Análise dos históricos das erupções anteriores do vulcão em causa	Dois tópicos presentes-8; Um tópico presente-4
Análise de erupções de vulcões semelhantes	

Na resposta a cada um dos itens de **1.2 a 1.6**, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

1.2.1- De acordo com a informação do texto, o tipo de vulcanismo e o enquadramento tectónico do vulcão Monte Kelud são, respectivamente, o...

- (A) Vulcanismo intraplaca – limite de convergência placa oceânica-oceânica
- (B) Vulcanismo intraplaca – associado a um ponto quente
- (C) Vulcanismo interplaca – limite de convergência placa oceânica-oceânica
- (D) Vulcanismo interplaca – limite de convergência placa oceânica-continental

Resposta: C (Cotação: 7)

1.2.2- O grau geotérmico...

- (A) aumenta com a aproximação à zona B da figura 1.
- (B) diminui quando diminui o gradiente geotérmico de uma região.
- (C) aumenta quando aumenta o fluxo térmico que se verifica na zona A da figura 1.
- (D) diminui com a aproximação a regiões de maior libertação de energia.

Resposta: D (Cotação: 7)

1.2.3- As rochas mais próximas da estrutura tectónica assinalada pela letra B (fig.1)...

- (A) apresentam polaridade normal.
- (B) não possuem minerais ferromagnéticos.
- (C) apresentam anomalias magnéticas negativas.
- (D) possuem idades mais antigas, comparativamente às rochas mais afastadas desta estrutura.

Resposta: A (Cotação: 6)

1.2.4- O facto de um magma basáltico apresentar menor teor em sílica do que um magma riolítico tem como consequência...

- (A) uma maior dificuldade na libertação dos gases.
- (B) iniciar a solidificação a temperaturas mais elevadas.
- (C) apresentar uma consistência mais viscosa.
- (D) a formação de rochas de cor mais clara.

Resposta: B (Cotação: 6)

Figura 8 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes aos temas de Geologia, Método para o Estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia, com os respetivos critérios de correção.

1.2.5- A formação de domos ou cúpulas está geralmente associada a lavas...

- (A) viscosas e ácidas.
- (B) viscosas e pouco silicatadas.
- (C) fluidas e ricas em gases.
- (D) fluidas e de composição basáltica.

Resposta: A (Cotação: 6)

Na resposta a cada um dos itens de **1.7** a **1.9**, selecione a única opção que permite preencher os espaços, de modo a obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

1.3.1- O magma é classificado em função da sua temperatura e da sua _____, correspondendo a uma mistura silicatada, em fusão, _____ gases dissolvidos.

- (A) composição química (...) sem.
- (B) composição química (...) com.
- (C) localização (...) sem.
- (D) localização (...) com.

Resposta: B(Cotação: 7)

1.3.2- A atividade vulcânica do Monte Kelud pode ser descrita como vulcanismo _____, resultante de magma de origem _____.

- (A) explosivo (...) pouco profunda.
- (B) efusivo (...) pouco profunda.
- (C) explosivo (...) muito profunda.
- (D) efusivo (...) muito profunda.

Resposta: A(Cotação: 7)

1.3.3- A determinação das dimensões da câmara magmática através de um método _____ foi possível, porque, ao atingirem a camara magmática, as ondas P _____ de velocidade, e as ondas S deixam de se propagar.

- (A) direto ... diminuem
- (B) indireto ... aumentam
- (C) indireto ... diminuem
- (D) direto ... aumentam

Resposta: C (Cotação: 7)

1.4- Estabeleça a sequência correta das afirmações relativas à formação de uma caldeira vulcânica.

A – A erupção de lava e piroclastos continua, conduzindo ao parcial esvaziamento da câmara magmática.

B – Formação de um lago na caldeira. À medida que o magma residual na câmara magmática arrefece, ocorrem manifestações de vulcanismo secundário, como emissões gasosas – fumarolas – e nascentes termais. Forma-se um cone vulcânico na caldeira.

Figura 8 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes aos temas de Geologia, Método para o Estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia, com os respetivos critérios de correção.

C – O magma preenche a câmara magmática desencadeando uma erupção vulcânica de lava e colunas de cinza incandescente (piroclastos e gases).

D – Quando o topo do cone vulcânico colapsa para a vazia câmara magmática, forma-se uma caldeira. Enormes fluxos de piroclastos fluem, cobrindo a caldeira e uma área circundante de centenas de quilómetros quadrados.

Resposta: C) – A) – D) – B) (Cotação: 7)

1.5- A notícia sobre a erupção do Monte Kerud faz referência à evacuação da população antes do início da erupção.

1.5.1- Relacione a ocorrência de sismos de origem vulcânica com a possibilidade de previsão de erupções.

Resposta deve conter os tópicos	Cotação (10)
Relação entre a movimentação do magma (a pressão) e a ocorrência de sismos vulcânicos;	Dois tópicos presentes-10;
Relação entre o aumento da frequência/magnitude dos sismos e a possibilidade de ocorrência de uma nova erupção.	Um tópico presente-5

1.5.2- Refira outras formas de prever a ocorrência de erupções e a sua utilização.

Resposta deve conter os tópicos	Cotação (8)
Monitorização dos vulcões ativos através de...	Três tópicos presentes-8;
...gravímetros - medir variações de densidade no interior do vulcão	Dois tópicos presentes-5;
...clinómetros - medir variações na inclinação dos cones vulcânicos	Um tópico presente-2
...recolha de gases - registar aumentos na emissão de gases.	

4- Os dados da sismologia levaram à construção de modelos da estrutura da Terra em camadas concêntricas e, ainda hoje, são alvo de estudo e de aperfeiçoamento, pelo que são, efetivamente, modelos em construção. A figura 4 representa os modelos atualmente aceites para estrutura da Terra.

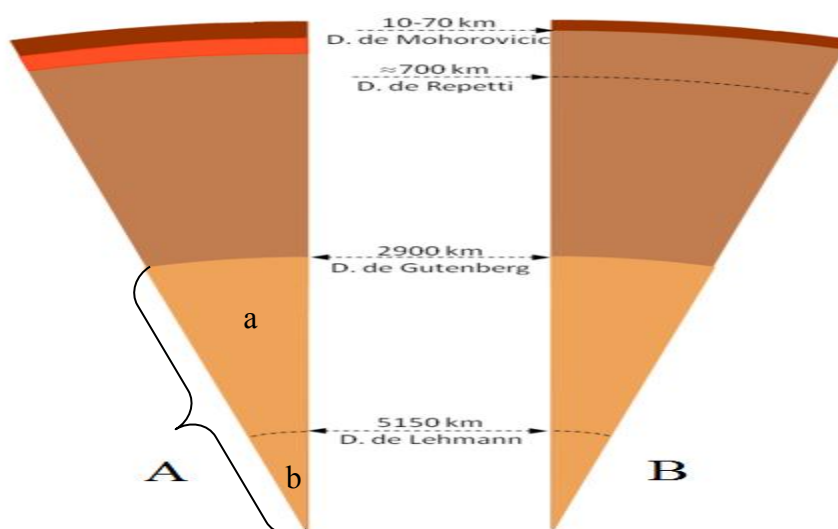


Figura 4 – Modelos da estrutura interna da Terra.

Figura 8 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes aos temas de Geologia, Método para o Estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia, com os respetivos critérios de correção.

Na resposta a cada um dos itens de 4.1 e 4.2, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

4.1- O modelo A, representado na figura 4, para a estrutura da Terra é baseado...

- (A) nas propriedades mecânicas dos materiais.
- (B) na composição química dos materiais.
- (C) no estado físico dos materiais.
- (D) na temperatura dos materiais.

Resposta: C (Cotação: 7)

4.2- A análise de alterações na velocidade de propagação das ondas profundas constitui um método de estudo...

- (A) indireto do interior da Terra, permitindo verificar que a rigidez dos materiais aumenta continuamente com a profundidade.
- (B) indireto do interior da Terra, permitindo estabelecer uma diferença de rigidez entre a litosfera e a astenosfera.
- (C) direto do interior da Terra, permitindo determinar diferenças na composição dos materiais que constituem a crosta e o manto.
- (D) direto do interior da Terra, permitindo determinar diferenças na composição dos materiais que constituem o núcleo externo e o núcleo interno.

Resposta: B (Cotação: 6)

4.4- Explique por que razão as camadas a e b do modelo A se encontram num estado físico diferente.

Resposta deve conter os tópicos	Cotação (10)
a – ponto de fusão dos materiais inferior à temperatura	Três tópicos presentes-10;
b – ponto de fusão dos materiais superior à temperatura	
Relacionar com o aumento da pressão (apesar do aumento da temperatura o núcleo interno está no estado sólido porque o aumento da pressão provoca um aumento do ponto de fusão dos materiais do núcleo externo, que são iguais aos do núcleo externo – ferro e níquel).	
	Dois tópicos presentes-8;
	Um tópico presente-4

Figura 8 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes aos temas de Geologia, Método para o Estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia, com os respetivos critérios de correção.

3.12. Biologia

Teste Diagnóstico (pré e pós-teste)

O teste diagnóstico sobre “Distribuição da matéria” (Figura 2) foi elaborado com base na análise de questões de testes intermédios de Biologia e Geologia, exames nacionais e da base de dados da Porto Editora.

Foram adaptadas 14 questões, três de construção (duas de resposta curta uma de resposta média) e onze de seleção (oito de escolha múltipla e três de associação/correspondência).

O texto introdutório foi retirado do Teste Intermédio de Biologia e Geologia (Versão 1) de 2009, enquanto as imagens e o gráfico, associados a questões específicas, foram adaptados de dois sites da Internet.

Recursos – PowerPoint

Na construção dos diapositivos foi dada muita importância à utilização de imagens (Figuras 9A e 9B). No global, cerca de 10% dos diapositivos tinham exclusivamente texto. Em todos os diapositivos verificou-se uma sequência lógica, tendo como ponto de partida a exploração dos diapositivos com imagens, possibilitando a interação alunos-professor e alunos-alunos. O texto foi sempre apresentado sob a forma de esquemas, facilitando a leitura, a compreensão e o seu registo nos cadernos (Figuras 9C e 9D). As imagens consistiram em fotografias de plantas ou partes (macroscópicas e microscópicas), cladogramas, gráficos e modelos de estruturas, processos, hipóteses ou experiências (Figura 9A). Foram utilizadas quatro animações: Absorção radicular; Hipótese do fluxo de massa (Figura 9E); Hipótese da Tensão-Coesão-Adesão (Figura 9F); e xilema e floema. A primeira foca o processo que explica a entrada de água, por osmose, nas raízes das plantas, a segunda e terceira permitem a visualização dos modelos explicativos para o transporte no xilema e no floema em que se demonstra que estes processos ocorrem de forma contínua e simultânea. A última animação foi utilizada como síntese do transportes nas plantas.

Seis diapositivos foram utilizados como exercícios que os alunos realizaram no quadro interativo (Figura 9D).



Figura 9 - Exemplos de diapositivos de Biologia construídos em PowerPoint.

A e B – imagens; C – esquemas; D – exercício; E e F – animações.

Recursos - Quadro interativo através do *software* ActivInspire

As aulas, geralmente, foram iniciadas com um resumo da aula anterior, sob a forma de um esquema ou de um mapa de conceitos. A sua aplicação baseou-se no diálogo com os alunos, sendo da responsabilidade do professor estagiário adaptar o esquema preparado às contribuições dos alunos, em simultâneo com a sua construção no quadro interativo. Para esse efeito foi utilizado o *software* ActivInspire disponível nos computadores das salas de aula. Através do mesmo software foram adaptados, com base

em material do site CienTIC, e aplicados dois exercícios de correspondência, em que os alunos associaram, no primeiro exercício, conceitos da estrutura do xilema e floema às respectivas imagens (Figura 10), enquanto no segundo (Figura 11), os alunos associaram conceitos relacionados com as hipóteses da Tensão-Coesão-Adesão (transporte no xilema) e do fluxo de massa (transporte no floema). Ambos os exercícios foram utilizados como síntese da aula anterior, tendo sido pedido aos alunos que resolvessem os exercícios no próprio quadro interativo. Um destes exercícios foi resolvido previamente pelos alunos utilizando papel e caneta, de modo a permitir a sua avaliação.



Figura 10 – Exercícios de Biologia construídos em PowerPoint, para o ActivInspire (software do Quadro interativo).

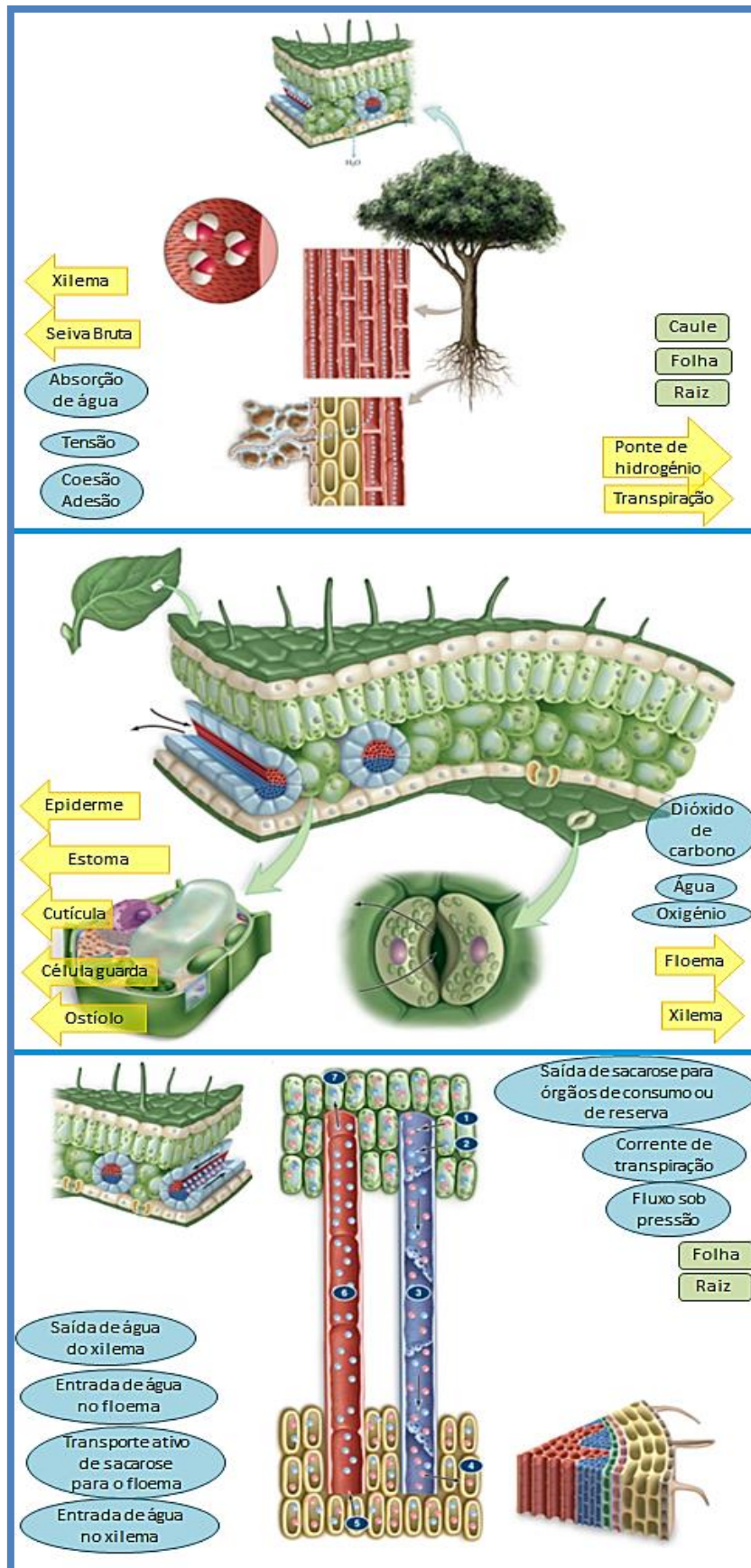


Figura 11 – Exercícios de Biologia construídos em PowerPoint, para o ActivInspire (software do Quadro interativo).

Fichas de trabalho

Tal como foi referido para Geologia, as fichas de trabalho construídas para Biologia possuem um texto introdutório; imagens ou gráficos complementares e questões (itens de construção de resposta curta, média ou extensa).

A aplicação das fichas de trabalho de Biologia, também obedeceu aos mesmos parâmetros definidos para as fichas de trabalho de Geologia.

Para o tema de Biologia foram preparadas cinco fichas de trabalho, nomeadamente: Transporte numa planta vascular; Pressão radicular (Figura 12); Absorção radicular e Transpiração foliar; Transporte no floema; e Hipótese do fluxo de massa. Contudo, não foram aplicadas as fichas Transporte numa planta vascular e Transporte no floema, devido à falta de tempo. No caso da ficha Transporte no floema, optou-se por discutir oralmente as questões, durante a apresentação dos diapositivos em PowerPoint, utilizando a imagem utilizada na ficha.

PRESSÃO RADICULAR

Uma das hipóteses para explicar o transporte da seiva bruta, através do xilema, é a da pressão radicular (Fig. 1).

Esta hipótese pode ser reconhecida pela gutação, ou seja, libertação de água sob a forma líquida através dos hidátodos, e pela exsudação do caule, saída de água através da superfície de corte do caule como, por exemplo, na poda das videiras). Esta saída da água é provocada pela acumulação de água nos tecidos radiculares que provoca uma pressão radicular que força a água a sair pelo caule.

Contudo, vários estudos têm demonstrado a pressão radicular não atinge valores suficientes para explicar o movimento da água no xilema, sobretudo a grandes alturas.

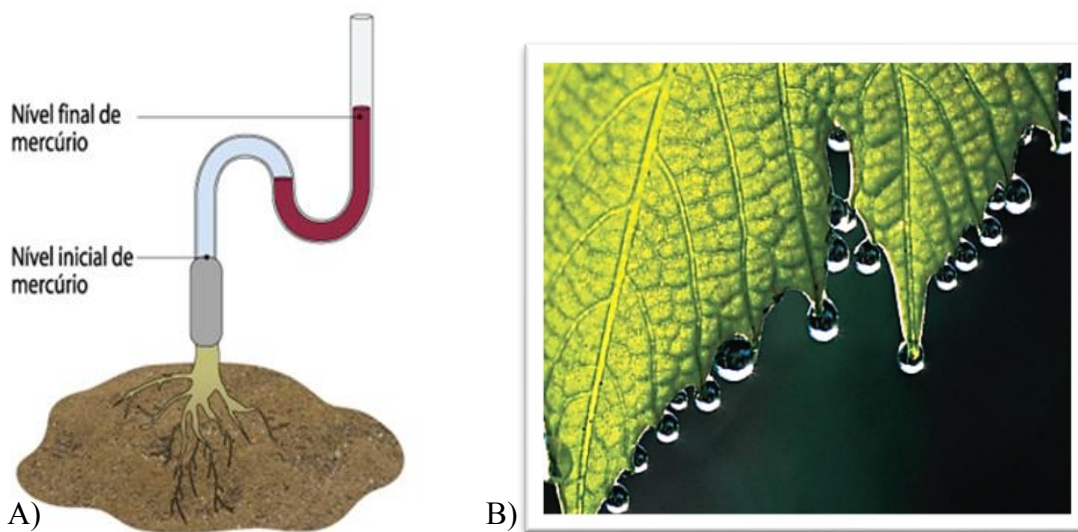


Figura 1 – A) Experiência para testar a hipótese da pressão radicular; B) Processo observado na folha de uma planta (A) <http://www.escolavirtual.pt/>; B) Brooker *et al.*, 2011).

1- Descreva os resultados obtidos na experiência esquematizada na figura 1A.

Resposta: A água subiu, uma vez que o nível final do mercúrio é superior ao inicial.

Figura 12 – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Biologia, Transporte nas plantas.

2- Identifique e justifique o fenómeno observado na figura 1 B).

Resposta: Gutação que se deve à existência de uma pressão radicular muito elevada e que faz com que a água ascenda até às folhas, onde é libertada sob a forma líquida.

3- No xilema, a ascensão da água pode ser explicada pela existência de uma pressão que se desenvolve na raiz. Comente a afirmação

Resposta: O transporte ativo de iões minerais para as células da raiz aumenta o potencial de soluto, ou seja, cria um meio hipertónico no interior das células da raiz, comparativamente ao solo. Como consequência ocorre o movimento de moléculas de água, por osmose, do solo para o interior da planta a acumulação da água nos tecidos da raiz provoca uma pressão – pressão radicular – que força a água a subir no xilema.

4- Indique os argumentos que suportam a existência de outros fatores, além da pressão radicular, responsáveis pela ascensão da seiva bruta.

Resposta: Os valores da pressão radicular medidos em diversas plantas é insuficiente para explicar a ascensão da água até ao topo dessas plantas. Outras plantas apresentam uma pressão radicular nula (por exemplo as coníferas). Além disso, a maioria das plantas não apresenta gutação nem exsudação.

Figura 12 (continuação) – Exemplo de uma ficha de trabalho elaborada para o tema de Biologia, Transporte nas plantas.

Ficha de atividade prática laboratorial

A atividade laboratorial construída foi intitulada Localização do xilema no caule (Figura 13), foi construída com base em atividades semelhantes, apresentadas em manuais e *sites* especializados em atividades laboratoriais para a Biologia do ensino Secundário.

A ficha da atividade apresentava um texto introdutório, complementado com imagens da estrutura dos elementos condutores, o objetivo, os materiais, o procedimento e uma questão, cuja resolução orientava a elaboração individual do relatório em V de Gowin, exigido a cada aluno. O relatório foi utilizado para avaliar os conhecimentos dos alunos, tendo em conta a grelha de avaliação com os respetivos

critérios (Anexos - Tabela 10). A execução desta atividade decorreu após o lecionamento do respetivo conteúdo teórico, servindo de fase preparatória à atividade prática laboratorial.

Localização do xilema no caule

O xilema, tecido traqueano ou lenho, tem a função de transportar a água e os sais minerais solúveis, absorvidos pela raiz, repondo os níveis de água. Além disso, devido às paredes espessadas dos seus tubos, funciona como um suporte mecânico das plantas. Com uma experiência bastante simples, recorrendo a água corada, é possível diferenciar o xilema no interior do caule do jarro (*Zantedeschia aethiopica*).

Este tecido é constituído por quatro tipos células: traqueídeos e elementos de vaso, células mortas que constituem os elementos condutores (Fig. 1), fibras lenhosas, células mortas com uma função de suporte e parênquima lenhoso que é constituído pelas únicas células vivas do xilema.

A seiva bruta ou xilémica (água e sais minerais) transportada pelo xilema, é distribuída pela planta. O fluxo da seiva bruta é bastante rápido, um dos transportes mais rápidos nas plantas.

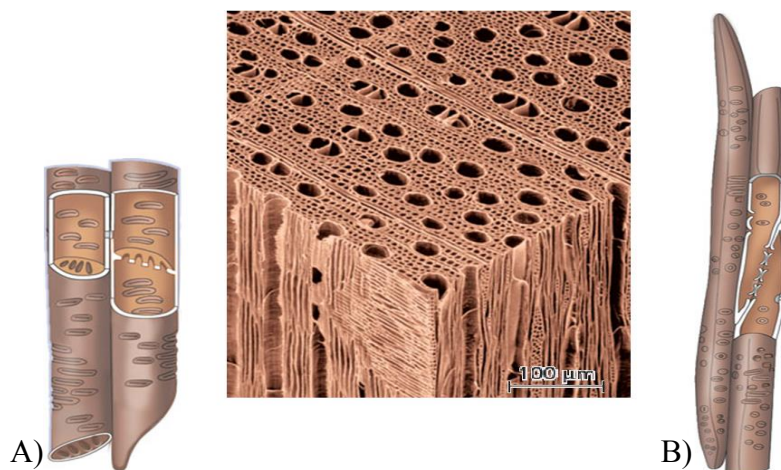


Figura 1 – Tecidos condutores do xilema – A) elementos de vaso; B) traqueídeos (Reece *et al.*, 2011).

Figura 13 – Ficha de atividade laboratorial “Localização do xilema no caule”, do tema de Biologia, Transporte nas plantas.

Objetivo

Identificar o xilema no caule.

Material

Água;	Jarros brancos (<i>Zantedeschia</i>	Papel A4;
Bisturi;	<i>aethiopica</i>) com caule longo.	Solução de eosina.
Borracha;	Lápis;	
Frascos Erlenmaeyer;	Microscópio estereoscópico (lupa);	

Procedimento:

1- Colocar um cravo branco num frasco Erlenmeyer com água e outro num frasco com solução corada de eosina. Transferir os frascos para um local bem arejado e iluminado e aguardar 1 h.

2- Retirar os jarros, dos respectivos frascos, e lavar a extremidade dos caules.

3- Efetuar alguns cortes transversais e longitudinais, nas extremidades inferiores de ambos os caules, utilizando o bisturi.

4- Transferir os cortes para lâminas de vidro, com solução de Ringer (isotônica para os tecidos vegetais) e cobrir com lamelas

5- Observar os cortes longitudinais ao microscópio estereoscópico (lupa), utilizando a objetiva de menor ampliação.

6- Elaborar esquemas dos diferentes cortes, devidamente legendados (epiderme; xilema, córtex central).

Questão

Ao fim de 1 h, será possível observar alguma coloração nas pétalas do cravo mergulhado na solução corada? Justifique a sua resposta.

Resposta: Será possível observar uma coloração diferente (vermelha-rosada) nas pétalas de cravo (originalmente brancas), pois a solução corada foi absorvida e, posteriormente, transportada até às pétalas, pelo xilema. O xilema é, portanto, uma estrutura contínua das raízes até às restantes partes das plantas.

Figura 13 (continuação) – Ficha de atividade laboratorial “Localização do xilema no caule”, do tema de Biologia, Transporte nas plantas.

Prova de avaliação sumativa

A prova de avaliação sumativa foi aplicada no 3º período, mais especificamente no mês de maio de 2014. As questões foram divididas em quatro grupos, estando as questões referentes ao tema Transporte nas plantas, concentradas no primeiro grupo (Figura 14).

A partir de um texto introdutório, complementado com uma figura, foram colocadas seis questões, uma de construção (resposta média) e cinco de seleção, das quais quatro são de seleção múltipla e uma de ordenação.

No quarto grupo, também iniciado com um texto, foram apresentadas sete questões, quatro relacionadas com o conteúdo lecionado pelo professor estagiário (três de escolha múltipla, classificadas como itens de seleção e uma de construção, resposta média) (Figura 14).

Prova de avaliação sumativa

1. A produção das culturas é afetada pela eficiência nutricional. O termo eficiência nutricional está relacionado com as eficiências de absorção que indica a capacidade da planta em extrair nutrientes do meio de cultivo (solução nutritiva). Salienta-se que os mecanismos desenvolvidos pelas plantas para alta eficiência de absorção diferem entre as espécies. Algumas produzem extenso sistema radicular, enquanto outras têm alta taxa de absorção por unidade de comprimento de raiz, ou seja, alto influxo de nutrientes.

O transporte ou translocação é o movimento ou transferência do ião do local de absorção para outro qualquer, dentro ou fora da raiz. Portanto, para que o ião absorvido pela raiz possa atingir a parte aérea, deve sofrer o transporte radial e o transporte a longa distância.

No transporte radial, o ião percorre o caminho desde as células da epiderme da raiz até aos vasos no cilindro central (Figura 1).

Da epiderme até a camada única das células da endoderme, o ião movimenta-se pelas paredes celulares e espaços intercelulares; pode também passar de uma célula para outra movimentando-se pelo citoplasma e prolongamentos entre duas células (plasmodesmos), ou seja, pelo continuum citoplasmático.

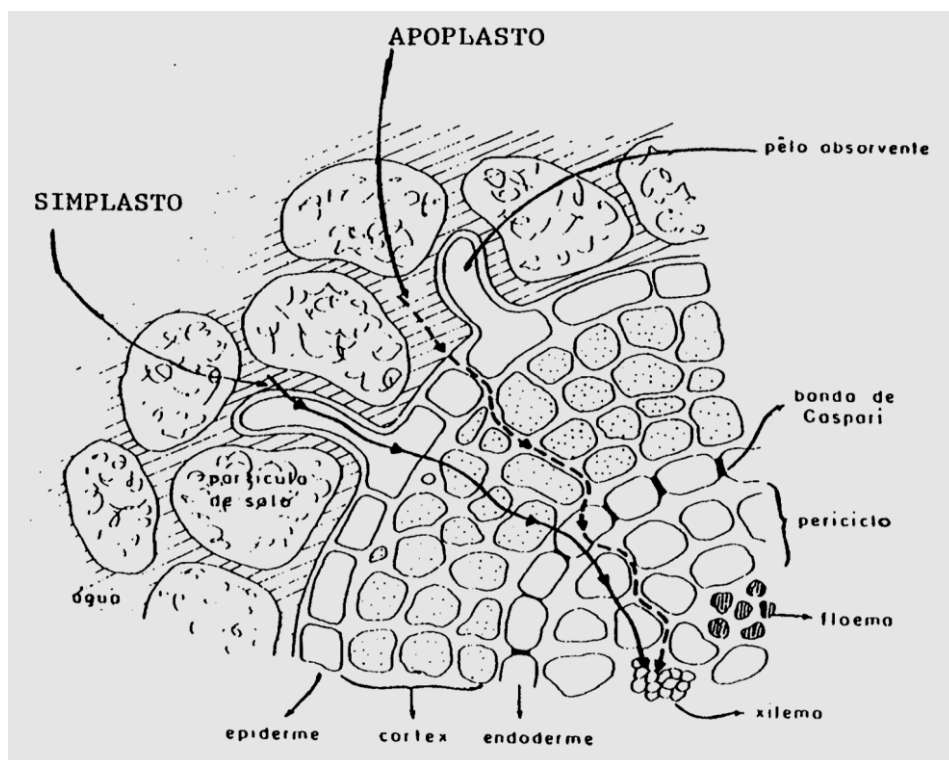


Figura 1

Figura 14 – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes ao tema de Biologia, Transporte nas plantas, com os respetivos critérios de correção.

1.1. Na resposta a cada um dos itens de 1.1.1 a 1.1.4, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

1.1.1. Para que ocorra absorção de água numa planta, as células da zona cortical da raiz...

- (A) mantêm a pressão osmótica mais baixa do que a da solução do solo.
- (B) promovem a entrada de água na planta por difusão facilitada.
- (C) promovem o transporte de água do meio hipertónico para o meio hipotónico.
- (D) mantêm o gradiente de solutos gerado por transporte ativo.

Resposta: D (Cotação:6)

1.1.2. A perfuração das paredes das células do xilema, provoca a entrada de ar nos vasos condutores, o que é diretamente responsável por...

- (A) aumentar a tensão ao nível do xilema.
- (B) impedir a coesão na coluna de água.
- (C) aumentar a adesão da água aos vasos.
- (D) impedir a transpiração foliar.

Resposta: B (Cotação:6)

1.1.3. Numa planta, o movimento ascendente da seiva elaborada ocorre quando...

- (A) as reservas são armazenadas ao nível da raiz.
- (B) há frutos localizados acima dos órgãos fotossintéticos.
- (C) se verifica uma taxa de transpiração muito elevada.
- (D) a absorção radicular supera a transpiração foliar.

Resposta: B (Cotação:6)

1.1.4. No processo de distribuição de nutrientes entre os vários órgãos de uma planta, ocorre...

(A) a diminuição da pressão de turgescência nos tubos crivosos de órgãos produtores.

- (B) o transporte de amido no floema, a partir de órgãos produtores.
- (C) o aumento da pressão osmótica em células de órgãos consumidores.
- (D) a hidrólise do amido dos vacúolos das células em órgãos de reserva.

Resposta: C (Cotação:6)

1.2. Analise as afirmações que se seguem, relativas a acontecimentos que levam à produção e acumulação de substâncias de reserva em plantas.

Reconstitua a sequência temporal dos acontecimentos mencionados, segundo uma relação de causa-efeito, colocando por ordem as letras que os identificam.

- A – Formação de um polissacarídeo nos órgãos de reserva.
- B – Síntese de moléculas de glicose, a partir de carbono inorgânico.
- C – Aumento da pressão de turgescência no interior do floema.
- D – Entrada de açúcar nos vasos condutores.
- E – Saída de sacarose do floema.

Resposta: B-D-C-E-A (Cotação:7)

Figura 14 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes ao tema de Biologia, Transporte nas plantas, com os respetivos critérios de correção.

1.3.Experiências efetuadas com plantas de arroz indicam que a velocidade de absorção de iões potássio é menor quando as plantas estão colocadas em solos inundados (pouco arejados) do que quando as plantas se encontram em solos sem problemas de arejamento. Explique de que modo o arejamento do solo interfere na velocidade de absorção de iões potássio do solo para o interior da raiz.

Resposta:	Cotação (12)
Durante a absorção de iões potássio para o interior da raiz, ocorre transporte ativo	Três tópicos presentes-12;
Quanto maior for a quantidade de ATP disponível nas células, maior poderá ser a velocidade de transporte ativo de iões potássio para o interior da raiz	Dois tópicos presentes-8;
Quanto maior for a quantidade de oxigénio existente no solo, maior poderá ser a taxa de respiração aeróbia	Um tópico presente-4

4... Chuvas torrenciais criam os meios de vida para as florestas tropicais húmidas. Nas áreas mais ricas em espécies, uma árvore em cada duas pertence a uma espécie diferente. Esta abundância de espécies é particularmente evidente no grupo dos insetos.

Quando a floresta é sujeita a períodos anormalmente secos, aumenta a probabilidade de ocorrência de queimadas que podem destruir centenas de milhares de hectares de floresta e injetar na atmosfera grandes quantidades de fumos e aerossóis que poluem o ar em extensas áreas, afetando a população e o início da estação chuvosa e como consequência a quantidade de chuva na região. Adicionalmente, alguns estudos têm mostrado que os estomas das plantas abrem menos com altas concentrações de CO₂, o que reduz diretamente o fluxo de humidade da superfície para a atmosfera, aumentando a temperatura do ar próximo da superfície. Numa região como a Amazônia, onde muito da humidade para a precipitação advém da evaporação à superfície, a redução da abertura dos estomas podem também contribuir para um decréscimo na precipitação.

4.1. Na resposta a cada um dos itens de 4.1.1 a 4.1.3, selecione a única opção que permite preencher os espaços, de modo a obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

4.1.1. A abertura dos estomas das plantas deve-se à/ao _____ da _____ das/nas células-guarda.

- (A) modificação [...] da estrutura da membrana celular.
- (B) decréscimo [...] da pressão osmótica.
- (C) aumento [...] da pressão de turgescência.
- (D) alteração [...] da espessura da parede.

Resposta: C (Cotação:6)

4.1.2. Nas plantas, com o aumento da luminosidade, os estomas _____, devido à movimentação de iões K⁺, por _____, para o interior das células estomáticas.

- (A) abrem [...] transporte ativo
- (B) fecham [...] difusão simples
- (C) abrem [...] difusão simples
- (D) fecham [...] transporte ativo

Resposta: A (Cotação:6)

Figura 14 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes ao tema de Biologia, Transporte nas plantas, com os respetivos critérios de correção.

4.2. Na resposta a cada um dos itens de 4.2.1 a 4.2.3, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

4.2.1. Nas plantas de ambientes com uma atmosfera saturada de vapor de água, ocorre...

- (A) a diminuição da turgescência das células da folha.
- (B) o aumento da absorção de água ao nível da raiz.
- (C) a diminuição da perda de água por transpiração.
- (D) o aumento da velocidade de ascensão de água no xilema.

Resposta: C (Cotação:6)

4.3. Relacione duas características das células que delimitam o ostíolo dos estomas, com a sua função.

Resposta deve conter os tópicos	Cotação (16)
Parede celular das células-guarda é mais espessa e rígida na zona que delimita o ostíolo	Dois tópicos presentes-16; Um tópico presente-8
A abertura do ostíolo varia em função do grau de turgescência das células guarda: quando estão túrgidas os ostíolos abrem devido a um comportamento diferenciado das diversas partes da parede celular; quando as células-guarda perdem água, ficando plasmolisadas, a pressão de turgescência diminui sobre as paredes que delimitam o ostíolo e o estoma fecha	

Figura 14 (continuação) – Questões da prova de avaliação sumativa, referentes ao tema de Biologia, Transporte nas plantas, com os respetivos critérios de correção.

4. Resultados e conclusões

Nesta secção, são apresentados os resultados e conclusões das avaliações diagnósticas (pré e pós teste); das avaliações sumativas e dos questionários sobre as diferentes estratégias implementadas.

A terminologia utilizada nalgumas avaliações foi: Correto (cotação máxima); Incompleto (cotação inferior à máxima e superior a zero); Incorreto (cotação zero); e Não respondeu (cotação zero, sem resposta). Também foi utilizada a expressão percentagem de acerto, referente à percentagem de respostas corretas (cotação máxima).

4.1. Geologia

Teste diagnóstico – Pré-teste

Na Figura 15 são apresentados, graficamente, os resultados obtidos no pré-teste de Geologia, sobre os temas Métodos para o estudo do interior da geosfera e Vulcanologia, realizado pelos alunos do 10º A. Como já foi mencionado, este pré-teste foi aplicado na primeira aula do professor estagiário sobre os referidos temas.

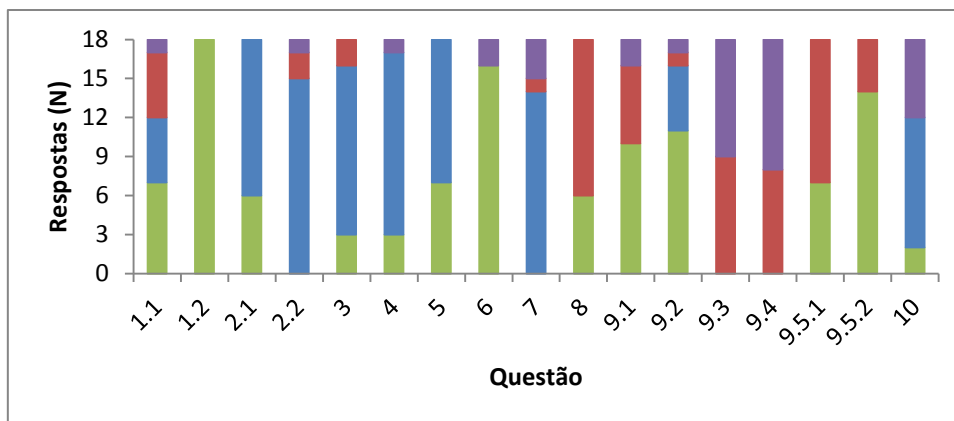


Figura 15 – Respostas para cada uma das questões do pré-teste dos alunos da turma do 10ºA, sobre Métodos de estudo para o interior da geosfera e Vulcanologia. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; ■ Não respondeu.

A lecionação dos temas de Geologia em anos anteriores, particularmente no 7º ano, permitiu a construção de um teste diagnóstico com base em manuais do referido ano letivo. Estes dados explicam o relativo sucesso, sobretudo quando comparado com o pré-teste aplicado em Biologia: 20% de respostas corretas no pré-teste de Biologia e 36% no pré-teste de Geologia.

De modo absoluto, das dezassete questões, cinco foram respondidas corretamente pela maioria dos alunos (1.2; 6; 9.1; 9.2; 9.5.2), enquanto as outras sete tiveram sobretudo respostas incompletas (2.1; 2.2; 3; 4; 5; 7; 10). Apenas quatro questões tiveram a maior parte das respostas avaliadas como Incorreto ou Não respondeu (8; 9.3; 9.4; 9.5.1). Na questão 1.1 nenhuma categoria apresentou uma frequência maioritária no entanto, registou-se um maior número de respostas corretas comparativamente às restantes categorias (Figura 15).

Destacam-se as questões 1.2 (indicar os métodos diretos e indiretos como metodologias para o estudo do interior da Terra), respondida corretamente por todos os alunos, e 6 (distinguir entre vulcanismo central e fissural), com dezasseis respostas corretas, de um total de dezoito alunos. Assim, pode concluir-se que os alunos já possuíam noções básicas sobre os dois temas, provavelmente consequência de aprendizagens efetuadas no 7º ano, na unidade curricular de Ciências Naturais.

Teste diagnóstico – Pós-teste

No que diz respeito ao pós-teste, efetuado pelos alunos da turma A na última aula do professor estagiário, obteve-se os resultados observados no gráfico da Figura

16. O pós-teste foi realizado por dezanove alunos contudo, não foi considerado para análise o pós-teste do aluno que não efetuou o pré-teste.

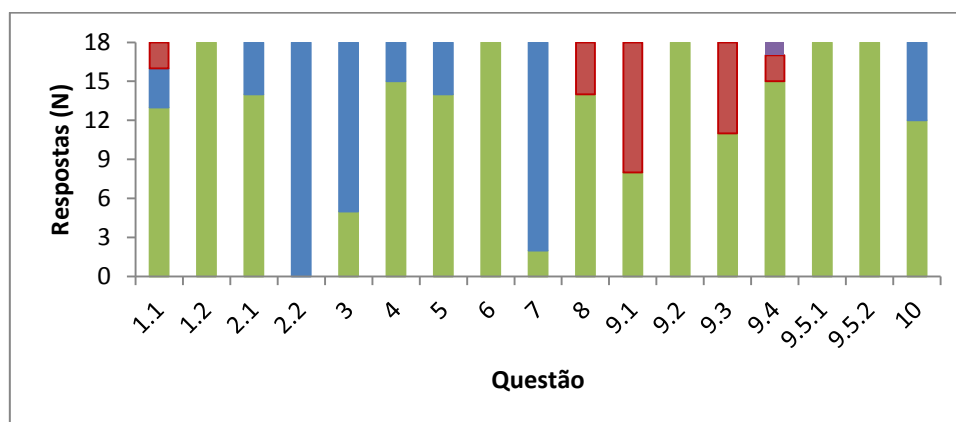


Figura 16 – Respostas para cada uma das questões do pós-teste, dos alunos da turma do 10ºA, sobre Métodos de estudo para o interior da geosfera e Vulcanologia. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; ■ Não respondeu.

Verifica-se um aumento de respostas corretas para todas as questões, com exceção da questão 1.2 que manteve os 100% de acerto e da 2.2 em que todos os alunos responderam de forma incompleta. Mesmo na questão 6, com apenas duas respostas erradas no pré-teste, verificou-se um aumento para um total de dezoito respostas corretas em dezoito alunos (Figura 16).

No total, observou-se cinco questões em que todos os alunos responderam corretamente (1.2; 6; 9.2; 9.5.1; e 9.5.2). A única questão em que a maioria respondeu incorretamente foi a 9.1, com uma diminuição de respostas corretas do pré para o pós-teste. O que torna mais difícil de interpretar nestes dados é a própria questão, uma vez que explorava a interpretação de um texto, tendo sido requisitado aos alunos que identificassem os abalos sísmicos como o processo natural precursor e sinalizador de uma erupção vulcânica. Uma possível explicação poderá ser o enunciado da questão, em particular os termos “processo natural” e “despertar”, não sendo especificado que o processo antecede o início da erupção vulcânica.

Nas questões 2.2, 3 e 7, a maioria das respostas foram avaliadas como incompleta, sem contudo registrar-se respostas incorretas. Na 2.2 foi pedido aos alunos para corrigirem e justificarem as afirmações que eles consideraram falsas na questão 2.1, contudo na maior parte dos casos os alunos limitaram-se a corrigir as afirmações falsas, sendo avaliadas como incompletas. Provavelmente, a referência da distinção

entre justificar e corrigir no enunciado teria produzido melhores resultados. Na questão 3, item de correspondência entre oito afirmações e dois conceitos (métodos diretos e métodos indiretos), apesar de a maioria serem incompletas, oito das treze respostas tinham apenas uma ou duas correspondências erradas. Por último, na questão 7 era exigido aos alunos que efetuassem a legenda de onze estruturas numa imagem representativa de um vulcão. Os principais obstáculos foram o tamanho (reduzido) e a cor (preto e branco) da imagem que terá condicionado a resolução do exercício, como aliás foi possível constatar pelas dúvidas colocadas pelos alunos ao longo da realização do pós-teste. A imagem foi apresentada no quadro interativo durante o pós-teste contudo, esta não foi a solução a ideal, uma vez que prejudicou os alunos posicionados nas últimas filas. Outra dificuldade foi a incorreta utilização da mesma imagem no PowerPoint apresentado durante a lecionação do tema. A inclusão de uma alteração na imagem provocou dificuldades na identificação de uma estrutura por grande parte dos alunos. Ainda assim, a maioria (10 dos 18 alunos) legendou corretamente oito ou mais estruturas.

Comparando os resultados gerais do pré-teste com os do pós-teste (Figura 17) verifica-se um acentuado aumento do número de respostas corretas, tendo-se obtido quase o dobro no pós-teste.

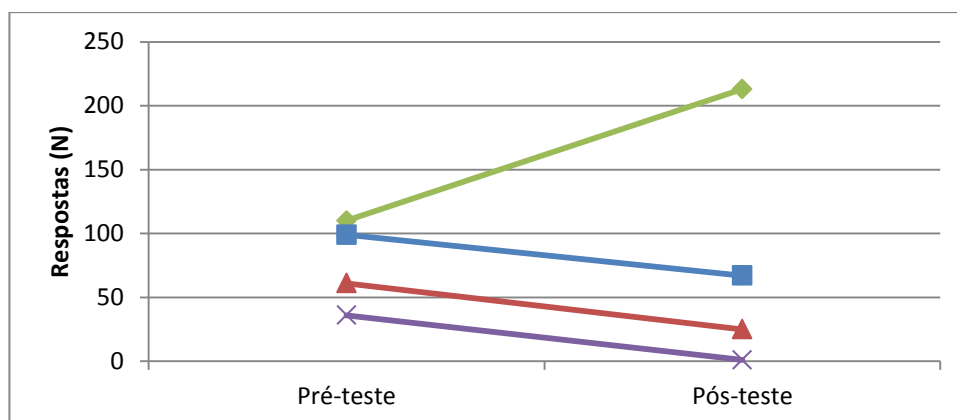


Figura 17 – Respostas do pré-teste e pós-teste dos alunos da turma do 10ºA, sobre os temas Métodos de estudo para o interior da geosfera e Vulcanologia. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; x Não respondeu.

Nas restantes categorias, Incompleto, Incorreto e Não respondeu, registou-se uma clara diminuição nas respetivas frequências, sobretudo nas categorias Incorreto e Não respondeu.

Os dados observados no gráfico da Figura 17 demonstram, portanto, que os alunos construíram conhecimentos sobre os temas Métodos de estudo para o interior da geosfera e Vulcanologia, confirmando a adequabilidade dos processos aplicados durante o lecionamento dos temas.

Atividade prática laboratorial - Relatório

Na turma A foi aplicada a atividade prática laboratorial Formação de uma caldeira vulcânica. Após a fase de execução da atividade foi pedido aos alunos que elaborassem um relatório em V de Gowin, contribuindo para a avaliação procedimental dos alunos. O gráfico da Figura 18 apresenta os resultados dessa avaliação.

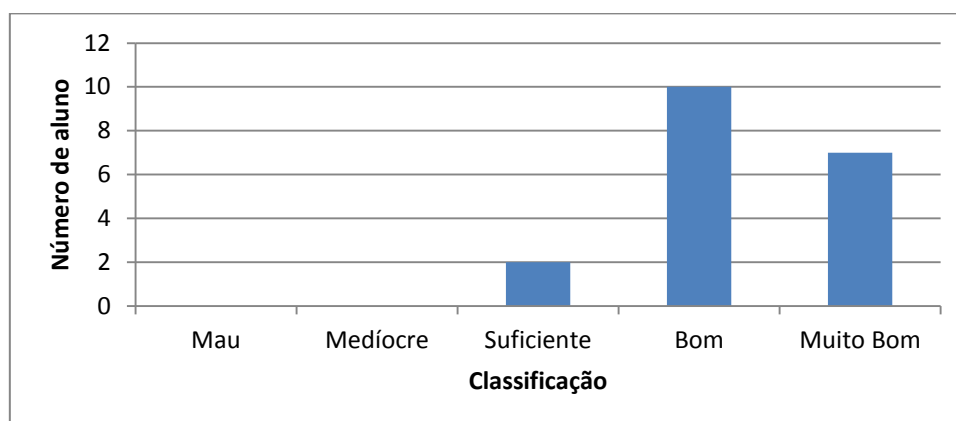


Figura 18 – Avaliação do relatório da atividade prática laboratorial Formação de uma caldeira vulcânica, realizado pelos alunos da turma do 10ºA.

Todos os alunos efetuaram e entregaram o respetivo relatório. A maioria obteve a classificação de Bom ou Muito Bom (Figura 18). Estes resultados positivos permitem concluir que a planificação e aplicação desta atividade foi um sucesso, permitindo aos alunos atingir os objetivos.

Relativamente aos dois relatórios classificados com Suficiente destaca-se o relatório com a nota inferior, especificamente de 10,6 valores. O principal parâmetro que prejudicou a nota final deste relatório foi a avaliação do Registo dos Resultados, uma vez que o aluno não efetuou qualquer legenda das imagens utilizadas.

Prova de avaliação sumativa

Na Tabela 1, estão registadas as cotações obtidas pelos alunos nas componentes procedimental e conceptual. As questões das duas componentes são referentes aos temas

Métodos para o estudo do interior da geosfera e Vulcanologia, e foram adaptadas para a prova de avaliação sumativa realizada pela turma A, no mês de fevereiro.

De modo a analisar os resultados obtidos, as cotações foram convertidas para valores numa escala de 0 a 20.

Na parte conceptual obteve-se resultados muito positivos, com apenas três registos inferiores a 10, um destes muito perto da positiva (9,4 valores). Contudo, uma das negativas é extremamente baixa (3,1 valores), pelo que as estratégias planificadas e aplicadas falharam neste caso particular, mesmo atendendo ao facto de ser uma situação em que a média global dos exames foi de 6,64 valores.

No global dos resultados conceptuais obteve-se um Mau, dois Mediocres, quatro Suficientes, nove Bons e três Muito Bons (incluindo um 20). Registaram-se, portanto, sobretudo classificações Bom ou Muito Bom, reflexo que a maior parte dos alunos tiveram sucesso nas aprendizagens pretendidas, concluindo-se que de forma geral os processos implementados na lecionação dos temas de geologia foram adequados ou muito adequados.

Relativamente à avaliação Procedimental os resultados foram claramente negativos, com apenas quatro cotações positivas. Esta análise foi ainda mais evidente quando se observou os dados do gráfico da Figura 19. Constatou-se neste gráfico que a percentagem de respostas corretas (cotação máxima) nas questões procedimentais é sempre inferior a 37%, com a questão 4.4 a não ter qualquer resposta correta. Ainda assim, salienta-se o facto de não se contabilizar as respostas incompletas, que nessa questão corresponde a nove respostas.

Tabela 1 – Classificação dos alunos nas questões, referentes aos temas Métodos para o Estudo do Interior da Geosfera e Vulcanologia, da prova de avaliação sumativa de 26 de fevereiro de 2014.

Questão (c) Nº do aluno	Pro	Conceptual										Pro		Conceptual		Pro	Conceptual		Pro	
	1.1 (8)	1.2.1 (7)	1.2.2 (7)	1.2.3 (6)	1.2.4 (6)	1.2.5 (6)	1.3.1 (7)	1.3.2 (7)	1.3.3 (7)	1.4 (7)	1.5.1 (10)	1.5.2 (8)	4.1 (7)	4.2 (6)	4.4 (10)	Total (73)	Va (20)	Total (36)	Va (20)	
2	0	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	4	0	0	0	13	3,6	4	2,2	
4	2	7	7	6	6	6	7	0	0	7	10	4	0	6	0	52	14,2	16	8,9	
5	8	0	0	6	0	6	7	0	7	7	0	2	0	6	5	39	10,7	15	8,3	
6	8	0	0	0	6	6	7	7	7	7	5	8	7	6	0	53	14,5	21	11,7	
8	N.R.	0	0	6	6	6	7	0	7	7	0	0	7	6	0	52	14,2	0	0,0	
9	2	0	7	6	6	6	7	7	0	7	5	8	7	6	N.R.	59	16,2	15	8,3	
10	8	7	7	0	6	6	7	0	7	7	5	4	7	6	2	60	16,4	19	10,6	
11	8	7	0	6	6	6	7	0	0	7	0	0	7	6	4	52	14,2	12	6,7	
12	7	7	7	0	6	6	7	7	7	7	5	0	7	6	6	67	18,4	18	10,0	
13	0	7	7	6	6	6	7	7	7	0	5	0	7	6	5	66	18,1	10	5,6	
14	8	0	7	0	6	6	7	7	7	0	0	6	7	0	3	47	12,9	17	9,4	
15	0	0	0	6	6	6	7	0	0	7	0	4	7	6	0	45	12,3	4	2,2	
16	8	0	7	6	0	6	7	7	7	7	5	4	7	0	0	54	14,8	17	9,4	
18	0	7	0	6	0	6	7	7	7	7	0	4	7	0	0	54	14,8	4	2,2	
20	N.R.	0	0	0	6	6	7	0	7	0	0	N.R.	0	0	0	26	7,1	0	0,0	
21	0	0	0	0	0	6	7	7	7	0	0	0	7	6	0	40	11	0	0,0	
23	2	7	7	6	6	6	7	7	7	7	5	6	7	6	3	73	20	16	8,9	
24	8	0	7	6	0	6	7	7	7	7	0	2	7	6	8	60	16,4	18	10,0	
25	0	0	0	0	0	6	7	0	7	0	5	2	7	6	3	33	9	10	5,6	

Nota: (c) – cotação; Pro – Procedimental; Va – Valores; N.R. – Não respondeu.

O mesmo sucedeu com as restantes questões procedimentais. Apenas na 1.5.2 a percentagem de respostas incorretas (cotação zero) foi superior a 50% das respostas totais. De salientar que a questão 1.1 apresenta uma percentagem de acerto superior à média da percentagem de acerto da turma A (16,5%), contabilizando todas as questões procedimentais utilizadas nas cinco fichas de avaliação sumativa.

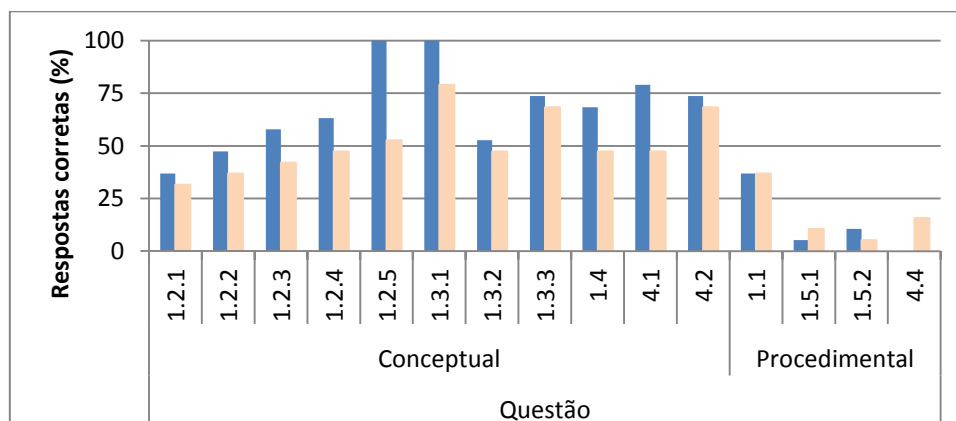


Figura 19 – Respostas corretas da prova de avaliação, realizada pelos alunos das turmas A e B, sobre Métodos para o estudo do interior da geosfera e Vulcanologia. ■ 10ºA; ■ 10ºB.

Comparando com os resultados da turma B, lecionado pelo professor cooperante, constatou-se que na componente Conceptual as percentagens de respostas corretas são superiores em todas as questões na turma A, enquanto na Procedimental a turma A tem percentagens superiores na questão 1.5.2 e inferiores nas questões 1.5.1 e 4.4 (Figura 19).

As questões 1.2.1 (distribuição do vulcanismo) e 1.2.2 (grau geotérmico) foram as únicas com uma percentagem de respostas corretas inferior a 50%. Das restantes questões, três tiveram percentagens superiores a 75%. Estes são resultados muito positivos, que permitem inferir sobre o sucesso das estratégias aplicadas.

IX Congresso dos Jovens Geocientistas

Os resultados da avaliação individual dos trabalhos, resumos e pósteres, orientados pelo professor estagiário são apresentados na Figura 20. Os trabalhos foram produzidos por seis grupos, quatro da turma A e dois da turma B.

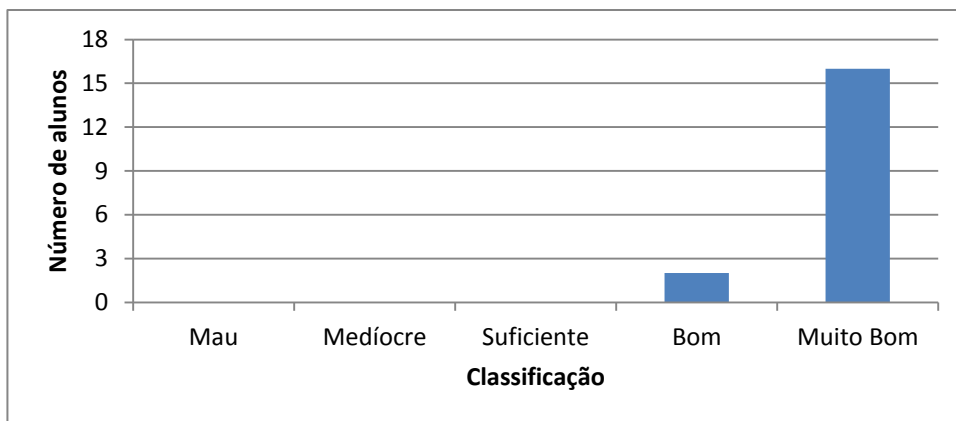


Figura 20 – Avaliação dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do IX Congresso dos Jovens Geocientistas, pelos alunos participantes.

Verificou-se que os resultados foram extremamente positivos, com apenas dois Bons e dezasseis Muito Bons, que espelham a qualidade dos trabalhos finais e o sucesso das estratégias implementadas no decorrer da orientação dos trabalhos, com destaque para o estabelecimento de uma rede de comunicação entre os alunos e o professor (email). Desta forma foi possível aos alunos colocar dúvidas, expressar dificuldades ou simplesmente entregar o resultado das suas tarefas, permitindo uma rápida e eficaz resposta por parte do professor estagiário. Houve, portanto, uma extensão da escola que foi fundamental para a conclusão do trabalho, particularmente se atendermos ao facto dos trabalhos terem sido desenvolvidos fora do contexto da sala de aula.

Todavia, é necessário salientar que algumas dificuldades surgiram devido a não ter sido exigido aos alunos que entregassem o produto da pesquisa de informação realizada na primeira fase do trabalho. Este facto causou algumas perturbações no cumprimento dos prazos de entrega dos trabalhos finais.

Outra modificação importante na estratégia de orientação implementada foi o aumento do número de reuniões presenciais entre os alunos e o professor estagiário, potencializando a informação trocada através do email, em particular após a correção da primeira versão do poster entregue por cada um dos seis grupos.

4.2. Biologia

Teste diagnóstico – Pré-teste

Os resultados obtidos no pré-teste, diagnóstico dos conhecimentos dos alunos sobre os temas de Biologia, são apresentados na Figura 21.

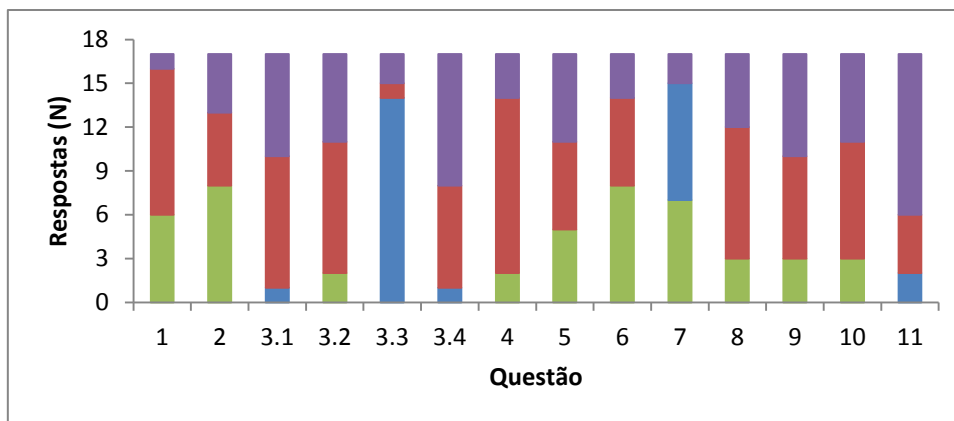


Figura 21 – Respostas para cada uma das questões do pré-teste, dos alunos da turma do 10ºB, sobre Transporte nas plantas. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; ■ Não respondeu.

A maior parte das respostas foram nas categorias Incorretas e Não respondeu, com exceção das respostas à questão 7, em que a maioria das respostas foi na categoria Correto e Incompleto, e à questão 3.3, com prevalência de respostas incompletas.

O número de respostas corretas e incompletas, explica-se sobretudo pelo facto do tema Transporte nas plantas não ter sido lecionado em anos anteriores. Mesmo os conceitos relacionados, direta ou indiretamente, com este capítulo da Biologia, são escassamente explorados nas unidades curriculares das ciências naturais que precedem a Biologia e a Geologia no ensino básico. Existe, ainda assim, a menção a conceitos que focam a estrutura externa (raiz, caule, folhas) e interna da planta (estomas, cloroplastos), ou relacionados com processos (fotossíntese, transpiração, seiva bruta, seiva elaborada). De acordo com o programa curricular do 2º e 3º ciclo de Ciências Naturais, estes conceitos são estudados no 5º e 6º anos, sendo alguns deles retomados no 8º ano.

No entanto, verificou-se a falta de conhecimentos sobre o tema, uma vez que em oito das catorze questões do teste diagnóstico a categoria Não respondeu correspondeu a pelo menos um quarto do total de respostas, ou seja, superior a quatro respostas.

A frequência de alunos com respostas incompletas nas questões 3.3 deve-se ao facto de os alunos não terem justificado a resposta, como era pedido no enunciado. Na questão 7, também se registou um elevado número de respostas incompletas mas, neste caso, foi devido ao facto de ser uma questão de correspondência, em que os alunos tinham de associar corretamente todos os conceitos a zonas de uma planta. Por outro lado, esta foi uma das questões com maior número de respostas corretas (7),

provavelmente devido a todos os conceitos fazerem parte dos currículos do 2º ciclo e de ter sido utilizada uma imagem, para ilustrar a associação.

Os melhores resultados foram obtidos nas questões 2 e 6, ambas de escolha múltipla. De um modo geral, neste tipo de questão (1, 2, 4, 5, 6, 9 e 10) a frequência da categoria Não respondeu diminui.

Teste diagnóstico – Pós-teste

Relativamente ao pós-teste registaram-se as frequências de respostas para as quatro categorias (Figura 22), após a lecionação.

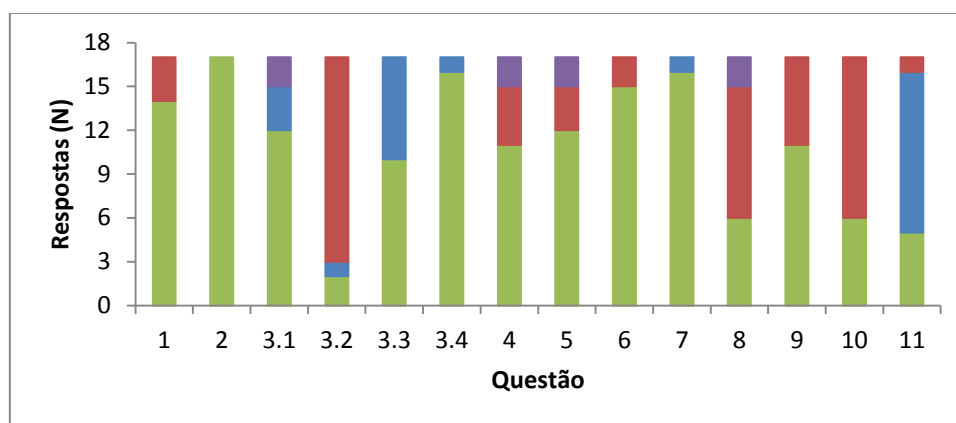


Figura 22 – Respostas para cada uma das questões do pós-teste, dos alunos da turma do 10ºB, sobre Transporte nas plantas. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; ■ Não respondeu.

A análise das respostas às questões do pós-teste revelou que a maioria dos alunos respondeu corretamente a 10 das 14 questões (Figura 22). Na questão 11, apesar de apenas se verificarem cinco respostas corretas, só houve uma resposta incorreta, as restantes foram incompletas. Esta questão era um item de correspondência, na qual teriam de associar corretamente todas as Teorias às respetivas afirmações para terem a cotação máxima. Através do diálogo com alguns alunos após o término do pós-teste, constatou-se que a formulação do enunciado poderia ser enganadora. Era pedido aos alunos, num item de escolha múltipla, que selecionassem a opção que completasse corretamente uma frase. Porém, essa frase, ao estar formulada na negativa, causou equívocos.

As restantes questões com menor número de respostas corretas foram a 3.2; 8 e 10. Na 3.2, com apenas duas corretas, observou-se uma dificuldade em distinguir os conceitos da terminologia correta, isto é, os alunos respondiam corretamente mas

utilizavam o termo errado (confusão entre os termos túrgida e plasmolisada). A questão 8, apesar de modificada para escolha múltipla, era basicamente classificar cinco afirmações como verdadeiras ou falsas, pelo que se tivesse sido pedido uma resposta para cada afirmação os resultados poderiam ter sido melhores.

Contudo, verificou-se um aumento de respostas corretas em todas as questões, comparativamente ao pré-teste. Nas questões 3.2, 8 e 10 nem sempre se verificou uma diminuição das respostas incorretas, o que pode ser explicado pela diminuição da categoria Não respondeu.

Em conclusão, o número de respostas corretas aumentou do pré-teste para o pós-teste, e nas restantes categorias diminuiu (Figura 23), o que significa que os alunos construíram conhecimento sobre o Transporte nas plantas e que os processos implementados na lecionação foram adequados a muito adequados.

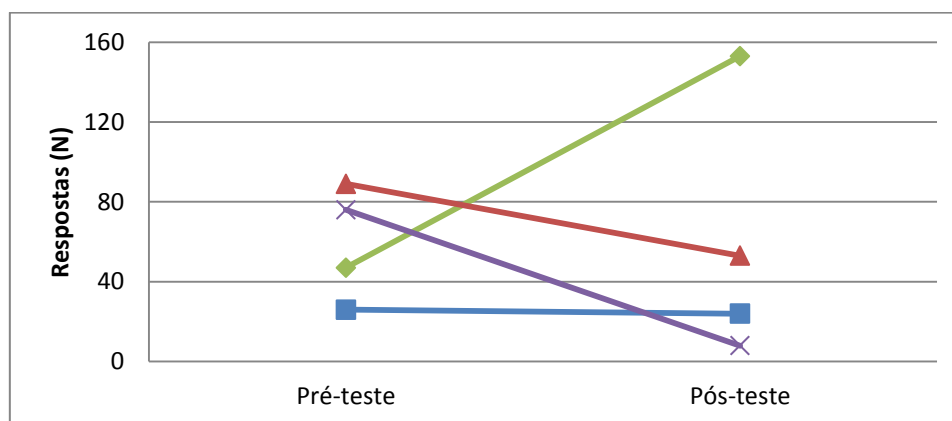


Figura 23 – Respostas às questões do pré-teste e pós-teste realizados pela turma do 10ºB, sobre o tema Transporte nas plantas. ■ Correto; ■ Incompleto; ■ Incorreto; ■ Não respondeu.

Atividade prática laboratorial - Relatório

A avaliação do relatório sobre a atividade prática laboratorial Localização do xilema no caule contribuiu para a classificação final dos alunos, com um peso específico na parte Procedimental da nota final dos alunos. A avaliação foi baseada nos critérios de correção referidos anteriormente (Anexos - Tabela 10), tendo a cotação sido estabelecida em função do modelo determinado pelo Agrupamento Coimbra Oeste.

As classificações dos relatórios correspondem às classificações qualitativas, de acordo com a legislação em vigor para a avaliação no ensino básico e secundário: Mau [0; 4,5[; Mediocre [4,5; 9,5[; Suficiente [9,5; 13,5[; Bom [13,5; 17,5[; e Muito Bom [17,5; 20].

Apesar de todas as classificações serem positivas, nenhuma atingiu Muito Bom. A maioria dos relatórios foram classificados com Bom (Figura 24). Cinco alunos não entregaram o relatório, não tendo, por isso, sido incluídos nesta análise.

A ausência de classificações de Muito Bom e a existência de quatro Suficiente refletem, sobretudo, erros no registo dos resultados. Provavelmente, poderá ser o reflexo da decisão de realizar esta atividade no final da aula. Nem todos os alunos tiveram tempo de registar corretamente os resultados, optando por incluir imagens desadequadas, retiradas de manuais ou da Internet. Assim, pode concluir-se que a planificação desta atividade não permitiu que todos os alunos tenham atingido os objetivos devendo ser revista e reformulada.

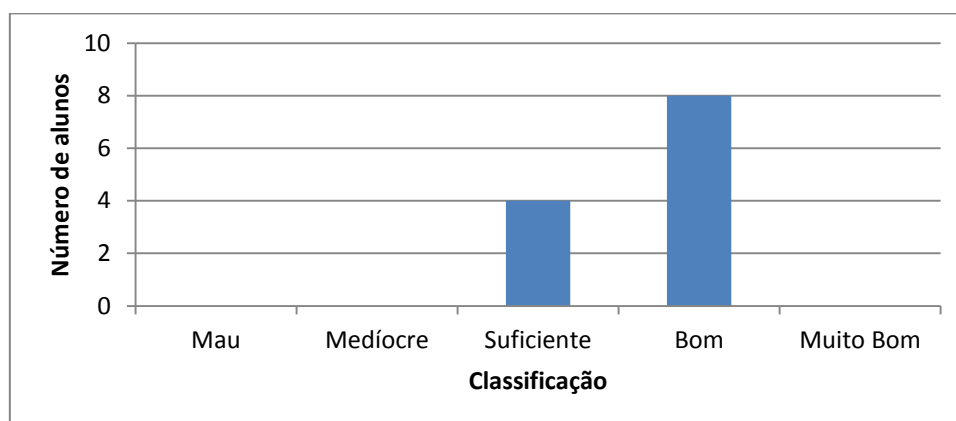


Figura 24 – Avaliação do relatório da atividade prática laboratorial Localização do xilema no caule, realizado pelos alunos da turma do 10ºB.

Prova de avaliação sumativa

As dez questões adaptadas para a prova sumativa, realizada no mês de junho pela turma do 10º B e do 10º A, foram divididas em quatro grupos, dois procedimentais e dois conceituais (Tabela 2).

As cotações obtidas pelos alunos nas questões sobre o Transporte nas plantas foram convertidas em classificações de 20 valores (Tabela 2), tal como sucedera na análise da prova de avaliação sumativa de Geologia.

Na componente conceitual, 12 dos 17 alunos obtiveram uma cotação positiva, sendo dois classificados com Muito Bom, quatro com Bom e seis com Suficiente. Apesar dos resultados positivos, obtidos pela maioria dos alunos nesta secção, o mesmo não se verificou nos resultados da componente Procedimental, com apenas um aluno a obter uma cotação positiva na soma das duas questões (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação dos alunos do 10ºB nas questões do tema Transporte nas plantas, da prova de avaliação sumativa.

Questão (c) Nº do aluno	Conceptual					Procedimental	Conceptual			Procedimental	Conceptual		Procedimental	
	1.1.1 (6)	1.1.2 (6)	1.1.3 (6)	1.1.4 (6)	1.2 (7)	1.3 (12)	4.1.1 (6)	4.1.2 (6)	4.2.1 (6)	4.3 (16)	Total (49)	Valores (20)	Total (28)	Valores (20)
1	0	6	0	6	7	2	6	6	6	12	37	15,1	14	10
4	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	12	4,9	0	0
6	0	0	6	0	0	0	6	6	6	N.R.	24	9,8	0	0
7	0	6	6	0	0	0	6	6	0	0	24	9,8	0	0
8	0	6	6	6	6	0	6	6	6	12	42	17,1	12	8,6
10	6	6	6	6	0	0	6	0	6	N.R.	36	14,7	0	0
11	6	0	6	0	0	0	6	6	0	0	24	9,8	0	0
12	0	6	6	N.R.	0	0	6	0	0	0	18	7,3	0	0
13	0	6	0	6	6	2	6	6	6	8	36	14,7	10	7
14	0	0	0	6	0	7	6	6	0	4	18	7,3	11	7,9
15	0	6	6	0	0	2	6	6	6	0	30	12,2	2	1,4
16	6	6	6	6	6	0	6	6	6	0	48	19,6	0	0
19	6	6	6	6	6	0	6	6	6	12	48	19,6	12	8,6
21	0	6	6	6	6	4	0	0	0	0	24	9,8	4	2,9
22	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	12	4,9	0	0
23	0	6	6	6	0	0	0	6	0	0	24	9,8	0	0
25	0	0	0	6	0	N.R.	6	6	0	8	18	7,3	8	5,7

Nota: (c) – Cotação; N.R. – Não respondeu.

Na análise destes resultados, é necessário ter em consideração o facto das questões procedimentais serem itens de construção, o tipo de questões mais difíceis para os alunos de ambas as turmas (Figura 25). Este facto é confirmado pela média de percentagem de acerto destas questões, contabilizando as cinco provas sumativas realizadas ao longo do ano letivo, muito inferior a 50% nas duas turmas: 16,5% na turma A; 11,6% na turma B. A pouca utilização de itens de construção nos anos de escolaridade que antecedem o 10º ano poderá explicar a dificuldade demonstrada pelos alunos em relacionar diferentes conhecimentos, ao invés de simplesmente exporem definições memorizadas mas, nem sempre compreendidas.

Nas respostas corretas (cotação máxima) da componente conceptual, apenas duas questões (1.1.1 e 1.2) tiveram um acerto inferior a 50% (Tabela 2). Na questão 1.2, apenas um aluno obteve a cotação máxima mas, cinco alunos obtiveram a cotações próximas (Tabela 2). A reduzida percentagem de respostas corretas (cotação máxima) da questão 1.2 (Figura 25) deve, portanto, ser relativizada.

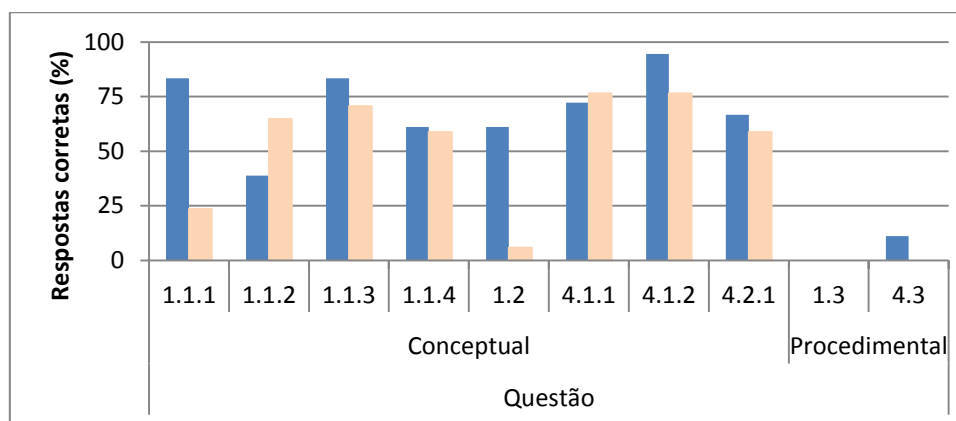


Figura 25 – Respostas corretas da prova de avaliação, realizada pelos alunos das turmas A e B, sobre Transporte nas plantas. ■ 10ºA; ■ 10ºB.

Os resultados obtidos pelos alunos da turma B na questão 1.1.1, de escolha múltipla e referente à absorção radicular, e na 1.2, de ordenação e sobre o transporte no floema na perspetiva do modelo de Fluxo de massa, foram muito inferiores aos obtidos pela turma A, com menos de 25% de respostas corretas (Figura 25). Uma vez que não existem mais questões diretamente relacionadas com estes dois tópicos, colocou-se a hipótese de a lecionação não ter sido conseguida.

As únicas questões em que mais de três quartos dos alunos da turma B responderam corretamente foram a 4.1.1 e a 4.1.2 (Figura 25), ambas relativas ao

processo de abertura e fecho dos estomas, que correspondem a questões do teste diagnóstico.

Nas duas questões referentes à avaliação Procedimental, não houve qualquer resposta correta. Na 1.3 verificaram-se 5 respostas que obtiveram parte da cotação e 6 na 4.3 (Tabela 2), porém com uma média de percentagem de acerto inferior à média total (considerando as cinco fichas sumativas realizadas). Na questão 1.3 também fica patente a dificuldade dos alunos em relacionarem temas lecionados em diferentes momentos (neste caso a necessidade energética das células da raiz para manter o gradiente de solutos, iões inorgânicos do solo, com o processo de respiração, como meio para suprir essa necessidade).

Comparando os resultados dos alunos da turma B com os da A, lecionado pelo professor cooperante, verificou-se que na componente conceptual as percentagens de respostas corretas são semelhantes, com exceção das já referidas questões 1.1.1 e 1.2., superiores na turma A. Na questão 1.1.2 também existe uma destacada diferença de percentagens, mas desta feita superior na turma B (Figura 25).

Nas procedimentais, ambas as turmas tiveram dificuldades em responder corretamente às questões, com as percentagens a serem muito inferiores às respetivas médias. No total, apenas se verificaram duas respostas corretas, nos dois casos alusivas à 4.3, e pertencentes a alunos da turma A.

Estes resultados podem corresponder à dificuldade do tema Transporte nas plantas e ao facto deste mesmo tema ser lecionado, pela primeira vez e de forma aprofundada, apenas no 10º ano.

Outro ponto que é necessário salientar é o facto de a leção deste tema ter decorrido entre o final de março e o início de abril – 2º Período, mas a ficha aqui referida ter sido realizada apenas no mês de junho – 3º Período.

4.3. Questionários

Foram elaborados e aplicados quatro questionários, às turmas A e B, razão pela qual se considera, nesta etapa da análise, as duas amostras como uma única amostra de 32 alunos.

Os questionários são referentes à participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas e à aplicação de recursos didáticos, nomeadamente Fichas de trabalho, Animações e Fichas de Atividades Laboratoriais.

Como já foi referido, todos os questionários utilizam a escala de Lickert, porém com o propósito de facilitar a interpretação visual dos resultados foram consideradas apenas três categorias: 1 - Discordo totalmente e Discordo; 2 - Não discordo, nem concordo; 3 - Concordo e Concordo Totalmente.

IX Congresso dos Jovens Geocientistas

O questionário estava dividido em três grupos (Anexos - Figura 32), sendo os dois primeiros referentes à participação no congresso. Constatou-se que todos os alunos participavam pela primeira vez no Congresso dos Jovens Geocientistas, com a esmagadora maioria (94%) a identificar a pesquisa e síntese de conteúdos como a única estratégia utilizada no decorrer da elaboração dos trabalhos – Resumo e Poster.

Na Figura 26 são apresentados os dados resultantes do terceiro grupo de questões do mencionado questionário sobre as implicações da participação dos alunos no Congresso e dos processos envolvidos na elaboração dos trabalhos associados a este.

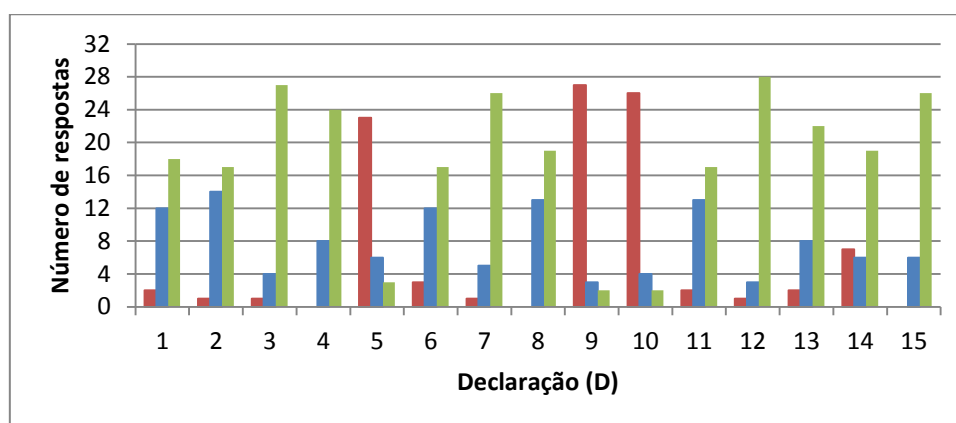


Figura 26 – Número de respostas para cada uma das declarações do Questionário sobre a participação no Congresso dos Jovens Geocientistas. ■ Discordo totalmente e Discordo; ■ Não discordo, nem concordo; ■ Concordo e Concordo Totalmente.

Com base nestes resultados, é possível afirmar que um pouco mais de metade dos alunos (entre 18 e 17) considerou que o facto de o trabalho ter sido realizado em grupo motivou-os a participar no congresso (D1), tendo igualmente contribuído para o desenvolvimento do pensamento crítico (D2). Ainda relativamente ao trabalho de grupo, a clara maioria dos alunos (> 22) considerou que este promoveu a cooperação entre colegas (D3) e simultaneamente fortaleceu o sentido de autonomia (D4) ao e as capacidades cívicas (D5) de cada um. De notar que a D5 é uma declaração negativa

(“Considero que o trabalho de grupo em nada contribuiu para o meu desenvolvimento pessoal e cívico”), o que explica a anterior análise dos resultados da Figura 26 (23 dos alunos responderam Discordo ou Discordo totalmente).

No que diz respeito ao impacto dos trabalhos incrementados, cerca de metade dos alunos considerou as metodologias aplicadas garantiram o sucesso das tarefas (D6 - 17), sendo uma delas a elaboração de um poster que, por sua vez, permitiu aos alunos expor a sua criatividade (D8 - 19). A outra tarefa – Resumo – foi interpretada pela maior parte dos alunos (26) como uma estratégia capaz de melhorar a sua capacidade de síntese (D7). De modo mais global, também concordam que ficou patente a interdisciplinaridade em todos os trabalhos, bem como o papel desta na aprendizagem (D15 - 26).

Mais de três quartos dos alunos ajuizaram a sua participação no congresso como uma aprendizagem que melhorou os seus conhecimentos sobre os temas em estudo (D9 - 27) e metodologias de trabalho (D10 - 26). Tal como aconteceu em D5, também D9 e D10 correspondem a declarações negativas, sendo necessário interpretar os resultados expressos no gráfico da Figura 26 com base nessa premissa.

Em relação ao comparecimento e participação no dia do IX Congresso dos Jovens Geocientistas quase todos os alunos (28) reconheceram que foi a primeira vez que tiveram conhecimento da existência deste tipo de eventos científicos (D12), mas pouco mais de metade percebeu os mecanismos congruentes, que proporcionam a divulgação de trabalhos científicos (D11 - 17) ou sentiu-se motivado a futuros estudos no ramo científico (D14 - 19).

Ainda assim, a maioria dos alunos concorda que graças ao congresso ficaram a conhecer melhor o papel das Geociências na sociedade (D13 -22).

Animações

Na Figura 27 são apresentadas as opiniões dos alunos de ambas as turmas, em relação à utilização de animações durante o processo de ensino.

Praticamente todos os alunos (28) concordaram que a utilização das animações é particularmente eficaz na interpretação e compreensão de conceitos abstratos (D3), não se tendo, inclusive, registado qualquer aluno que discordasse, ainda que quatro não concordassem ou discordassem.

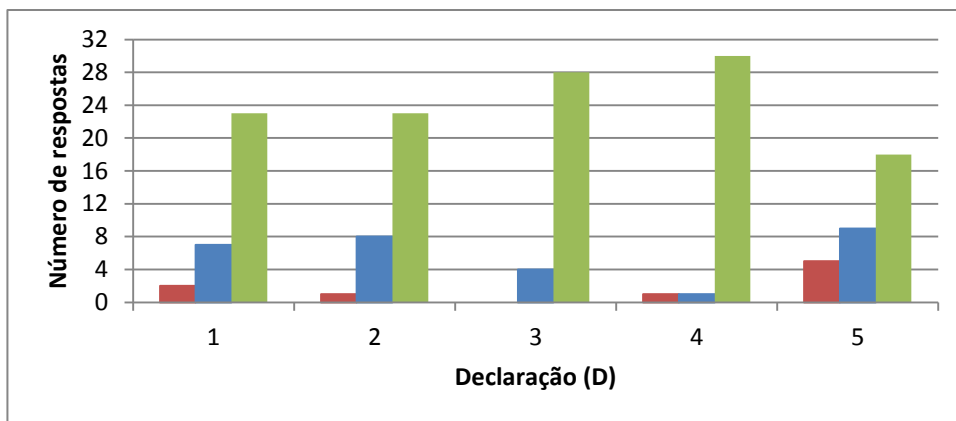


Figura 27 – Número de respostas para cada uma das declarações do Questionário sobre a utilização de animações como recurso didático. ■ Discordo totalmente e Discordo; ■ Não discordo, nem concordo; ■ Concordo e Concordo Totalmente.

Contudo, não se verificou qualquer preferência pela utilização da animação durante a introdução (D1) ou síntese (D2) do tema em estudo. Ainda assim, é patente que a maioria (23) considera que a aplicação deste recurso didático possibilita uma melhor aprendizagem dos conceitos.

Os alunos expressaram, agora de forma absolutamente clara, que a melhor estratégia para empregar as animações no ensino passa pela interpretação da autoria do professor (D4 - 30) ao invés de serem utilizadas como exercício, sendo da responsabilidade de um aluno explicar o que se visualiza na animação (D5 - 18).

Fichas de trabalho

Os resultados do questionário, que pretende avaliar o contributo das fichas de trabalho, estão expressos no gráfico da Figura 28.

Existe uma ligeira preferência pela utilização das fichas de trabalho como uma estratégia para realizar uma síntese do que já foi lecionado (D2 - 24), de modo a consolidar essa informação e a estabelecer novas relações com conhecimentos previamente lecionados. Apesar disso, uma larga quantidade de alunos (21) também considera viável a utilização deste recurso como estratégia didática de introdução ao tema em estudo (D1).

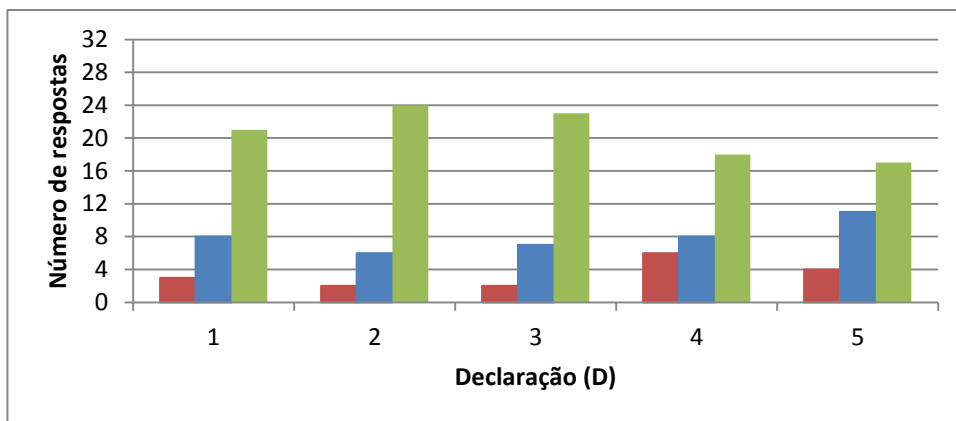


Figura 28 – Número de respostas para cada uma das declarações do Questionário sobre a utilização de fichas de trabalho como recurso didático. ■ Discordo totalmente e Discordo; ■ Não discordo, nem concordo; ■ Concordo e Concordo Totalmente.

Mais clara parece ser a preferência dos alunos (23), para o sucesso das suas aprendizagens, em ter o professor a realizar em simultâneo com os alunos a ficha de trabalho no quadro interativo (D3). Isto em comparação com a opção de realizarem individualmente (D4 - 18) ou em colaboração com um colega (D5 - 17), mas sem o auxílio do professor antes da correção da mesma.

Atividades práticas laboratoriais

Concluindo a análise dos questionários, temos os resultados das opiniões dos alunos quanto ao contributo das atividades práticas laboratoriais no processo de aprendizagem (Figura 29).

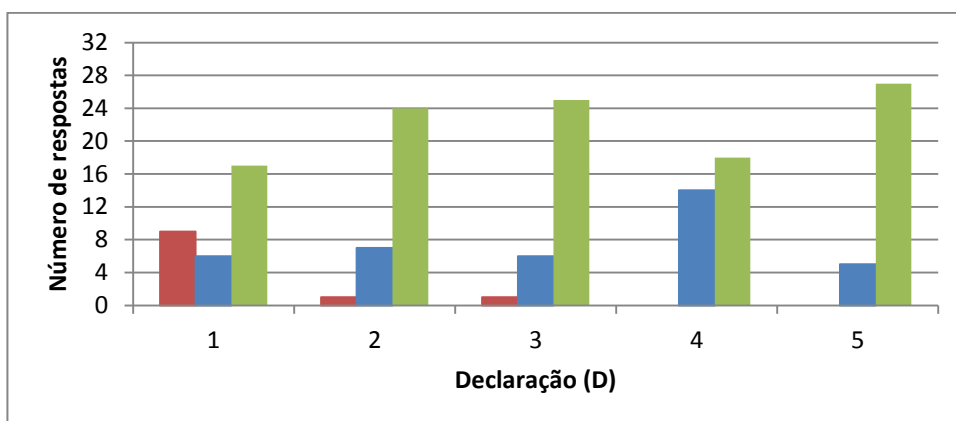


Figura 29 – Número de respostas para cada uma das declarações do Questionário sobre a utilização de atividades laboratoriais como estratégia didática. ■ Discordo totalmente e Discordo; ■ Não discordo, nem concordo; ■ Concordo e Concordo Totalmente.

Com a exceção de 5 alunos, que não concordam nem discordam, todos os outros (27) alunos são da opinião que a realização das atividades práticas laboratoriais em grupo vai potencializar o sucesso das aprendizagens realizadas (D5).

Contudo, ao invés de realizarem um relatório (D4 - 18), na sequência da atividade, os alunos consideram que aprendem mais se o professor explicar as principais conclusões a retirar da execução da atividade laboratorial (D3 - 25). Ainda que nenhum dos alunos tenha discordado do sucesso da utilização do relatório como estratégia de aprendizagem.

Também é evidente a preferência dos alunos pelo emprego da atividade laboratorial após a lecionação do tema que a atividade irá explorar (D2 - 24), e não como introdução a esse tema (D1 - 17). Aliás, destaca-se o considerável número de alunos (9) que discordam do possível sucesso didático das atividades laboratoriais quando ainda não existiu um enquadramento teórico das mesmas, sendo, portanto, utilizadas como um instrumento exploratório de determinado tópico curricular.

5. Considerações Finais

Este relatório reflete as estratégias implementadas no decurso da lecionação dos conteúdos de Geologia (Métodos para o estudo do interior da geosfera e Vulcanologia) e Biologia (Transporte nas plantas) do 10º ano. Os participantes (19 alunos da turma A e 18 da turma B) estavam a frequentar o Curso Científico-Humanístico, pelo que se trata de um caso estudo, na medida em que se trata de um estudo de um pequeno número de unidades (neste caso o impacto de estratégias na aprendizagem de um reduzido número de alunos do 10º ano) para compreender uma maior classe de unidades similares (impacto de estratégias na aprendizagem dos alunos), mas não permitindo que as conclusões sejam generalizadas (Gerring, 2007).

Todas as turmas têm especificidades particulares, resultantes dos alunos que as constituem e das respetivas dinâmicas. Logo no início do ano, durante a lecionação do professor cooperante, se verificou que na turma A existia um maior número de alunos a participarem ativa e corretamente na aula. Esta tendência manteve-se durante a maior parte do ano letivo, ainda que se tenha verificado uma maior participação dos alunos com o decorrer do ano.

Tendo em conta que quase todos os alunos, das duas turmas, pretendem prosseguir os estudos ao nível superior, necessitando de determinadas classificações de modo a ingressar num curso universitário, e que a maioria dos alunos estuda entre 1-2

h/dia, com uma maior percentagem de alunos da turma B a estudarem entre 3 – 4 h/dia, verificou-se que nas provas de avaliação sumativa, os melhores resultados foram obtidos pelos alunos da turma A e que poderão ser explicadas pela maior interação aluno-professor e aluno-aluno nesta turma.

Um professor de Ciências além de possuir conhecimentos científicos consolidados e atualizados, base de qualquer sistema formal do ensino da Ciência, deve ser um comunicador efetivo capaz de interagir com os alunos, colocando questões que conduzam a aprendizagens (Chin, 2006; Osbourne & Dillon, 2008).

As atividades desenvolvidas tornaram ainda mais evidente a necessidade de não separar os conteúdos científicos dos pedagógico-didáticos, durante a formação de professores, tendo-se sempre em consideração os problemas específicos que ocorrem durante os processos de ensino e aprendizagem das ciências (McDermott, 1990, Viennot, 1997 in Cachapuz *et al.*, 2001).

Durante as aulas de Geologia e Biologia foram implementadas várias estratégias, desde as mais comuns, como a utilização do quadro interativo para apresentar diapositivos em PowerPoint, até às mais específicas, como a execução de atividades práticas laboratoriais. As estratégias e os recursos foram avaliados com base em instrumentos, testes diagnósticos, grelhas de avaliação dos relatórios de atividades laboratoriais e do IX Congresso dos Jovens Geocientistas, provas de avaliação sumativas e questionários. Conclui-se, com base nos resultados da avaliação, que as estratégias e os recursos constituíram um fator muito importante no ensino e aprendizagem dos temas, não esquecendo a especificidade dos alunos e da turma.

Central a todo o processo de lecionação esteve a visualização de representações pictóricas, por exemplo gráficos, imagens, mapas, animações ou vídeos, associado ao questionamento oral dos alunos. Deste modo, procurou-se evitar o ensino por transmissão, tornando as aulas mais dinâmicas e contribuindo para uma maior interação entre o professor e os alunos. Esta estratégia também pretendia motivar os alunos, aumentando o interesse pelos conteúdos lecionados porém, nem sempre funcionou. De um modo geral, os momentos em que os alunos, particularmente na turma B, mostraram menor receptividade em participar voluntariamente foram ultrapassados, indicando o aluno que deveria responder à questão.

Os objetivos foram alcançados, tendo sido criado um ambiente de ensino e de aprendizagem favorável à construção ativa do saber, fornecendo quadros conceituais integradores e globalizantes que contribuíram para aprendizagens significativas,

relacionando esses conhecimentos científicos com o respetivo impacto na sociedade e ambiente. O desenvolvimento de competências, nos domínios da compreensão e utilização de conceitos, dados e teorias; da destreza cognitiva e do raciocínio lógico e crítico, foram também concretizadas.

Em relação ao IX Congresso dos Jovens Geocientistas, foram desenvolvidos e consolidados os conhecimentos lecionados em Geologia, especificamente Vulcanologia, relacionando-os com a sociedade e o ambiente, por intermédio da interdisciplinaridade com Matemática. A qualidade dos processos e dos produtos finais, do trabalho realizado pelos seis grupos participantes mostrou a motivação e entusiasmo dos alunos. Consequentemente, as avaliações individuais foram muito positivas, não existindo classificações inferiores a 17 valores. A análise dos dados dos questionários sobre esta atividade revelou que os alunos consideraram que a sua participação permitiu desenvolver o pensamento crítico, melhorar os conhecimentos sobre os temas em estudo e conhecer melhor o papel das Geociências na sociedade.

A lecionação foi completada em consonância com a planificação, destacando-se o papel do Programa de Biologia e Geologia 10º ou 11º anos, para o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, elaborado pelo Ministério da Educação, como guião orientador da planificação a médio e a curto prazo. Contudo, houve alguma dificuldade em conciliar a duração prevista na referida planificação dos temas com a realidade.

A informação do programa correspondente ao 10º ano de escolaridade, e também de anos anteriores (do 5º ao 9º ano), foi fundamental para a elaboração do teste diagnóstico que possibilitou, por sua vez, uma compreensão mais vasta da gama de conhecimentos científicos que os alunos possuem sobre os conteúdos específicos.

A análise comparativa dos resultados das questões dos pré e pós testes de Geologia e Biologia mostrou que, apesar de ter havido uma melhoria nos resultados de todas questões, ainda foram ainda detetadas dificuldades em algumas questões. Em Geologia, na questão 2.2, os alunos parecem não ter compreendido as instruções, denunciando uma formulação incorreta do enunciado. A questão 7, referente à legenda de uma imagem a preto e branco, não foi a opção mais adequada para o teste. De qualquer forma, nas duas questões não houve respostas incorretas, mas incompletas. Na Biologia destacou-se a questão 3.2, sobre o estado de turgescência das células-guarda dos estomas que, apesar do comportamento dos estomas, durante uma determinada fase

do dia, ter sido descrito corretamente, os termos plasmolisada e túrgida foram utilizados incorretamente.

As questões para a realização de uma avaliação conceitual, por meio de itens de seleção (escolha múltipla, ordenação e correspondência), e procedimental, através de itens de construção (questões de resposta curta ou média) foram construídas tendo em consideração os parâmetros de avaliação no Agrupamento de Coimbra Oeste, ao qual pertence a Escola Secundária D. Duarte, e as linhas orientadoras da construção dos exames nacionais de Biologia e Geologia, associando textos introdutórios e imagens ou gráficos para interpretação.

O estabelecimento dos critérios de correção foi mais difícil de definir nos itens de construção, devido em parte à subjetividade a elas associada e em parte devido à inexperiência do professor estagiário.

Nas questões das provas de avaliação sumativa o sucesso foi menor na componente procedimental, o que poderá ser ultrapassado se forem implementadas outras estratégias para desenvolver as capacidades de escrita e argumentação dos alunos. Por exemplo, a utilização de debates simulados em que diferentes alunos adotam diferentes posições sobre temas científicos, associados à lecionação dos programas curriculares de Biologia e Geologia, e de interesse atual como o aquecimento global, vacinação e uso excessivo de antibióticos.

A aplicação de conhecimentos, contextualizando-os e expressando-os de forma oral poderá aumentar a capacidade dos alunos para relacionar fatores e processos que, muitas vezes, são lecionados de forma independente.

Na lecionação dos temas foram implementadas várias estratégias, tendo as fichas de trabalho tido um grande impacto. Apesar de em ambas as áreas se ter utilizado este recurso, a quantidade de fichas de trabalho em Biologia foi menor, podendo esta estratégia ser reconhecida como um treino para a resolução de exercícios de construção, é natural que a menor frequência da sua execução tenha tido, como consequência, classificações inferiores na componente procedimental das provas sumativas.

Concluo destacando a importância de todas as atividades, desenvolvidas ao longo deste ano letivo na formação de professor de Biologia e Geologia, e a reflexão crítica dos sucessos e dos insucessos. Tal como outros futuros professores de Biologia e Geologia, durante a formação didática, possuía uma visão ainda demasiado redutora do que significa ensinar Ciência, muito enraizada nas experiências anteriores de

aprendizagem escolar (Silva & Vieira, 2012). O ambiente escolar/educativo colocou desafios, que, mesmo quando antecipados, nem sempre foram ultrapassados. Só uma maior experiência profissional, associada a uma contínua reflexão e desejo em melhorar como docente, poderá permitir ultrapassar esses desafios, através da construção de mais conhecimentos e desenvolvimento de outras capacidades. Neste contexto, destaca-se a redução da utilização do ensino por transmissão e a transformação para um ensino que promova atividades baseadas na pesquisa, na resolução de problemas e nas atividades práticas laboratoriais, desenvolvendo, paralelamente, capacidades de argumentação discursiva como meio de desenvolver o raciocínio epistemológico (Holbrook & Rannikmae, 2012; Simon, 2012).

6. Referências bibliográficas

- Allen, D. E., Donham, R. S., & Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 128, 21-29.
- Angeles, G., Bond, B., Boyer, J.S., Bodribb, T., Burns, M.J., Cavender-Bares, J., Clearwater, M., Cochard, H., Comstock, J., Domec, J.C., Donovan, L., Ewers, F., Gartner, B., Hacke, U., Hinckley, T., Holdbrook, N.M., Jones, H.G., Lopez-Portillo, J., Lovisolo, C., Martin, T., Martinez-Vilalta, J., Mayr, S., Meinzer, F.C., Melcher, P., Mencuccini, M., Mulkey, S., Nardini, A., Neufeld, H.S., Passioura, J., Pockman, W.T., Pratt, R.B., Rambal, S., Richter, H., Sack, L., Salleo, S., Schubert, A., Schulte, P., Sparks, J.P., Sperry, J., Teskey, R. & Tyree, M. (2004). The Cohesion-Tension theory. *New Phytologist*, 163, 451–452.
- Atkin, J.M.& Black, P. (2007).History of science curriculum reform in the United States and the United Kingdom. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arnórsson, S. (2000).Exploitation of geothermal resources. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Batiza, R. & White, J.D.L. (2000). Submarine lavas and hyaloclastite. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.

- Bidlack, J.E. & Jansky, S. (2011). *Stern's Introductory Plant Biology*. New York: McGraw-Hill.
- Borgia, A., Aubert, M., Merle, O. & van Wyk de Vries, B.(2010). What is a volcano? Geological Society of America Special Papers, 470, 1-9.
- Brooker, R.J., Widmaier, E.P., Graham, L.E.& Stiling, P.D. (2011).Biology. New York: McGraw-Hill.
- Brown, H.R. (2013). The Theory of the rise of sap in trees: Some historical and conceptual remarks. *Physics in Perspective*, 15, 320-358.
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D. Carrascosa, J. & Terrades, I.M. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14 (1), 155-195.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), 363-381.
- Celebonovic, V. (2000). Semiclassical planetology: Some results. *Publications de l'Observatoire Astronomique de Belgrad*, 67, 19-26.
- Chin, C. (2006). Classroom interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28 (11), 1315-1346.
- Cochard, H. (2006).Cavitation in trees. *Comptes Rendus Physique*, 7, 1018-1026.
- Cole, J.W., Milner, D.M. & Spinks, K.D. (2005).Calderas and caldera structures: a review. *Earth-Science Reviews*, 69, 1-26.

- DeBoer, G.E. (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.
- Dias, A.G., Freitas, C., Guedes, F. & Bastos, C. (2011a). Anomalia gravimétrica. *WikiCiências*, 2 (5), 0306.
http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Anomalia_gravim%C3%A9trica.
- Dias, A.G., Freitas, C., Guedes, F. & Bastos, C. (2011b). Anomalia magnética. *WikiCiências*, 2 (5), 0307.
http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Anomalia_magn%C3%A9tica
- Dias, A.G., Freitas, C., Guedes, F. & Bastos, C. (2011c). Método de estudo (Estrutura Interna da Terra). *WikiCiências*, 2 (5), 0333.
http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Anomalia_magn%C3%A9tica
- Dixon, H. H. & Joly, J. (1985). On the ascent of sap. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 186, 563-576.
- Domec, J. C. (2011). Let's not forget the critical role of surface tension in xylem water relations. *Tree physiology*, 31 (4), 359-360.
- Drake, C.L., Battan, L.J., Bredehoeft, J.D., Cox, A.V., Johnson, F.S., Odishaw, H. Officer, C.B. & Van Andel, T.H. (1979). *Impact of Technology on Geophysics*. Washington: National Academy of Sciences.
- Duque, C., Calvache, M. L., Pedrera, A., Martín-Rosales, W. & López-Chicano, M. (2008). Combined time domain electromagnetic soundings and gravimetry to determine marine intrusion in a detrital coastal aquifer (Southern Spain). *Journal of Hydrology*, 349 (3), 536-547.
- ENL - Exxon Neftegas Limited (2013). Sakhalin-1 Drilling program marks 10th anniversary with world records. http://www.sakhalin-1.com/Sakhalin/Russia-English/Upstream/media_news_events_10years_drilling.aspx

- Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2012). *Raven Biology of Plants*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Fink, J.H. & Anderson, S.W. (2000). Lava domes and Coulees. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Forsyth, D. W., Lay, T., Aster, R. C. & Romanowicz, B. (2009). Grand challenges for seismology. EOS, Transactions American Geophysical Union, 90 (41), 361-362.
- Fowler, H.W. & Fowler F.G. (Eds.). (2011). *The Concise Oxford Dictionary: The Classic First Edition*. Oxford: Oxford University Press.
- Frisch, A. L., Camerini, L., Diviani, N., & Schulz, P. J. (2012). Defining and measuring health literacy: how can we profit from other literacy domains? *Health promotion international*, 27(1), 117-126.
- Fusco, D. & Barton, A. C. (2001). Representing Student Achievements in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (3), 337–354.
- Geller, E. (2003). *McGraw-Hill Dictionary of Earth Science*. New York: McGraw-Hill.
- Gerring, J. (2007). *Case Study Research. Principles and Practices*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gilbert, J.K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Graham, L. E., Cook, M. E., & Busse, J. S. (2000). The origin of plants: body plan changes contributing to a major evolutionary radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(9), 4535-4540.
- Grotzinger, J., Jordan, T.H., Press, F. & Siever, R. (2007). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman and Company.

- Hacke, U. G., & Sperry, J. S. (2001). Functional and ecological xylem anatomy. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 4 (2), 97-115.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2012). Innovative Inquiry-based Science Learning Environments in the Framework of PROFILES. In C. Bolte, J. Holbrook & F. Rauch (Eds.). *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project*. Berlin: Freie Universität Berlin.
- IODP - International Ocean Discovery Program (2012). Chikyu Sets a New World Drilling-Depth Record of Scientific Ocean Drilling. <http://www.iodp.org/drilling-depth-record-of-scientific-drilling>.
- Jacobsen, A.L., Pratt, R.B., Tobin, M.F., Hacke, U.G. & Ewers, F.W. (2012). A Global Analysis of Xylem Vessel Length in Woody Plants. *American Journal of Botany*, 99 (10), 1583-1591.
- Jaupart, C. (2000). Magma Ascent at Shallow Levels. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Kenrick, P. & Crane, P. R. (1997). The origin and early evolution of plants on land. *Nature*, 389, 33-39.
- Knoblauch, M. & Oparka, K. (2012). The structure of the phloem – still more questions than answers. *The Plant Journal*, 70, 147 – 156.
- Koh, E. J., Zhou, L., Williams, D. S., Park, J., Ding, N., Duan, Y. P. & Kang, B. H. (2012). Callose deposition in the phloem plasmodesmata and inhibition of phloem transport in citrus leaves infested with “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”. *Protoplasma*, 249, 687-697.
- Laufer, M. (2013). Education, Science and Technology. *Interciencia*, 38 (9), Editorial.

- Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. Trabalho prático e experimental na Educação em Ciências, 91-108.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Caderno Didáticos de Ciências, 1, 77-96.
- Leliaert, F., Smith, D. R., Moreau, H. Herron, M. D., Verbruggen, H., Delwiche, C. F. & Clerck, O. D. (2012). Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. Critical Reviews in Plant Sciences, 31, 1–46.
- LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia (2010). Léxico de termos geológicos.
http://geoportal.lneg.pt/index.php?option=com_content&id=53&lg=pt
- Lucas, W. J., Groover, A., Lichtenberger, R., Furuta, K., Yadav, S.-R., Helariutta, Y., He, X.-Q., Fukuda, H., Kang, J., Brady, S. M., Patrick, J. W., Sperry, J., Yoshida, A., López-Millán, A.-F., Grusak, M. A. & Kachroo, P. (2013). The Plant Vascular System: Evolution, Development and Functions. Journal of Integrative Plant Biology, 55, 294–388.
- Lucas, W. J., Yoo, B.C. & Kragler, F. (2001). RNA as a long-distance information macromolecule in plants. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 2, 849-857.
- Maggio, A., Zhu, J.K., Hasegawa, P.M. & Bressan, R.A. (2006). Osmogenetics: Aristotle to *Arabidopsis*. The Plant Cell, 18, 1542-1557.
- Martínez-Frias, J. & Hochberg, D. (2007). Classifying science and technology: two problems with the UNESCO system. Interdisciplinary Science Reviews, 32 (4), 315-319.
- Marušić, M. & Sliško, J.(2012). Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students' Development of Reasoning. International Journal of Science Education, 34 (2), 301-326.

- Mauseth, J.D. (2012) *Botany: An Introduction to Plant Biology*. Toronto: Jones and Bartlett Learning.
- McCall, G.J.H. (2005a). Earth. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- McCall, G.J.H. (2005b). Earthquakes. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- McCall, G.J.H. (2005c). Earth Structure and Origins. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- McCall, G.J.H. (2005d). Geysers and Hot Springs. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- McCall, G.J.H. (2005e). Volcanoes. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- MEC - Ministério da Educação e Ciência (2012). Decreto-Lei nº 139/2012. Diário da República, 1.ª série — N.º 129 — 5 de julho de 2012.
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Paper prepared for the Committee: High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Science, Washington, DC. http://archive.informalscience.org/researches/Robin_Millar_Final_Paper.pdf
- Minchin, P.E.H. & Lacoite, A. (2005). Research review: New understanding on phloem physiology and possible consequences for modelling long-distance carbon transport. *New Phytologist*, 166, 771–779.
- Miyashima, S., Sebastian, J., Lee, J.Y. & Helariutta, Y. (2013). Stem cell function during plant vascular development. *The European Molecular Biology Organization (EMBO) Journal*: 32 (2), 178 – 193.

- Moore, P. (2005). Asteroids, Comets and Space Dust. In R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer (Eds.). *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Morrissey, M., Zimanowski, B., Wohletz, K. & Buettner, R. (2000). Phreatomagmatic Fragmentation. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Morrissey, M. & Mastin, L.G. (2000). Vulcanian Eruptions. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Nakhleh, M. (2008). The Design of Units and Courses Focused on Visualization. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Nardini, A., Lo Gullo, M.A. e Salleo, S. (2011). Refilling embolized xylem conduits: Is it a matter of phloem unloading? *Plant Science*, 180, 604–611.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections (Vol. 13)*. London: The Nuffield Foundation.
- Pacheco, J.A. (2012). Avaliação das aprendizagens: políticas formativas e práticas sumativas. Texto apresentado nos Encontros de Educação, promovidos pela Secretaria da Educação, do Governo Regional da Madeira, Funchal, 10 e 11 de fevereiro.
- <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/21170/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20das%20aprendizagens%20Pol%C3%ADticas%20formativas%20pr%C3%A1ticas%20sumativas.pdf>
- Perfit, M.R. & Davidson, J.P. (2000). Plate Tectonics and Volcanism. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Ping, C.L. (2000). Volcanic soils. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.

- Ponte, J. P., & Serrazina, L. (2004). Práticas profissionais dos professores de Matemática. *Quadrante*, 13(2), 51-74.
- Powell, K. C., & Kalina, C. J. (2009). Cognitive and social constructivism: Developing tools for an effective classroom. *Education*, 130(2), 241-250.
- Rapp, D.N. & Kurby, C.A. (2008). The ‘Ins’ and ‘Outs’ of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. (2011). *Campbell Biology*. San Francisco: Pearson Education.
- Rogers, N. & Hawkesworth, C. (2000). Composition of Magmas. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Rutherford, M.J. & Gardner, J.E. (2000). Rates of Magma Ascent In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Ryan, M.G. & Asao, S. (2014). Phloem transport in trees. *Tree Physiology*, 34, 1-4.
- Schmincke, H.U. (2004). *Volcanism*. Berlin: Springer-Verlag.
- Schmitt, D., Ossendrijver, M.A.J.H. & Hoynge, P. (2001). Magnetic field reversals and secular variation in a bistable geodynamo model. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 125, 119–124.
- Sigurdsson, H. (2000). The history of volcanology. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Sigurdsson, H. & Lopes-Gautier, R. (2000). Volcanoes and Tourism. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.

- Silva, J. L., & Vieira, F. (2012). Aprender a ensinar antes de ensinar: uma experiência na formação didática de futuros professores de ciências. Artigo apresentado no X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Entretejiendo la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora, Villa Giardino, Córdoba, Argentina, 11, 12 e 13 de outubro. http://repositorium.sdum.uminho.pt/xmlui/bitstream/handle/1822/20672/Coelho_da_Silva_%26_Vieira_Aprender_a_Ensinar_Antes_de_Ensinar_VCIEB_2012.pdf?sequence=1
- Simon, S. (2012). Effective Continuous Professional Development in Science Education. In C. Bolte, J. Holbrook & F. Rauch (Eds.). *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project*. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Son, J. W. (2013). How preservice teachers interpret and respond to student errors: ratio and proportion in similar rectangles. *Educational Studies in Mathematics*, 84 (1), 49-70.
- Spohn, T. (Ed.). (2009). *Planets and Moons – Treatise on Geophysics Vol. 10*. Amsterdam: Elsevier.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers.
- Tasker, R. & Dalton, R. (2008). Visualizing the Molecular World – Design, Evaluation, and Use of Animations. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Tyree, M.T. & Zimmermann, M.H. (2001). *Xylem Structure and the Ascent of Sap*. Berlin: Springer-Verlag.
- Turgeon, R. & Wolf, S. (2009). Phloem Transport: Cellular Pathways and Molecular Trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 60, 207–2.

- Uttal, D.H. & O'Doherty, K. (2008). Comprehending and Learning from 'Visualizations': A Developmental Perspective. In J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Veiga, F.H., Caldeira, S.N. & Melo, M. (2013). Gestão da Sala de Aula: Perspetiva Psicoeducacional. In F.H. Veiga (Coord.). *Psicologia da Educação: Teoria, Investigação e Aplicação - Envolvimento dos Alunos na Escola*. Lisboa: Climepsi Editora.
- Vergniolle, S. & Mangan, M. (2000). Hawaiian and Strombolian Eruptions. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Vitushkin, L. (2011). Measurement standards in gravimetry. *Gyroscopy and Navigation*, 2 (3), 184-191.
- Waight, N., Chiu, M. M., & Whitford, M. (2014). Factors that Influence Science Teachers' Selection and Usage of Technologies in High School Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 1-14.
- Walker, G.L.L. (2000). Basaltic Volcanoes and Volcanic Systems. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Wallace, P. & Anderson, A.T. (2000). Volatile in Magmas. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Wegner, L.H. (2013). Root pressure and beyond: energetically uphill water transport into xylem vessels? *Journal of Experimental Botany*, 65(2), 381-393.
- Werner, D., Gerlitz, N. & Stadler, R. (2011). A dual switch in phloem unloading during ovule development in *Arabidopsis*. *Protoplasma*, 248, 225-235.

- White, J.D.L. & Houghton, B. (2000). Surtseyan and Related Phreatomagmatic Eruptions. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Wolf, J.A. & Sumner, J.M. (2000). Lava Fountains and their Products. In H. Sigurdsson (Ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego: Academic Press.
- Wong, A. S. L., Cheng, M. M., & Yip, V. W. (2013). Scientific Models in the Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) Research and in the Biology Curriculum. In D.F. Treagust, & C.-Y. Tsui, (Eds.). *Multiple Representations in Biological Education 7*. Netherlands: Springer.
- Xiaoen, W. (2008). A Fibre-Assembling-Pressure Model for Developing Root Pressure. <http://www.paper.edu.cn/200812-391>
- Ye, Z.H. (2002). Vascular Tissue Differentiation and Pattern Formation in Plants. *Annual Review Plant Biology*, 53, 183-202.
- Zimmermann, U., Schneider, H., Wegner, L.H. & Haase, A. (2004). Water ascent in tall trees: does evolution of land plants rely on a highly metastable state? *New Phytologist*, 162, 572-615.

Anexos

Tabela 3 – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
Tema III - Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera	Avaliar o conhecimento dos alunos	- Aplicação de um Teste diagnóstico (Métodos para o estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia)		1
1- Métodos para o estudo do interior da Geosfera				
1.1- Tipos de métodos	Distinguir entre métodos diretos e indiretos	- Exploração da imagem, no PowerPoint, desenho de um homem a escavar até ao centro da Terra - Elaboração de um esquema no quadro interativo, distinguindo métodos diretos e indiretos, com exemplos, a partir de um diálogo com os alunos:	Estrutura interna da Terra Geosfera Método direto Método indireto	1
	Identificar diferentes exemplos de métodos diretos para o estudo do interior da Terra	▪ Questão colocada aos alunos “Que tipos de métodos diretos, para o estudo do interior da Terra é que conhecem?”, de modo a reconhecer a Observação direta, o estudo de Minas e pedreiras, o vulcanismo e as sondagens como métodos diretos		
	Identificar diferentes exemplos de métodos indiretos para o estudo do interior da Terra	▪ Questão colocada aos alunos “Que tipos de métodos indiretos, para o estudo do interior da Terra é que conhecem?”, de modo a reconhecer a Sismografia e a Planetologia/astrogeologia como métodos indiretos ▪ Introdução, no esquema, das áreas da Geofísica como métodos indiretos, que ainda não tinham sido referidos aos alunos nos anos anteriores		
1.2- Métodos diretos	Perceber a definição de método direto	- Apresentação e leitura da definição de métodos diretos para o estudo do interior da Terra, no PowerPoint, com imagens ilustrativas (exemplos de métodos diretos)		1
1.2.1- Sondagens	Identificar as principais sondagens realizadas	- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, com as principais sondagens geológicas efetuadas para mostrar as principais profundidades atingidas	Crosta continental Crosta oceânica	1

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Reconhecer as diferenças entre as sondagens na crosta continental e na crosta oceânica	- Evidenciar, na mesma imagem, as diferenças entre sondagens geológicas efetuadas na crosta continental e as sondagens geológicas na crosta oceânica, através de questões aos alunos: ▪ Questão colocada aos alunos “Que diferenças observas entre as sondagens na crosta continental e a sondagem na crosta oceânica?”, de modo a reconhecer que as sondagens oceânicas atingem menores profundidades	Pressão Profundidade Temperatura interna da Terra Sondagens geológicas	
	Perceber que crosta oceânica é menos espessa que a crosta continental	▪ Questão colocada aos alunos “Qual a vantagem de realizar sondagens geológicas na crosta oceânica?”, de modo a reconhecer a menor espessura da crosta oceânica		
	Identificar as vantagens e as limitações das sondagens geológicas			
1.2.2- Observação direta	Identificar os tipos de estudos que envolvem a observação direta do material geológico	- Exploração de imagens, no PowerPoint, com os diferentes exemplos de estudos geológicos que envolvem a observação direta dos materiais	Afloramentos Minas Observação direta Pedreiras	1
	Reconhecer a principal limitação da observação direta	- Exploração das mesmas imagens, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos: ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a limitação da observação direta?”, de modo a reconhecer que a observação direta apenas permite o estudo de uma pequena fração do interior da Terra		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
1.2.3- Vulcanismo	Compreender o tipo de dados e informação sobre o interior da Terra que é possível recolher do estudo dos vulcões e da sua atividade	<p>- Exploração de três imagens, no PowerPoint, com a representação fotográfica de atividade vulcânica, de xenólitos e da recolha de amostras durante uma erupção, de modo a compreender o contributo da vulcanologia para o entendimento da estrutura e composição do interior da Terra, com diálogo com os alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “De onde provém o material expelido durante as erupções?”, para que os alunos percebam que o magma provém de zonas muito profundas da Terra ▪ Questão colocada aos alunos “O magma é composto apenas por material rochoso no estado fundido?”, de modo a introduzir o conceito xenólito ▪ Questão colocada aos alunos “Com os dados recolhidos pelos vulcanólogos durante as erupções, quais as informações que se obtêm sobre o interior da Terra?”, para que os alunos identifiquem a informação que se obtém com o estudo dos vulcões <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho “Métodos diretos”</p>	Magma Vulcanismo Xenólitos	1
1.3- Métodos indiretos	Perceber a definição de métodos indiretos	- Apresentação e leitura da definição de métodos indiretos para o estudo do interior da Terra, no PowerPoint, com imagens ilustrativas (exemplos de métodos indiretos)		2
1.3.1- Planetologia e Astrogeologia	Reconhecer o estudo do sistema solar/universo da antiguidade ao presente	- Exploração de imagens, no PowerPoint, do Stonehenge à sonda robótica em Marte “Curiosity”, de modo a relevar o interesse do estudo dos astros para compreender a Terra.	Asteroide Astrogeologia Cometa Nébula Planeta Planetologia Sistema Solar	2
	Perceber a contribuição da Planetologia e da Astrogeologia no estudo do interior da Terra	- Leitura de um esquema, no PowerPoint, para salientar a aplicação de técnicas para o estudo do Sistema Solar também podem ser aplicadas no estudo da Terra		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> - Exposição, no PowerPoint, de imagens da Nebulosa de Órion para exemplificar o tipo de contributo que o estudo do Universo pode dar para o estudo da Terra - Visionamento, no PowerPoint, de imagens (localização da cintura de asteroides e um asteroide) de modo a ilustrar o principal contributo da Astrogeologia 		
1.3.2- Geofísica	Reconhecer as quatro áreas da geofísica que contribuem para o conhecimento do interior da Terra	- Exposição de quatro imagens ilustrativas das diferentes áreas da geofísica que contribuem para um maior conhecimento do interior da Terra	Geomagnetismo Geotermismo Gravimetria Sismologia	2
1.3.2.1- Gravimetria	Perceber a definição de Gravimetria	- Exploração de um esquema, no PowerPoint, com a definição de Gravimetria	Aceleração gravítica Altitude Anomalia gravimétrica Densidade Elipsoide Força centrífuga Força gravítica Geoide Gravidade Latitude Topografia	2
	Identificar a densidade como o fator que varia a aceleração da gravidade na superfície da Terra	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de um esquema, no quadro interativo, através de questões aos alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “O que é a gravidade?”, os alunos devem lembrar o conceito de gravidade ▪ Questão colocada aos alunos “ Dada a equação para determinar a aceleração da gravidade, $g = \frac{4}{3} * (G \pi r d)$, qual o fator que a faz variar ao nível do mar?”, para reconhecer que a única variável é a densidade ▪ Questão colocada aos alunos “E o raio da Terra. É sempre igual?”, para introduzir as variações da gravidade com a altitude e o relevo 		
	Reconhecer que a superfície da Terra não é lisa	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração de uma imagem, no PowerPoint, para identificar as diferentes altitudes da superfície terrestre, com uma questão aos alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “A superfície da Terra é regular e lisa?”, para realçar o relevo e as diferentes altitudes da superfície terrestre 		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Perceber que a gravidade varia com a altitude e o relevo	- Resolução de um exercício no quadro interativo – questões com base numa imagem com valores gravimétricos em função da altitude		
	Reconhecer que a Terra é achatada nos polos	- Visionamento, no PowerPoint, de uma imagem da Terra, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “A Terra é uma esfera?”, de modo a perceber que a Terra não é uma esfera perfeita - Exploração da imagem da Terra, no PowerPoint, com os diâmetros equatorial e polar		
	Perceber que a gravidade varia com a latitude	- Resolução de um exercício no quadro interativo – questões com base numa imagem com valores gravimétricos em função da latitude, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “ O facto do raio no equador ser maior que nos polos é a única razão para a gravidade ser menor no equador?”, de modo a introduzir o efeito da força centrífuga na gravidade 		
	Compreender a diferença entre a elipsoide da Terra e a geoide	- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, para explicar a distinção entre elipsoide e geoide, acompanhado de diálogo com os alunos		
	Identificar a existência de anomalias gravimétricas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o significado do desvio entre a elipsoide e a geoide?”, de modo a identificar as anomalias gravimétricas 		
	Distinguir entre anomalias gravimétricas positivas e negativas	- Visionamento de uma animação com as anomalias do campo gravítico da Terra, acompanhado de diálogo com os alunos		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “O que representam as zonas a vermelho? E a azul?”, de modo a distinguir entre as anomalias gravimétricas positivas e negativas 		
	Relacionar as anomalias gravimétricas com a densidade dos materiais da superfície terrestre	<p>- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, com esquemas representativos das anomalias positiva e negativa em função das densidades das rochas, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o fator que influencia estas anomalias?”, de modo a perceber que a gravimetria é influenciada pela densidade dos materiais da superfície terrestre <p>- Resolução de um exercício no quadro interativo - preenchimento de um esquema de setas divergentes</p>		
	Compreender o significado do valor da densidade global da Terra	<p>- Análise de um do esquema, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos</p>		
	Reconhecer que a densidade aumenta, de uma forma não uniforme, com a profundidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Como é que se explica a diferença entre a densidade global da Terra e a densidade médias das rochas da superfície?”, de modo a perceber que a densidade aumenta com a profundidade <p>- Análise do gráfico da densidade e da pressão em função da profundidade, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “O aumento da densidade com a profundidade é uniforme?”, de modo a perceber que a densidade aumenta com a profundidade, mas não de uma forma uniforme 		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Perceber o significado da informação da densidade para a compreensão do interior da Terra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o significado dos súbitos aumentos da densidade?”, de modo a relacionar a densidade com a delimitação do interior da Terra e com a composição dessas zonas 		
	Consolidar os tópicos sobre Gravimetria explorados anteriormente	Aplicação de uma ficha de trabalho – “Gravimetria”		
1.3.2.2- Geotermismo	Perceber a definição de geotermismo	<p>- Exploração de um esquema, no PowerPoint, e análise de um gráfico da temperatura do interior da Terra em função da sua profundidade, para ilustrar a definição de geotermismo, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual é o comportamento da temperatura em relação à profundidade?”, de modo a reconhecer que a temperatura aumenta com a profundidade - preenchimento de espaços no esquema ▪ Questão colocada aos alunos “De que forma ocorre esse aumento?”, para que os alunos reconheçam que o aumento da temperatura com a profundidade não é uniforme - preenchimento de espaços no esquema 	<p>Calor Fluxo térmico Gradiente geotérmico Grau geotérmico Placas litosféricas Rifte Subducção</p>	3
	Relacionar a quantidade de calor libertado à superfície com os limites das placas litosféricas	<p>- Exploração de um mapa do calor libertado na superfície terrestre, no PowerPoint, para relacionar com os limites das placas litosféricas e o modo como calor ascende até à superfície, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “De que forma o calor ascende até à superfície?”, para que os alunos identifiquem a convecção, condução e radiação como formas de o calor ascender do interior à superfície e depois ser libertada para a atmosfera 		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Quais as zonas com maior libertação de calor?” e “Conseguem identificar alguma característica tectónica nessas zonas?”, para que os alunos relacionem as zonas de maior libertação de calor com o anel de fogo - zonas de subducção - no Oceano Pacífico e o rifte do Oceano Atlântico 		
	Compreender o significado de gradiente geotérmico	<p>- Análise de um gráfico, no PowerPoint, da temperatura do interior da Terra em função da sua profundidade, para ilustrar a definição de gradiente geotérmico, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o comportamento do gradiente geotérmico com a profundidade?”, para que os alunos interpretem o gráfico e reconheçam que o gradiente geotérmico diminui com a profundidade - preenchimento de espaços no esquema 		
	Compreender o significado de grau geotérmico	<p>- Análise de um gráfico da temperatura do interior da Terra em função da sua profundidade, para ilustrar a definição de grau geotérmico, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o comportamento do grau geotérmico com a profundidade?”, para que os alunos interpretem o gráfico e reconheçam que o grau geotérmico aumenta com a profundidade - preenchimento de espaços no esquema 		
	Consolidar os tópicos sobre Geotermismo explorados anteriormente	Aplicação de uma ficha de trabalho – “Geotermismo”		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
1.3.2.3- Geomagnetismo	Perceber a definição de geomagnetismo	- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, para ilustrar a definição de geomagnetismo e explicar a magnetização dos minerais, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Como se comportam os minerais magnetizados durante a formação de rochas magmáticas extrusivas?”, de modo a perceber que os minerais refletem a orientação do campo magnético coexistente com o processo de formação das rochas magmáticas extrusivas	Anomalia do campo magnético Campo magnético Fundos oceânicos Inversão do campo magnético	3
	Compreender a influência do campo magnético da Terra na orientação dos minerais no momento da sua formação	- Exploração de um esquema, ilustrado com imagens do campo magnético da Terra, no PowerPoint, para perceber a influência do campo magnético da Terra na orientação dos minerais no momento da sua formação, acompanhado da Resolução de um exercício no quadro interativo - preenchimento de espaços no esquema	Magnetização Minerais ferromagnesianos Núcleo externo Núcleo interno	
	Perceber a importância do geomagnetismo como dado que apoia a hipótese da expansão dos fundos oceânicos	- Interpretar uma imagem, no PowerPoint, esquemática da expansão dos fundos oceânicos sustentada nas inversões dos campos magnéticos, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “De que forma a informação sobre a polaridade dos fundos oceânicos apoia a expansão dos mesmos?”, de modo a que os alunos interpretem a imagem identificando as mudanças na polaridade e a simetria (eixo – rifte) dos fundos oceânicos	Rochas magmáticas extrusivas	
	Identificar e compreender as anomalias do campo magnético da Terra	- Exploração de imagens, no PowerPoint, para exemplificar anomalias positivas e negativas do campo magnético da Terra, acompanhado de diálogo com os alunos		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Como se explica a anomalia no campo magnético da Terra registado em alguns locais da superfície terrestre?”, de modo a perceber que a análise do campo magnético da Terra em alguns locais pode permitir identificar depósitos de rochas constituídas por mais ou menos minerais ferromagnesianos 		
	Consolidar os tópicos sobre Geotermismo explorados anteriormente	Aplicação de uma ficha de trabalho – “Geomagnetismo”		
1.3.2.4- Sismologia	Perceber a definição de sismologia	<p>- Leitura de um esquema, no PowerPoint, para compreender a definição de sismologia e a informação que fornece para a compreensão do interior da Terra, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “De acordo com a informação das ondas sísmicas, a Terra é heterogénea ou homogénea?”, de modo a reconhecer que a informação fornecida pela sismologia sustenta que o interior da Terra é heterogéneo 	Ondas S Ondas sísmicas Ondas P	4
	Compreender o significado do comportamento das ondas sísmicas no interior da Terra	<p>- Análise de um gráfico, no PowerPoint, da velocidade das ondas sísmicas em função da profundidade para perceber o seu significado, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o significado da estagnação do aumento da velocidade das ondas S e P por volta dos 50 km?”, de modo a reconhecer o limite entre crosta e manto ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o significado da inexistência de ondas S e da diminuição da velocidade das ondas P entre os 3000 e os 5000 km?”, de modo a reconhecer que esta zona deverá estar num estado líquido 		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o significado do ressurgimento de ondas S e do aumento da velocidade das ondas P a partir dos 5000 km?”, de modo a reconhecer que esta zona deverá estar no estado sólido <p>- Exploração de imagens, no PowerPoint, para compreender o comportamento das ondas sísmicas nas diferentes zonas do interior da Terra</p>		
2 – Vulcanologia	Perceber a definição	- Leitura de um esquema e exploração de um vídeo, no PowerPoint, com a representação do estudo da atividade vulcânica, de modo a ilustrar o contributo o trabalho dos vulcanólogos, acompanhado de diálogo com os alunos para salientar os perigos que estes cientistas enfrentam	Erupção Fumarola Fratura Géiser Nascente termal Vulcanismo central Vulcanismo fissural Vulcanismo primário Vulcanismo secundário Vulcanologia Vulcão	4
	Distinguir vulcanismo primário de secundário	- Leitura e análise de um mapa de conceitos, no PowerPoint, com vídeos ilustrativos (exemplos dos diferentes tipos de vulcanismo), acompanhado de diálogo com os alunos para completar o mapa de conceitos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “ O vulcanismo primário pode ser fissural ou...?”, de modo a identificar o vulcanismo primário fissural ▪ Questão colocada aos alunos “ No vulcanismo primário fissural o aparelho vulcânico é constituído por...?”, de modo a identificar as fraturas ▪ Questão colocada aos alunos “Que outros exemplos de vulcanismo secundário conhecem?”, de modo a identificar as nascentes termais e os géiseres como exemplos de vulcanismo secundário 		
2.1- Vulcanismo primário	Distinguir entre vulcanismo central e fissural	- Exploração de imagens, no PowerPoint, comparando a representação da estrutura clássica de um vulcão com a representação do vulcanismo fissural, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Que diferenças observam entre as duas imagens?”, de modo a destacar as diferenças entre ambos 	Câmara magmática Chaminé Cratera Cone vulcânico	4

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Identificar as principais estruturas e constituintes dos dois tipos de aparelhos vulcânicos	- Exploração de imagens, no PowerPoint, comparando a representação da estrutura clássica de um vulcão com a representação do vulcanismo fissural, acompanhado de um exercício no quadro interativo ▪ Estabelecer correspondências entre as definições das estruturas ou dos constituintes dos aparelhos vulcânicos com as suas corretas representações nas respetivas imagens	Gases Lava Nuvem ardente Piroclastos	
2.1.1- Materiais expelidos durante as erupções				4
2.1.1.1- Piroclastos	Identificar os diferentes tipos de piroclastos	- Leitura, no PowerPoint, de um esquema ilustrado com imagens exemplificativas dos diferentes tipos de piroclastos	Bloco Bombas Cinza Lapilli	4
2.1.1.2- Gases	Identificar os principais voláteis (gases) expelidos durante as erupções	- Leitura, no PowerPoint, de um esquema com os diferentes gases expelidos durante as erupções	Azoto Dióxido de carbono Dióxido de enxofre Vapor de água	4
2.1.1.3- Nuvem ardente	Identificar e perceber a formação de nuvens ardentes	- Visionamento de um vídeo, no PowerPoint, de modo a que os alunos observem nuvens ardentes e os danos causados por estes fenómenos		4

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
2.1.1.3- Lava	Perceber a definição de magma	- Exploração de uma imagem ilustrativa de vulcões com câmara magmática e um esquema, no PowerPoint, para compreender a definição de magma, acompanhado de diálogo com os alunos para completar frases do esquema ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a definição de magma com base na imagem?”	Andesito Basalto Fluidez Magma ácido ou félsico ou riolítico Magma básico ou máfico ou basáltico Magma intermédio ou andesítico Riolito Sílica Viscosidade	5
	Distinguir entre magma e lava	- Utilização da mesma imagem e esquema do ponto anterior para perceber a transformação de magma em lava, acompanhado de diálogo com os alunos para completar frases do esquema ▪ Questão colocada aos alunos “O que é que acontece ao magma quando ascende à superfície?”		
	Compreender a classificação do magma em função da sua composição	- Análise de tabelas gráficos com a classificação do magma, no PowerPoint, para perceber as diferenças entre os três tipos de magma, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a principal diferença entre os três tipos de magma?”, de modo a identificarem a quantidade de sílica como o constituinte do magma utilizado para diferenciar os três tipos de magma ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a influência da sílica, da temperatura e da dos gases na viscosidade?”, de modo a compreenderem que a quantidade de sílica, a temperatura e a quantidade de gases presentes no magma vão influenciar o grau de viscosidade ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o efeito das características do magma no tipo de erupção?”, de modo a reconhecerem que a viscosidade é a característica determinante no tipo de erupção		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Relacionar os tipos de magma com os correspondentes tipos de lava	<p>Visionamento de dois vídeos, no PowerPoint, exemplificativos de lavas viscosas e fluidas para os alunos relacionarem com a classificação do magma em função da sua composição, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Que tipo de magma deu origem à lava observada neste vídeo?”, de modo a relacionarem a fluidez da lava com um dos três tipos de magma <p>- Caracterização dos tipos de lava com base nos gráficos da classificação do magma em função da sua composição, no PowerPoint, acompanhado do visionamento de vídeos exemplificativos</p> <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho – “Magmas”</p>		
2.1.2- Materiais/estruturas resultantes da erupção				5
2.1.2.1- Lavas escoriáceas, lavas encordoadas e lavas em almofada	Distinguir lavas escoriáceas de lavas encordoadas	<p>- Exposição de duas imagens, no PowerPoint, ilustrativas destes dois tipos de lava, acompanhadas de vídeos e de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Quais as lavas mais fluidas?” e “Qual o significado em relação à composição das lavas?”, de modo a diferenciar quimicamente os dois tipos de lava ▪ Questão colocada aos alunos “Quais as lavas que vão percorrer maiores distâncias antes de solidificar?” e “Quais as lavas que formam cones vulcânicos mais inclinados”, de modo a associar com a forma do aparelho vulcânico 	Lavas em almofada ou pillow lava Lavas encordoadas ou pahoehoe Lavas escoriáceas ou Aa	5

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Identificar lavas em almofada	- Exploração de uma imagem e de um vídeo, no PowerPoint, para perceber as características principais das lavas em almofada, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Como se processa a formação das lavas em almofada?”, os alunos devem realçar os aspetos essenciais da formação observados no vídeo 		
2.1.2.2- Túneis de Lava	Compreender a formação de túneis de lava	- Exploração de imagens, no PowerPoint, representativas destas estruturas	Túnel de lava	5
2.1.2.3- Disjunções colunares basálticas	Identificar as disjunções colunares basálticas como paisagens vulcânicas	- Exploração de imagens, no PowerPoint, representativas destas estruturas	Disjunção colunar basáltica	5
2.1.2.4- Domos	Reconhecer a estrutura vulcânica Domo e perceber a sua formação	- Visionamento de um vídeo e de uma imagem esquemática de um vulcão com um domo, ilustrativas desta estrutura, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Que tipo de magma, básico, intermédio ou ácido, é que vai formar estas estruturas?” e “O que acontecerá se ocorrer uma nova erupção?”, de modo a que os alunos relacionem estas estruturas com o magma ácido e consequentemente com as erupções explosivas 	Domos	5
2.1.2.5- Agulhas vulcânicas	Identificar as agulhas vulcânicas e perceber a sua formação	- Exploração de uma imagem esquemática de um vulcão com uma agulha vulcânica, ilustrada com a fotografia de uma estrutura real, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Que tipo de magma, básico, intermédio ou ácido, é que vai formar estas estruturas?” e “O que acontecerá se ocorrer uma nova erupção?”, de modo a que os alunos relacionem estas estruturas com o magma ácido e consequentemente com as erupções explosivas 	Agulha vulcânica	5

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Na fotografia exemplificativa desta estrutura onde está o vulcão?”, de modo a que os alunos compreendam que para esta estrutura fique visível tem de ocorrer erosão do cone vulcânico 		
2.1.3- Tipo de erupção	- Relacionar os tipos de lava com os tipos de erupção	<p>- Análise de uma tabela, no PowerPoint, com as características dos diferentes tipos de erupção acompanhada de um exercício no quadro interativo, para completar a tabela e identificar o tipo de lava</p> <p>- Resolução de um exercício, no quadro interativo, de modo a introduzir os diferentes estilos de erupção relacionando-os com o teor de sílica, de modo a que os alunos identifiquem a respetiva viscosidade e carácter das erupções</p>	Erupção efusiva Erupção explosiva Erupção mista Pressão Sismicidade vulcânica	6
	Relacionar as características das lavas com a forma do aparelho vulcânico	<p>- Exploração de uma animação, no PowerPoint, na qual é possível alterar a percentagem de sílica do magma, de modo a perceber que as características também influenciam a forma do aparelho vulcânico</p> <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho – “Vulcanismo Efusivo e Explosivo ”</p>		
2.1.4- Tipos de Vulcões	Reconhecer as quatro formas típicas dos vulcões	<p>- Exploração de imagens, no PowerPoint, exemplificativas das quatro formas típicas dos vulcões de modo a identificar as principais características de cada uma delas</p> <p>- Comparação das quatro imagens anteriores, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a principal diferença dos vulcões em escudo, relativamente aos restantes?”, para que os alunos identifiquem a inclinação do cone vulcânico como principal diferença e relacionem com o tipo de erupção e com o tipo de lava ▪ Questão colocada aos alunos “Qual a principal diferença ente os estratovulcões e os vulcões cone de cinza?”, para que os alunos identifiquem o material que compõem os cone vulcânicos como principal diferença e relacionem com o tipo de erupção e com o tipo de lava 	Cone de cinzas Caldeira Domos vulcânicos Estratovulcão Vulcão em escudo	

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Qual o vulcão onde é mais provável que ocorra uma erupção catastrófica?”, para que os alunos identifiquem os domos vulcânicos e compreendam o processo e consequências de uma erupção num vulcão que na sua cratera possui um domo vulcânico 		
	Compreender a formação das caldeiras vulcânicas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de uma animação em vídeo, no PowerPoint, da formação de uma caldeira vulcânica, para que os alunos percebam a sequência de eventos principais da formação desta estrutura vulcânica - Realização de uma atividade prática para simular a formação de uma caldeira vulcânica, utilizando areia para simular o cone vulcânico, um balão (cheio de ar) para simular a câmara magmática e o ar dentro do balão para simular o magma - Aplicação de uma ficha de trabalho – “Formação de uma caldeira vulcânica” 		
	Consolidar o tópico da composição do magma e da lava e a sua influência	- Construção de um esquema no quadro interativo, acompanhado de diálogo com os alunos, de modo a obter a contribuição dos mesmos para a elaboração do esquema		
2.2.- Vulcanismo secundário	Reconhecer as principais formas de vulcanismo secundário	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de uma figura, no PowerPoint, esquemática com as três principais formas de vulcanismo secundário, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Identifica os três tipos de vulcanismo secundário representados na imagem.”, para que os alunos identifiquem a nascente termal, o géiser e a fumarola ▪ Questão colocada aos alunos “Com base na imagem, explica o funcionamento dos três tipos de vulcanismo secundário”, de modo que os alunos compreendam as diferenças entre os diferentes tipos de vulcanismo secundário 	Camada freática	7
2.2.1- Nascentes termais	Perceber a definição de nascente termal	- Leitura de um esquema ilustrado por imagens, no PowerPoint, com a definição de nascentes termais		7

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
2.2.2- Géiseres	Perceber a definição e a formação de géiseres	- Exploração de um esquema, no PowerPoint, acompanhado por uma animação em vídeo, de modo a ilustrar o funcionamento dos géiseres		7
2.2.3- Fumaro- las	Perceber a definição de fumarola	- Leitura de um esquema ilustrado por imagens, no PowerPoint, com a definição de fumarola	Mofeta Sulfatara	7
	Distinguir entre Mofetas e Sulfataras	- Leitura de um esquema ilustrado por imagens, no PowerPoint, com a distinção entre Sulfataras e Mofetas		
2.3.- Distribuição dos Vulcões	Reconhecer que a distribuição dos vulcões não é aleatória Relacionar a distribuição dos vulcões com o limite das placas litosféricas	- Aplicação de uma ficha de trabalho “Distribuição dos vulcões”, em grupo (de três alunos), utilizando o <i>software</i> de Computador “Google Earth”, de modo a que alunos pesquisem os dados necessários para a correta elaboração das respostas às questões da ficha de trabalho	Convergência de placas litosféricas Divergência de placas litosféricas	7
	Compreender a classificação dos vulcões de acordo com a sua distribuição	- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, para identificar as zonas onde existe vulcanismo, acompanhado de diálogo com os alunos para que estes legendem corretamente a imagem ▪ Questão colocada aos alunos “Indica as zonas onde existe atividade vulcânica.”		
2.3.1- Zonas de convergência de placas litosféricas	Identificar o vulcanismo das zonas de convergência de placas litosféricas (vulcanismo interplacas); Perceber que a maior parte vulcões ocorrem nas zonas de convergência de placas litosféricas	▪ Questão colocada aos alunos “Identifica as zonas tectónicas onde se formam Arco de ilhas e Cadeias vulcânicas continentais.”, para que os alunos identifiquem os limites convergentes das placas litosféricas (vulcanismo interplaca)	Arco de ilhas vulcânicas Cadeia vulcânica continental Interplaca	8

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Compreender a formação de vulcões nas zonas de convergência de placas litosféricas, relacionando com o tipo de erupção	<p>- Visionamento de duas animações em vídeo, no PowerPoint, de limites convergentes de placas litosféricas, de modo a relacionar com o tipo de erupção, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Como explicas, com base no vídeo, a formação de vulcões nestas zonas?”, de modo a que os alunos compreendam a formação de cadeias vulcânicas continentais e Arcos de ilhas vulcânicas 		
2.3.2- Zonas de divergência de placas litosféricas	Identificar o vulcanismo das zonas de divergência de placas litosféricas (vulcanismo interplacas); Perceber que as zonas de divergência de placas litosféricas são as segundas zonas com maior ocorrência de vulcões	<p>- Exploração da imagem anterior, com as zonas onde existe vulcanismo identificadas, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Identifica as zonas tectónicas onde se formam Riftes.”, para que os alunos identifiquem os limites divergentes das placas litosféricas (vulcanismo interplaca) 		8
	Compreender a formação de vulcões nas zonas de divergência de placas litosféricas, relacionando com o tipo de erupção	<p>- Visionamento de uma animação em vídeo, no PowerPoint, de limites divergentes de placas litosféricas, de modo a relacionar com o tipo de erupção, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Questão colocada aos alunos “Como explicas, com base no vídeo, a formação de vulcões nestas zonas?”, de modo a que os alunos compreendam a formação de riftes e planaltos basálticos 		

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
2.3.3- Zonas afastadas dos limites das placas litosféricas	Identificar o vulcanismo no interior das placas litosféricas (vulcanismo intraplacas) Perceber que o vulcanismo intraplaca é o que tem menor ocorrência de vulcões	- Exploração da imagem anterior, com as zonas onde existe vulcanismo identificadas, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Os vulcões são exclusivos das zonas de limites de placas litosféricas?” e “Identifica-a na imagem.”, para que os alunos reconheçam a existência de vulcões no interior das placas (vulcanismo intraplaca)	Intraplaca Pluma térmica Ponto quente	8
	Compreender a formação de vulcões no interior das placas litosféricas, relacionando com o tipo de erupção	- Visionamento de uma animação em vídeo, no PowerPoint, de limites divergentes de placas litosféricas, de modo a relacionar com o tipo de erupção, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Como explicas, com base no vídeo, a existência de vulcões no interior das placas?”, de modo a que os alunos compreendam o conceito de Ponto Quente		
	Consolidar o tópico da distribuição de vulcões	- Exploração de uma animação, no PowerPoint, com a exemplificação da formação de vulcões interplaca e intraplaca ao longo de uma escala de milhões de anos		
2.4- Riscos e Benefícios do vulcanismo	Comparar os riscos e os benefícios que o vulcanismo apresenta para o ser humano	- Exploração de um esquema, no PowerPoint, com os principais riscos do vulcanismo, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “Com todos estes riscos, indica as principais razões que levam os seres humanos a viverem nas proximidades de vulcões.”, de modo a que os alunos percebam os benefícios do vulcanismo para o ser humano - Exploração de imagens, no PowerPoint, com os principais benefícios do vulcanismo	Agricultura Central geotérmica Escoadas de lava Libertação de gases Movimentos de massa Projeção de piroclastos	9

Tabela 3 (continuação) – Planificação a médio prazo dos temas de Geologia, Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Compreender o funcionamento básico das centrais geotérmicas	- Análise de uma imagem esquemática, no PowerPoint, para explicar o funcionamento básico das centrais geotérmicas	Sismos vulcânicos Turismo Tsunamis	
2.4.1- Minimização dos riscos vulcânicos	Reconhecer as principais medidas de prevenção	- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, que representa um mapa das possíveis consequências do desabamento de uma cratera vulcânica, acompanhado da leitura de um esquema e de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “O que é necessário para construir mapas semelhantes a este?”, para que os alunos compreendam a necessidade de estudar a história eruptiva dos vulcões	Áreas de risco Construção antissísmica Educação cívica História eruptiva Monitorização Ordenamento do território	9
	Compreender a importância da monitorização dos vulcões ativos	- Exploração de duas imagens, no PowerPoint, que destaca o Histórico das erupções e a Monitorização dos vulcões ativos, acompanhado de diálogo com os alunos ▪ Questão colocada aos alunos “De que forma os vulcanólogos podem tentar prever as erupções?”, para que os alunos identifiquem a monitorização sísmica. Dos gases, da temperatura e da densidade como principais formas de tentar prever as erupções vulcânicas - Aplicação de uma ficha de trabalho – “Atividade vulcânica dos Açores”		
Tema III - Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera	Avaliar o conhecimento dos alunos	- Aplicação de um Teste diagnóstico (Métodos para o estudo do interior da Geosfera e Vulcanologia)		

Tabela 4 – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
1-Transporte nas plantas	Avaliar o conhecimento dos alunos	- Aplicação de um teste diagnóstico		1
1.1- Evolução das plantas	Distinguir plantas de diferentes níveis de complexidade	- Exploração de imagens, no PowerPoint, sete exemplos de plantas de diferentes níveis de complexidade, de modo a perceber que existem diferentes formas de a matéria chegar às células, a partir de um diálogo com os alunos Para diferenciar as plantas de menores dimensões e de aparência mais simples (briófitas) das plantas de maiores dimensões e que apresentam estruturas complexas (folhas e/ou flores) serão colocadas as questões seguintes: “Todas estas plantas apresentam o mesmo nível de complexidade? Quais são as mais simples? E as mais complexas?”	Angiospérmicas Briófitas Evolução Gimnospérmicas Meio aquático Meio terrestre Plantas não vasculares Plantas vasculares	1
1.1.1- Plantas não vasculares e plantas vasculares	Distinguir entre plantas vasculares e não vasculares	Para reconhecer que os métodos de transporte a curtas distâncias (a nível celular) só funcionam em plantas de menores dimensões que vivem em ambientes muito húmidos será colocada a questão seguinte: “Será que o transporte nos dois grupos de plantas processa-se do mesmo modo?”		1
	Identificar o sistema vascular como fator determinante na colonização do meio terrestre pelas plantas	Para perceber que o sistema vascular das plantas permite-lhes, não só atingir maiores dimensões, mas também uma menor dependência dos fatores ambientais serão colocadas as questões seguintes: “Que grupo de plantas está mais dependente da água? Quais as que são mais parecidas com as primeiras plantas que colonizaram o meio terrestre?” - Interpretação de um cladograma da evolução das plantas, no PowerPoint, com imagens ilustrativas e exemplificativas de cada grupo, a partir de um diálogo com os alunos, para consolidar os conhecimentos sobre o sistema vascular como fator determinante na colonização do meio terrestre		

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<p>Para reconhecer que as plantas tiveram origem num meio aquático será colocada a questão seguinte: “Tendo em conta o ancestral das plantas, qual é a origem das plantas?”</p> <p>Para identificar a obtenção e transporte da água como fatores determinantes será colocada a questão seguinte: “Qual é a principal dificuldade na colonização do ambiente terrestre?”</p> <p>Para identificar a presença de sistema de transporte (vascular) como fator de classificação entre os grupos das não vasculares e das plantas vasculares será colocada a questão seguinte: “Neste cladograma, qual é o principal fator utilizado para classificar as plantas?”</p>		
	Conhecer as principais diferenças entre plantas não vasculares e plantas vasculares	- Análise de um esquema com as principais diferenças entre os dois grupos de plantas, no PowerPoint, com imagens exemplificativas para cada um dos dois grupos, para consolidar as aprendizagens		
1.2- Sistema vascular	Identificar o xilema e o floema como constituintes do sistema vascular	- Identificação, num esquema apresentado no PowerPoint, dos dois constituintes do sistema vascular: xilema e floema	Floema Caule Célula fotossintética Dicotiledóneas Endoderme Epiderme Estoma Folha Monocotiledóneas Raiz	1

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Reconhecer que o sistema vascular está presente em todos os órgãos das plantas vasculares	<p>- Exploração da imagem ilustrativa do esquema anterior, apresentada no PowerPoint, para reconhecer a presença do xilema e do floema nos diferentes órgãos das plantas, através de diálogo com os alunos: Para reconhecer que a ilustração apresenta os cortes transversais da raiz, caule e folhas será colocada a questão seguinte: “Tendo em consideração a ilustração presente neste diapositivo, em que órgãos das plantas é que vamos encontrar o sistema vascular?”</p> <p>- Interpretação da mesma ilustração para compreender o posicionamento do sistema vascular, nos três cortes transversais (da raiz, do caule e da folha) de uma planta</p>	Seiva bruta Seiva elaborada Translocação Transpiração foliar Xilema	
	Distinguir seiva bruta de seiva elaborada	<p>- Análise do esquema anterior, para identificar as principais substâncias que o xilema e o floema transportam, ou seja, os componentes da seiva bruta e elaborada, respetivamente, bem como a origem dessas substâncias, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para reconhecer que estas substâncias são absorvidas, pela raiz, do solo será colocada a questão seguinte: “Qual é a origem da água e dos sais minerais transportados no xilema?”</p> <p>Para reconhecer que os compostos orgânicos são produtos da fotossíntese (em particular nas células das folhas) e perceberem que a água é proveniente do xilema será colocada a questão seguinte: “E a água e os compostos orgânicos transportados no floema?”</p>		
	Compreender a definição de Translocação	- Análise do esquema anterior, de modo a entender o significado do conceito translocação		
1.2.1- Estrutura e função do xilema	Identificar os componentes do xilema	<p>- Exploração de imagens, no PowerPoint, com os diferentes componentes do xilema</p> <p>-Análise de uma imagem do xilema observado ao microscópio ótico (corte longitudinal)</p>		2

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Conhecer as funções dos componentes do xilema	- Análise de um esquema, no PowerPoint, com os diferentes componentes do xilema e respetivas funções - Realização da atividade prática “Localização do xilema”		
1.2.2- Estrutura e função do floema	Identificar os componentes do floema	- Exploração de imagens, no PowerPoint, com os diferentes componentes do floema		2
	Conhecer as funções dos componentes do floema	- Análise de um esquema, no PowerPoint, com os diferentes componentes do floema e respetivas funções - Utilização do quadro interativo para a realização de um exercício – legendar a estrutura do xilema e do floema		
1.2.3- Xilema e floema na raiz	Identificar a posição do xilema e do floema na raiz de monocotiledóneas e dicotiledóneas	- Análise de imagens referentes a observações microscópicas de cortes transversais da raiz de monocotiledóneas e dicotiledóneas, no PowerPoint		2
1.2.3.1- Sistema radicular	Reconhecer os principais constituintes do sistema radicular	- Exploração de imagens, no PowerPoint, do sistema radicular, destacando os pelos radiculares (estrutura, posicionamento e função) e os tecidos vasculares		3
1.2.3.2- Absorção radicular	Conhecer a forma como os iões minerais e as moléculas de água são absorvidos pela raiz	- Análise de uma imagem, no PowerPoint, da absorção de iões minerais, através de diálogo com os alunos Para reconhecer que o meio intracelular dessas células é hipertónico será colocada a questão seguinte: “Dado que os iões minerais entram por difusão simples e transporte ativo para as células da raiz, qual será a sua tonicidade comparativamente ao solo?”		3

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<p>Para perceber que a água entra por osmose para o interior das células da raiz será colocada a questão seguinte: “Qual é o comportamento da água?”</p> <p>- Análise de um esquema, no PowerPoint, para consolidar a forma como se processa a absorção radicular</p>		
	<p>Compreender as vias de transporte de substâncias, apoplástica e simplástica, da epiderme para a endoderme da raiz</p>	<p>- Exploração de imagens, no PowerPoint, representativas das vias apoplástica e simplástica, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para perceber que as substâncias, nesta via, movimentam-se através das paredes celulares será colocada a questão seguinte: “A partir da imagem, como é que se processa o movimento de substâncias por via apoplástica?”</p> <p>Para perceber que as substâncias, nesta via, movimentam-se através do espaço intramembranar será colocada a questão seguinte: “A partir da imagem, como é que se processa o movimento de substâncias por via simplástica?”</p> <p>- Análise de imagens, no PowerPoint, representativas das vias apoplástica e simplástica no interior de uma raiz, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para identificar o espessamento em U (Monocotiledóneas) e a banda de Caspary (Dicotiledóneas) será colocada a questão seguinte: “Qual é a característica da endoderme que obriga as substâncias que se movem via apoplástica a passar para simplástica?”</p>		
	<p>Consolidar conceitos</p>	<p>- Visionamento de uma animação com o processo de absorção radicular, acompanhado de diálogo com os alunos</p>		

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
<p>1.2.4- Xilema e floema no caule</p>	<p>Identificar a posição do xilema e do floema no caule de monocotiledóneas e dicotiledóneas</p>	<p>- Análise de imagens referentes a observações microscópicas de cortes transversais do caule de monocotiledóneas e dicotiledóneas, no PowerPoint.</p> <p>- Comparação do posicionamento dos feixes condutores no caule e na raiz, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para identificar que na raiz os feixes condutores são simples e alternos (cada feixe tem apenas um dos tecidos condutores, xilema ou floema, e os feixes estão colocados alternadamente), no caule os feixes condutores são duplos e colaterais (cada feixe possui os dois tipos de tecidos condutores, que estão colocados lado a lado – floema na parte mais externa do feixe e o xilema na parte mais interna será colocada a questão seguinte: “Qual é a diferença entre a disposição dos feixes condutores na raiz e no caule?”</p> <p>Para identificar que na raiz ocupam uma posição central, no caule uma posição mais periférica) será colocada a questão seguinte: “Qual é a diferença entre a localização dos feixes condutores na raiz e no caule?”</p> <p>Para compreender que essa posição permite a continuidade dos feixes condutores ao longo das várias ramificações da planta será colocada a questão seguinte: “Qual é a vantagem da localização dos feixes condutores no caule?”</p>		<p>3</p>
<p>1.2.5- Xilema e floema na folha</p>	<p>Identificar a posição do xilema e do floema na folha de monocotiledóneas e dicotiledóneas</p>	<p>- Análise de imagens referentes a observações microscópicas de cortes transversais da folha de monocotiledóneas e dicotiledóneas, no PowerPoint, através de diálogo com os alunos</p>		<p>4</p>

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Reconhecer a posição do xilema em relação às células fotossintéticas (epiderme superior) das folhas	Para reconhecer que o xilema é o constituinte vascular mais próximo dessas células será colocada a questão seguinte: “Qual é a posição do xilema em relação às células fotossintéticas da face superior das folhas?”		
	Conhecer as vantagens da posição do xilema em relação às células fotossintéticas (epiderme superior) das folhas	Para interpretar que ao ocupar essa posição o xilema fornece mais facilmente as substâncias (água e minerais) necessárias ao correto funcionamento das células será colocada a questão seguinte: “Qual é a vantagem do xilema ocupar essa posição?”		
	Compreender como os estomas funcionam	- Análise de imagens, no PowerPoint, da abertura e fecho dos estomas, através de diálogo com os alunos Para reconhecer que a entrada de água nos estomas permite a abertura e a saída da água permite o fecho será colocada a questão seguinte: “Qual o fator que determina o fecho e a abertura dos estomas?” Para identificar a produção de substâncias orgânicas através da fotossíntese que aumentam a tonicidade das células (meios hipertônicos) e permitem a entrada de água por osmose será colocada a questão seguinte: “O que determina a entrada da água por osmose para as células guarda?”		
	Compreender as funções dos estomas	- Análise de imagens acompanhada de um esquema, no PowerPoint, da saída de vapor de água (transpiração) e da entrada de CO ₂ através dos estomas, acompanhado de diálogo com os alunos Para reconhecer que a saída de vapor água ocorre quando os estomas estão abertos será colocada a questão seguinte: “Em que situação (das duas imagens) é que a taxa de transpiração é maior?”		

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
		<p>Para relacionar que a saída de vapor água com a fase diurna, altura em que a maior produção de substâncias orgânicas, por fotossíntese, vai permitir a entrada de água por osmose para as células guarda e, conseqüentemente, a abertura dos estomas (salientar também as temperaturas mais elevadas durante o dia – menor humidade, logo maior taxa de transpiração foliar) serão colocadas as questões seguintes: “A taxa de transpiração vai ser maior durante a fase diurna ou noturna? Porquê”</p>		
	Consolidar conceitos	<p>- Visionamento de uma animação com o processo de transporte de substâncias, no xilema e no floema, ao longo de toda a planta (raiz, caule e folhas), acompanhado de diálogo com os alunos</p> <p>- Utilização do quadro interativo para a realização de exercícios – legendar o sistema vascular ao longo da planta; legendar a representação do estoma</p> <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho – “Transporte numa Planta Vascular”, de modo a consolidar o tópico em estudo</p>		
1.3- Transporte no xilema	Identificar os modelos explicativos do transporte no xilema	- Análise de um esquema, no PowerPoint, com a apresentação das duas hipóteses para explicar o transporte no xilema	Adesão Coesão Difusão facilitada Osmose Pressão radicular Tensão Tensão-coesão-adesão Transporte ativo	5

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
<p>1.3.1- Hipótese da pressão radicular</p>	<p>Compreender a explicação do transporte no xilema através da hipótese da pressão radicular</p>	<p>- Análise de uma imagem e visionamento de uma animação com as diferentes formas de absorção de iões minerais, no PowerPoint, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <p>Para reconhecer que a entrada de iões para as células vai aumentar a tonicidade das mesmas (meio hipertónico será colocada a questão seguinte: “Qual é a consequência da entrada de iões por difusão facilitada e transporte ativo?”)</p> <p>Para reconhecer que o meio hipertónico promove a absorção da água por osmose será colocada a questão seguinte: “Qual é a consequência do meio intracelular das células das raízes ser hipertónico em relação ao solo?”</p> <p>- Análise de imagens, no PowerPoint, com evidências da pressão radicular, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para perceber que a água sobe ao longo do xilema devido à pressão na raiz será colocada a questão seguinte: “Tendo em consideração as imagens, o que acontece à água absorvida pela raiz e, posteriormente, transportada para o xilema?”</p> <p>- Análise de um esquema, no PowerPoint, com a informação sobre a pressão radicular, de modo a consolidar as conclusões anteriores</p>		5
	<p>Conhecer os argumentos pró e contra a hipótese da pressão radicular</p>	<p>- Análise de um esquema, no PowerPoint, ilustrado com imagens exemplificativas, dos argumentos pró e contra a hipótese da pressão radicular, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <p>Para compreender a necessidade de uma segunda hipótese para explicar o transporte no xilema será colocada a questão seguinte: “A hipótese da pressão radicular é suficiente para explicar o transporte no xilema?”</p>		

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
<p>1.3.2- Hipótese da tensão-coesão-adesão</p>	<p>Compreender os argumentos da transpiração e da absorção, nas plantas, como fundamentos para a hipótese da tensão-coesão-adesão</p>	<p>- Análise do gráfico da transpiração e da absorção nas plantas, no PowerPoint, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para lembrar o papel dos estomas neste processo (e da temperatura) será colocada a questão seguinte: “Como é que se explica que a taxa de transpiração seja maior durante a fase diurna do dia?”</p> <p>Para identificar o aumento da absorção com o aumento da transpiração será colocada a questão seguinte: “Qual a relação entre a transpiração e a absorção, observada no gráfico?”</p>		5
	<p>Compreender o transporte no xilema através da hipótese da tensão-coesão-adesão</p>	<p>- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, ilustrativa hipótese da tensão-coesão-adesão, acompanhado de um esquema (definindo os conceitos tensão, coesão e adesão), através de diálogo com os alunos</p> <p>Para identificar a transpiração como fator que causa a tensão que “puxa” a coluna de água (pressão negativa que faz a água ascender) será colocada a questão seguinte: “Qual é o fator que causa a tensão?”</p>		
	<p>Conhecer o processo da transpiração e, consequentemente, da formação da tensão</p>	<p>- Análise de uma imagem, no PowerPoint, do processo da transpiração foliar, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para perceber a sequência que origina tensão, a partir da transpiração, nos vasos xilémicos serão colocadas as questões seguintes: “Qual a estrutura por onde sai o vapor de água? O que sucede na câmara estomática para compensar a perda de vapor de água por transpiração? Como é compensada a perda de água das células do mesófilo? Como é compensada a perda de água das células vizinhas?”</p>		

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
	Reconhecer a importância das forças de coesão e adesão no transporte da seiva xilémica	<p>- Exploração de uma imagem, no PowerPoint, que destaca a adesão e a coesão, através de diálogo com os alunos</p> <p>Para identificar as ligações de hidrogénio entre as moléculas de água como causa da coesão e das ligações de hidrogénio entre as moléculas de água e a parede celular como causa da adesão serão colocadas as questões seguintes: “Como se formam as forças de coesão? E de adesão?”</p> <p>Para reconhecer que a coesão e a adesão possibilitam a existência de uma coluna de água contínua será colocada a questão seguinte: “Quais as implicações destas forças na coluna de água?”</p> <p>- Análise de um esquema, no PowerPoint, para consolidar a informação anterior</p>		
	Consolidar conceitos	<p>- Visionamento de uma animação ilustrativa da hipótese da tensão-coesão-adesão, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <p>- Utilização do quadro interativo para a realização de um exercício – legendar o processo de transporte no xilema de acordo com a hipótese da tensão-coesão-adesão</p> <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho – “Absorção radicular e Transpiração foliar”, de modo a consolidar o tópico em estudo</p>		
1.4- Transporte no floema	Identificar o modelo explicativo do transporte no floema	- Análise de uma imagem, no PowerPoint, com todo o processo do transporte no floema, através de diálogo com os alunos:	Consumo Fluxo de massa Fonte Pressão de turgescência Plasmolisada Reserva Sacarose	6

Tabela 4 (continuação) – Planificação a médio prazo do tema de Biologia, Transporte nas Plantas.

Conteúdos	Objetivos	Atividades e estratégias	Conceitos	Aula
1.4.1- Hipótese do fluxo de massa	Compreender o transporte no floema através da hipótese do fluxo de massa	<p>Para reconhecer a sequência que conduz a sacarose (substâncias orgânicas produzidas pelas células fotossintéticas) até aos locais de consumo ou armazenamento será colocada a questão seguinte: “De acordo com a imagem, como é que se explica o transporte da seiva elaborada?”</p> <p>- Análise de um esquema, no PowerPoint, para consolidar a informação referente à hipótese do fluxo de massa</p>	Turgescência	6
	Consolidar conceitos	<p>- Visionamento de uma animação ilustrativa da hipótese do fluxo de massa, acompanhado de diálogo com os alunos</p> <p>- Utilização do quadro interativo para a realização de um exercício – legendar o processo de transporte no floema de acordo com a hipótese do fluxo de massa</p> <p>- Aplicação de uma ficha de trabalho – “Hipótese do fluxo de massa”, de modo a consolidar o tópico em estudo</p>		
1-Transporte nas plantas	Avaliar o conhecimento dos alunos após o leccionamento dos conteúdos	- Aplicação de um teste diagnóstico		6

Aula nº 1 (27)

18 de novembro

90 minutos

Sumário

Realização de um teste diagnóstico.

Métodos para o estudo do interior da Terra. Métodos diretos.

Conteúdos

Métodos para o estudo do interior da Terra

Métodos diretos

Sondagens geológicas

Observação direta

Vulcanismo

Objetivos

Avaliar o conhecimento dos alunos sobre os capítulos Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Distinguir entre métodos diretos e indiretos.

Identificar diferentes exemplos de métodos diretos e indiretos para o estudo do interior da Terra.

Reconhecer as diferenças entre as sondagens geológicas na crosta continental e na crosta oceânica.

Identificar as vantagens e as limitações das sondagens geológicas.

Identificar os tipos de estudos que envolvem a observação direta do material geológico.

Reconhecer a principal limitação da observação direta.

Compreender o tipo de dados e informação sobre o interior da Terra que é possível recolher do estudo dos vulcões e da sua atividade.

Conceitos

Afloramentos	Magma	Pedreiras	Temperatura interna da
Crosta continental	Método direto	Pressão	Terra
Crosta oceânica	Método indireto	Profundidade	Vulcanismo
Estrutura interna da	Minas	Sondagens geológicas	Xenólitos
Terra	Observação direta		

Figura 30 – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre métodos para o estudo do interior da Terra.

Materiais

PowerPoint

Quadro interativo

Ficha de trabalho – “Métodos Diretos”

Estratégias/atividades

Utilização do PowerPoint para o visionamento de imagens e esquemas.

Diálogo com os alunos, orientado através de questões.

Aplicação de uma ficha de trabalho.

Desenvolvimento da aula

Aplicação de um Teste diagnóstico, elaborado com questões centradas nos conhecimentos adquiridos nos anos anteriores na unidade curricular Ciências Naturais (particularmente no 7º ano), sobre os temas Métodos para o estudo do interior da Terra e Vulcanologia.

Utilização do PowerPoint para explorar uma imagem (desenho de um homem a escavar até ao centro da Terra), através do diálogo com os alunos, de modo a construir um Mapa de conceitos no quadro interativo. Pretende-se neste mapa distinguir métodos diretos e indiretos, com os respetivos exemplos. Além de rever os conhecimentos dos alunos, também será introduzido, no mapa, os exemplos de métodos indiretos que não foram lecionados aos alunos nos anos anteriores, mais concretamente os exemplos nas áreas da Geofísica (Gravimetria, Geomagnetismo e Geotermismo).

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Que tipos de métodos diretos, para o estudo do interior da Terra é que conhecem?”

(Resposta pretendida: Observação direta, o estudo de Minas e pedreiras, o vulcanismo e as sondagens geológicas);

“Que tipos de métodos indiretos, para o estudo do interior da Terra é que conhecem?”

(Resposta pretendida: Sismologia e a Planetologia/astrogeologia).

Apresentação e leitura da definição de métodos diretos para o estudo do interior da Terra, através do PowerPoint, com imagens ilustrativas (exemplos de métodos diretos).

Introdução do método direto: Sondagens geológicas. Exploração de uma imagem, no PowerPoint, com as principais sondagens geológicas efetuadas para mostrar as profundidades atingidas, mais importantes para o conhecimento do interior da Terra.

Figura 30 (continuação) – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre métodos para o estudo do interior da Terra.

Através da mesma imagem, serão analisadas as diferenças entre sondagens geológicas efetuadas na crosta continental e as sondagens geológicas na crosta oceânica, sendo pretendido, com o recurso ao diálogo e aos dados da imagem, que os alunos relacionem a vantagem das sondagens geológicas no Oceano com o facto de a crosta oceânica ter uma espessura menor que a crosta continental (particularmente nas zonas de subducção oceano-continente).

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Que diferenças observam entre as sondagens na crosta continental e a sondagem na crosta oceânica?” (Resposta pretendida: sondagens oceânicas atingem menores profundidades);

“Qual a vantagem de realizar sondagens geológicas na crosta oceânica?” (Resposta pretendida: menor espessura da crosta oceânica, associado ao facto destas sondagens serem realizadas em zonas de subducção, significam que, e apesar da menor profundidade atingida, estas sondagens ficam mais perto de atingir o manto).

Utilização do PowerPoint para explorar imagens que apresentam diferentes exemplos que envolvem a observação direta dos materiais para obter dados sobre o interior do planeta Terra. A exploração das imagens será acompanhada de diálogo com os alunos, de modo a reconhecer que a observação direta apenas permite o estudo de uma fração superficial do interior da Terra.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Qual a limitação da observação direta?” (Resposta pretendida: só é possível observar diretamente até cerca de 4 quilómetros de profundidade, uma pequena fracção do interior da Terra).

Exploração de três imagens, no PowerPoint, com a representação fotográfica de atividade vulcânica, de xenólitos e da recolha de amostras durante uma erupção, de modo a compreender o contributo da vulcanologia para o entendimento da estrutura e composição do interior da Terra, com diálogo com os alunos.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“De onde provém o material expelido durante as erupções?” (Resposta pretendida: magma provém de zonas muito profundas da Terra, superiores às atingidas pelas sondagens geológicas);

Figura 30 (continuação) – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre métodos para o estudo do interior da Terra.

“O magma é composto apenas por material rochoso no estado fundido?” (Resposta pretendida: não, também possui frações no estado sólido – introdução do conceito xenólito). Em alternativa – desenhar o esquema de um vulcão, no quadro interativo, e pedir aos alunos que descrevam o percurso do magma desde a sua origem até à superfície;

“Com os dados recolhidos pelos vulcanólogos durante as erupções, quais as informações que se obtêm sobre o interior da Terra?” (Resposta pretendida: informação que se obtém com o estudo dos vulcões e das erupções inclui a temperatura, a pressão e a composição do interior da Terra).

Aplicação da ficha de trabalho “Métodos diretos”, com a qual pretende-se consolidar este tópico e identificar as vantagens e as limitações das sondagens geológicas.

Figura 30 (continuação) – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre métodos para o estudo do interior da Terra.

Aula nº 1 (69)

19de março

90 minutos

Sumário

Realização de um teste diagnóstico.

Evolução das plantas. Plantas não vasculares e vasculares.

Constituição do sistema vascular: xilema e floema.

Conteúdos

Transporte nas plantas

 Evolução das plantas

 Plantas não vasculares e plantas vasculares

 Sistema Vascular

 Xilema

 Floema

Objetivos

Avaliar o conhecimento dos alunos sobre o Transporte nas plantas.

Distinguir diferentes níveis de complexidade das plantas.

Caracterizar as plantas não vasculares e vasculares.

Identificar o sistema vascular como fator determinante na colonização do meio terrestre pelas plantas.

Conhecer as principais diferenças entre as plantas não vasculares e as plantas vasculares.

Conceitos

Angiospérmicas	Gimnospérmicas	vasculares	Translocação
Briófitas	Meio aquático	Plantas vasculares	Xilema
Evolução	Meio terrestre	Seiva bruta	
Floema	Plantas não	Seiva elaborada	

Figura 31 – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre Transporte nas plantas.

Materiais

PowerPoint

Quadro interativo

Estratégias/atividades

Utilização do PowerPoint para o visionamento de imagens e esquemas.

Diálogo, com os alunos, orientado através de questões.

Desenvolvimento da aula

Aplicação de um teste diagnóstico, elaborado com questões centradas nos conhecimentos construídos nos anos anteriores relativamente ao tema Transporte nas Plantas da unidade curricular Ciências Naturais.

Utilização do PowerPoint para exploração de imagens (sete exemplos de plantas de diferentes níveis de complexidade), através do diálogo com os alunos, para diferenciar as plantas de menores dimensões e de aparência mais simples (briófitas) das plantas de maiores dimensões e que apresentam estruturas diferenciadas (folhas e/ou flores), constituindo dois grupos de plantas: não vasculares e vasculares.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Todas estas plantas apresentam o mesmo nível de complexidade? Quais são as mais simples? E as mais complexas?” Resposta pretendida: As três de cima são mais simples, enquanto as outras três são mais complexas, pois apresentam maiores dimensões e estruturas mais complexas como as flores;

“Será que em ambos os grupos de plantas o transporte se processa do mesmo modo?” Resposta pretendida: Os métodos de transporte a curtas distâncias (a nível celular) só funcionam em plantas de menores dimensões que vivem em ambientes muito húmidos;

“Qual o grupo que está mais dependente da água? Que plantas são mais parecidas com as primeiras plantas que colonizaram o meio terrestre?” Resposta pretendida: As plantas não vasculares, que possuem menores dimensões e uma maior dependência dos fatores ambientais.

Introdução à evolução das plantas. Utilização do PowerPoint para interpretar um cladograma com os principais grupos das plantas terrestres, não vasculares e vasculares – sem sementes e com sementes. Consolidação dos conhecimentos construídos anteriormente – sistema vascular como fator determinante na colonização do meio terrestre, através do diálogo com os alunos.

Figura 31 (continuação) – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre Transporte nas plantas.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Tendo em conta o ancestral das plantas, qual será a origem das plantas?” Resposta pretendida: As plantas tiveram origem num meio aquático (alga verde como ancestral comum);

“Qual a principal dificuldade na colonização do ambiente terrestre?” (Resposta pretendida: Obtenção e transporte da água);

“Neste cladograma, qual é o principal fator utilizado para classificar as plantas?” Resposta pretendida: A presença ou ausência de um sistema de transporte (vascular) classifica as plantas em não vasculares ou vasculares.

Análise de um esquema, no PowerPoint, com imagens exemplificativas, das principais diferenças entre as plantas vasculares e as não vasculares para cada um dos grupos, para consolidar a informação discutida na interpretação do cladograma.

Utilização do PowerPoint para apresentar, num esquema, e identificar, numa imagem ilustrativa com cortes transversais da raiz, caule e folha – observados ao microscópio ótico, os dois constituintes do sistema vascular: xilema e floema.

Através da mesma imagem, será analisada a presença do xilema e do floema nos diferentes órgãos das plantas, através de diálogo com os alunos.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Tendo em consideração a ilustração presente neste diapositivo, em que órgãos das plantas é que vamos encontrar o sistema vascular?” Resposta pretendida: O sistema vascular – xilema e floema- encontra-se em todos os órgãos da planta.

Continuação da interpretação da ilustração anterior para compreender o posicionamento do sistema vascular, nos cortes transversais da planta.

Definição de seiva bruta e seiva elaborada, no esquema anterior do PowerPoint, identificando as principais substâncias que o xilema e o floema transportam, ou seja, os componentes da seiva bruta e elaborada, respetivamente, bem como a origem dessas substâncias, através de diálogo com os alunos.

Tipo de questões a colocar aos alunos:

“Qual é a origem da água e dos sais minerais transportados no xilema?” Resposta pretendida: Estas substâncias são absorvidas do solo, pela raiz;

“E a água e os compostos orgânicos transportados no floema?” Resposta pretendida: Os compostos orgânicos são produtos da fotossíntese (em particular nas células das folhas) e a água é proveniente do xilema.

Continuação da análise do esquema, anterior, de modo a compreender o significado do conceito translocação.

Figura 31 (continuação) – Exemplo da planificação a curto prazo das aulas sobre Transporte nas plantas.



Vamos perguntar aos alunos...

Questionário sobre a participação no Congresso dos Jovens Geocientistas

Este questionário pretende avaliar o contributo da participação em congressos científicos e será utilizado para fins de investigação educacional. Por favor, responda individualmente para que os dados sejam válidos para a investigação. Obrigada.

1. Participou no IX Congresso dos Jovens Geocientistas (CJG) Sim Não
2. Se respondeu SIM, é a primeira vez que participa no CJG? Sim Não
3. Se respondeu NÃO (alínea 1), indique em que ano(s) participou _____

Grupo A

Relativamente às questões que se seguem, assinale com uma cruz (X) na opção que considerar mais adequada.

1. No decurso do trabalho construiu materiais didáticos (Modelos 3D, guias de campo, álbuns fotográficos, portfólios, vídeos, outros). Sim Não
2. Durante a realização do trabalho para o Congresso efetuou saída(s) de campo? Sim Não
3. A realização do trabalho envolveu componente laboratorial? Sim Não
4. O trabalho realizado apenas envolveu pesquisa e síntese dos conteúdos? Sim Não

Grupo B

Utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a “Discordo totalmente” e 5 a “Concordo totalmente”, assinale com uma cruz (X) sobre o número que para si responde da melhor forma à afirmação apresentada. (Escala: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente).

1. Considero que a realização do trabalho de grupo motivou-me para a participação no Congresso. (1) (2) (3) (4) (5)
2. A realização do trabalho de grupo permitiu-me desenvolver o pensamento crítico. (1) (2) (3) (4) (5)
3. Considero que a realização dos trabalhos promoveu a cooperação entre colegas. (1) (2) (3) (4) (5)
4. A responsabilização na elaboração do trabalho desenvolveu o meu sentido de autonomia. (1) (2) (3) (4) (5)
5. Considero que o trabalho de grupo em nada contribuiu para o meu desenvolvimento pessoal e cívico. (1) (2) (3) (4) (5)

Figura 32 – Questionário sobre o impacto do IX Congresso dos Jovens Geocientistas, no desenvolvimento de aprendizagens.

6. Aprendi a desenvolver metodologias de trabalho que me possibilitaram realizar as tarefas com sucesso. (1) (2) (3) (4) (5)
7. Considero que a elaboração do resumo desenvolveu a minha capacidade de síntese. (1) (2) (3) (4) (5)
8. Considero que a elaboração do póster científico permitiu-me apresentar as ideias principais do trabalho de forma criativa. (1) (2) (3) (4) (5)
9. A participação no congresso não me permitiu aumentar os conhecimentos sobre o tema em estudo. (1) (2) (3) (4) (5)
10. A participação no congresso não contribuiu para o desenvolvimento de capacidades como a pesquisa e seleção de informação, muito importantes para trabalhos futuros. (1) (2) (3) (4) (5)
11. A apresentação dos trabalhos (oral e/ou poster) permitiu-me compreender os mecanismos de divulgação de resultados. (1) (2) (3) (4) (5)
12. A participação no congresso deu-me a conhecer a existência deste tipo de eventos científicos. (1) (2) (3) (4) (5)
13. O congresso ajudou-me a reconhecer o papel das Geociências no desenvolvimento da sociedade. (1) (2) (3) (4) (5)
14. O Congresso dos Jovens Geocientistas incentivou-me para futuros estudos no ramo científico. (1) (2) (3) (4) (5)
15. Os trabalhos apresentados no Congresso constituem um exemplo de interdisciplinaridade, essencial no processo de aprendizagem. (1) (2) (3) (4) (5)

Figura 32 (continuação) – Questionário sobre o impacto do IX Congresso dos Jovens Geocientistas, no desenvolvimento de aprendizagens.

Questionário sobre o uso de fichas de trabalho

Este questionário pretende avaliar o contributo de fichas de trabalho utilizadas nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano, como instrumentos facilitadores da compreensão de determinados conceitos. Responda ao questionário utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a “Discordo totalmente” e 5 a “Concordo totalmente”. Assinale com uma cruz (X) sobre o número que para si responde, da melhor forma, à afirmação apresentada. **(Escala: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente).**

1. Considero que a utilização de uma ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo contribui para uma aprendizagem mais eficaz quando introduz o tema em estudo.

① ② ③ ④ ⑤

2. Considero que a utilização de uma ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo é menos eficaz quando é realizada como síntese do tema em estudo.

① ② ③ ④ ⑤

3. A resolução da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo pelo/a professor/a em simultâneo com os alunos contribui para a compreensão dos conceitos.

① ② ③ ④ ⑤

4. A resolução, individual, da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo pelos alunos, é fundamental para o desenvolvimento das capacidades de interpretação.

① ② ③ ④ ⑤

5. A resolução, em pares, da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo contribui para a aprendizagem dos conteúdos teóricos.

① ② ③ ④ ⑤

Figura 33 – Questionário sobre o impacto da utilização de animações, como recurso didático.

Questionário sobre o uso de fichas de trabalho

Este questionário pretende avaliar o contributo de fichas de trabalho utilizadas nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano, como instrumentos facilitadores da compreensão de determinados conceitos. Responda ao questionário utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a “Discordo totalmente” e 5 a “Concordo totalmente”. Assinale com uma cruz (X) sobre o número que para si responde, da melhor forma, à afirmação apresentada. **(Escala: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente).**

1. Considero que a utilização de uma ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo contribui para uma aprendizagem mais eficaz quando introduz o tema em estudo.

① ② ③ ④ ⑤

2. Considero que a utilização de uma ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo é menos eficaz quando é realizada como síntese do tema em estudo.

① ② ③ ④ ⑤

3. A resolução da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo pelo/a professor/a em simultâneo com os alunos contribui para a compreensão dos conceitos.

① ② ③ ④ ⑤

4. A resolução, individual, da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo pelos alunos, é fundamental para o desenvolvimento das capacidades de interpretação.

① ② ③ ④ ⑤

5. A resolução, em pares, da ficha de trabalho/exercícios no quadro interativo contribui para a aprendizagem dos conteúdos teóricos.

① ② ③ ④ ⑤

Figura 34 – Questionário sobre o impacto da utilização de fichas de trabalho, como recurso didático.

Questionário sobre atividades práticas laboratoriais

Este questionário pretende avaliar o contributo de atividades práticas laboratoriais utilizadas nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano, como instrumentos facilitadores da compreensão de determinados conceitos. Responda ao questionário utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a “Discordo totalmente” e 5 a “Concordo totalmente”. Assinale com uma cruz (X) sobre o número que para si responde, da melhor forma, à afirmação apresentada. **(Escala: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente).**

1. Considero que a utilização da atividade laboratorial para introduzir o tema em estudo promove uma aprendizagem mais eficaz do conteúdo. 1 2 3 4 5
2. Considero que a utilização da atividade laboratorial como síntese do tema em estudo não contribui para uma aprendizagem eficaz do conteúdo. 1 2 3 4 5
3. A utilização da atividade laboratorial contribui para a compreensão de conceitos abstratos. 1 2 3 4 5
4. A realização de um relatório sobre a atividade laboratorial consolidou a compreensão do conteúdo. 1 2 3 4 5
5. A realização da atividade laboratorial em grupo dificultou a interpretação dos resultados. 1 2 3 4 5

Figura 35 – Questionário sobre o impacto da utilização de atividades práticas laboratoriais, como recurso didático.

Tabela 5 – Critérios de avaliação do resumo para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

Critério	Níveis (Descritores)			Cotação (%)
	Capacidade de síntese	Insuficiente (não conseguiu apresentar toda a informação essencial ²)	Suficiente (conseguiu apresentar toda a informação essencial ² , mas com falhas de coerência na organização dos conteúdos)	
Sistematização da informação	Implícita (pelo menos alguma da informação essencial é apresentada apenas de forma implícita)		Explícita (toda a informação essencial é especificada)	5
Texto	Insuficiente (incorrekções linguísticas e deficiências de estruturação que provocam uma grande diminuição da sua compreensibilidade)	Suficiente (incorrekções linguísticas ou deficiências de estruturação que provocam alguma diminuição da sua compreensibilidade)	Bom (texto bem estruturado e linguisticamente correto ³ , ou com falhas esporádicas que não afetam a sua compreensibilidade)	5
Rigor científico	Insuficiente (ausência de conceitos científicos)	Suficiente (falhas na aplicação da linguagem científica)	Bom (linguagem científica adequada)	12,5

² – Informação essencial do Resumo: identificação do problema e objetivos do trabalho, enquadramento da investigação, metodologia(s) utilizada(s), conclusões e implicações.

³ – Significado de “texto linguisticamente correto”: texto correto nos planos da sintaxe, da pontuação e da ortografia.

Tabela 6 – Critérios de avaliação dos pôsteres para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

Critério	Níveis (Descritores)		Cotação (%)	
	Negativa	Positiva		
Aparência Geral	(informação compacta, dispersa e/ou desconexa)	(posicionamento equilibrado dos vários elementos e boa legibilidade)	3	
Espaço livre	Insuficiente (pouco ou nenhum espaço livre; massa sólida de textos e imagens)	Suficiente (separação clara das secções, proporcionando conforto visual)	Excessivo (espaços grandes sem texto ou imagens)	2
Organização e fluxo de leitura	Incompreensível (ordem de leitura não perceptível)	Implícita (a organização sequencial e o realce dos tópicos tornam perceptível o fluxo do discurso)	Explícita (existe numeração e outros guias visuais que forçam uma sequência de leitura)	4
Equilíbrio texto-imagens	Demasiado texto (excesso de texto, com poucas ou nenhuma imagens, tabelas e/ou gráficos complementares)	Equilibrado (texto e imagens corretamente complementados)	Demasiadas imagens (excesso de imagens, tabelas e/ou gráficos, com pouco ou nenhum texto complementar)	3
Texto	Ilegível (tamanho da letra demasiado pequena e/ou cor da letra não provoca suficiente contraste com o fundo – dificuldade visual à distância de 1,5 metros)	Legível (tamanho e cor da letra adequados; tópicos devidamente realçados, texto agrupado em pequenos blocos, listas e sequências)		1
	Desequilibrado (demasiada variedade de tamanhos e/ou cor da letra)	Equilibrado (tamanho de letra varia apenas com títulos, corpo do texto e referências; cor da letra, preferencialmente, única)		1
Imagens	Não relevantes (simples ornamentos, sem relação direta com o conteúdo)	Relevantes (complementam o texto)		2
	Ruidosas (se não são facilmente compreensíveis ou se têm baixa qualidade)	Eficazes (facilmente compreensíveis e com boa qualidade de impressão)		2

Tabela 6 (continuação) – Critérios de avaliação dos pôsteres para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

Critério	Níveis (Descritores)		Cotação (%)
	Descritivo (apenas descreve genericamente o objetivo)	Apelativo (clarifica o objetivo e desperta o interesse do público)	
Título	Descritivo (apenas descreve genericamente o objetivo)	Apelativo (clarifica o objetivo e desperta o interesse do público)	2
Identificação dos autores	Ausente	Presente	1
	Incorreta (não cumpre as regras estabelecidas)	Correta (cumpre as regras estabelecidas)	1
Tópicos essenciais ¹	Incompletos (um ou mais tópicos ausentes; um ou mais tópicos presentes apenas implicitamente)	Completos (todos os tópicos são apresentados de forma específica)	4
Referências Bibliográficas	Ausentes	Presentes	1
	Incorretas (não cumprem as regras estabelecidas)	Corretas (cumprem as regras estabelecidas)	1
	Pouco credíveis (sites e/ou blogs criados por autores desconhecidos e/ou que não fornecem referências para a informação que divulgam)	Credíveis (sites e/ou blogs que fornecem referências para a informação que divulgam ou de indivíduos/entidades associados à investigação e/ou divulgação da ciência – museus, universidades, revistas de artigos científicos, sites de livros especializados; Livros especializados)	2
Conteúdo	Insuficiente (ausência de conteúdos e/ou conceitos científicos)	Suficiente (conteúdos presentes, mas com falhas de coerência na sua organização e/ou falhas na aplicação da linguagem científica) Bom (conteúdos presentes, com organização coerente dos mesmos; linguagem científica adequada)	5

¹ – Tópicos essenciais: Introdução; Materiais e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão; Referências Bibliográficas.

Tabela 7 – Critérios de avaliação do desempenho individual para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

Critério	Níveis (Descritores)			Cotação (%)
Funcionamento do grupo	Fraco (constantes discussões, incapacidade de ouvir os argumentos dos outros; não participa e/ou ausente das reuniões com o professor)	Mediano (apresenta e ouve argumentos, mas por vezes interrompe os outros; participa apenas quando solicitado)	Muito positivo (ouve e apresenta argumentos, coloca dúvidas, questões e sugestões)	5
Cumprimento dos prazos	Nunca cumpre (falhou a entrega de materiais em todos os prazos estabelecidos)	Nem sempre cumpre (falhou alguns dos prazos de entrega ou não entregou parte dos materiais até aos prazos de entrega)	Cumpre sempre (entregou sempre todos os materiais até ao prazo de entrega)	5
Iniciativa demonstrada	Insuficiente (nunca solicitou a orientação do(s) professor(es) e, na primeira reunião calendarizada com o professor, o trabalho ainda não tinha sido iniciado)	Suficiente (solicitou por vezes a orientação do(s) professor(es); na primeira reunião calendarizada com o professor, o trabalho já tinha sido iniciado)	Boa (por diversas vezes solicitou a orientação do(s) professor(es), através de interlocuções e/ou email; na primeira reunião calendarizada com o professor, o trabalho já tinha sido iniciado)	5
Dificuldades encontradas	Em todas as tarefas (pesquisa – não encontrou a informação necessária, fontes credíveis e/ou teve dificuldades em trabalhar com informação em inglês; Resumo e Poster – não conseguiu desenvolver o tema escolhido)	Em algumas das tarefas (apenas teve dificuldades em algumas das tarefas ou conseguiu resolver a maior parte dos obstáculos encontrados)	Em nenhuma das tarefas (nunca teve dificuldades ou conseguiu resolver todos os obstáculos encontrados)	5

Tabela 8 – Critérios de avaliação da participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

Critério	Níveis (Descritores)		Cotação (%)
	Assiduidade	Ausente (não compareceu no IX Congresso dos Jovens Geocientistas)	
Comportamento	Desinteressado (não assistiu a todas as apresentações e/ou manifestou atitude desadequadas – diálogos paralelos, utilização indevida do telemóvel; não demonstrou interesse em observar os Pósteres expostos)	Interessado (assistiu a todas as apresentações e manifestou atitudes adequadas – demonstrou sempre atenção e interesse pelas apresentações, colocou questões adequadas no final; observou os Pósteres expostos)	5

Tabela 9 – Critérios de correção do relatório, em V de Gowin, da atividade laboratorial Formação de uma Caldeira Vulcânica.

Tópicos do relatório	Critérios	Cotação (Total = 200)
Princípios teóricos	Definição de caldeira vulcânica	13
	Formação de uma caldeira vulcânica	12
	Definição de erupção vulcânica	10
Conceitos	Caldeira	1
	Câmara magmática	1
	Cone vulcânico	1
	Erupção	1
	Magma	1
Procedimentos	Passos efetuados durante a concretização da AL, numerados; indicar passos mesmo que não estejam mencionados na ficha da AL; mínimo de 6 passos	15
Conclusão	Formação de uma depressão por esvaziamento do balão	20
	Relação entre o material utilizado na experiência e os constituintes de uma erupção vulcânica (o que se pretende simular com a experiência)	30
	Esvaziamento da câmara magmática e consequente colapso do cone vulcânico	15
Registo dos resultados	Fotografia ou desenhos esquemáticos dos resultados, devidamente identificados e legendados	60
Avaliação do desempenho individual	Desempenho do aluno na aula de concretização da AL	20

Tabela 10 – Critérios de correção do relatório, em V de Gowin, da atividade laboratorial
Localização do xilema no caule.

Tópicos do relatório	Critérios	Cotação (Total = 200)
Princípios teóricos	Constituição do sistema vascular	3
	Constituição	17
	Função do xilema	17
Conceitos	Seiva bruta ou xilémica	1
	Sistema vascular	1
	Xilema	1
Procedimentos	Passos efetuados durante a concretização da AL, numerados; indicar passos mesmo que não estejam mencionados na ficha da AL; mínimo de 5 passos	15
Conclusão	Água corada é absorvida	15
	Água corada absorvida é transportada por estruturas específicas, em forma de tubo	25
	As estruturas – xilema – prolongam-se do caule às pétalas de forma contínua	25
Registo dos resultados	Fotografia ou desenhos esquemáticos dos resultados, devidamente identificados e legendados	60
Avaliação do desempenho individual	Desempenho do aluno na aula de concretização da AL	20