



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

**Um olhar sobre o ensino e a aprendizagem dos
mecanismos de evolução biológica e da ocupação
antrópica e problemas de ordenamento**

Paulo Sérgio Nunes dos Santos

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

agosto, 2013



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

**Um olhar sobre o ensino e a aprendizagem dos
mecanismos de evolução biológica e da ocupação
antrópica e problemas de ordenamento**

Paulo Sérgio Nunes dos Santos

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 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

setembro, 2013

Agradecimentos

Às Orientadoras Científicas, Professora Doutora Celeste Gomes e Professora Doutora Isabel Abrantes, pela disponibilidade demonstrada e pelo rigor que me inculcaram ao longo do Mestrado e, em especial, na realização deste Relatório.

À minha Orientadora Cooperante, Professora Paula Paiva, por tudo o que rodeou o meu estágio pedagógico. As partilhas, as experiências, as indicações, as correções e, acima de tudo, pela amizade criada. Serei, após estes meses, um Professor com mais qualidade.

Ao Professor Doutor Alexandre Tavares, pela ajuda e apoio disponibilizados na preparação do projeto levado ao VIII Congresso dos Jovens Geocientistas.

Ao meu amigo, Dr. Vasco Mantas, pelas mesmas razões e pelas longas e produtivas conversas.

Ao Professor Larry Flammer, um dos coordenadores do projeto ENSI (*Evolution and the Nature of Science Institutes*), ligado à *San Jose State University*, pelas impressões trocadas e pela cedência de um conjunto de dados utilizados.

À minha colega de estágio, Rute Pires, pela partilha de ideias e conselhos.

Aos alunos do 11º1, pela simpatia e à-vontade com que me receberam. Se um Professor pode mudar os seus alunos, o recíproco é também verdade.

À minha família (mãe, avó e irmã) e à minha Madrinha, pela sua presença constante e pelo orgulho que têm no meu percurso. À Russa, por me obrigar a levantar cedo todos os dias.

Aos meus amigos, pelo apoio, pelas conversas ou pelos jantares noite fora – Nicola, Filipe, Joel, Alexandra, Sandra, Rodrigo e Cristina.

Resumo

O trabalho desenvolvido por um Professor não se limita à lecionação dos conteúdos constantes nos programas das disciplinas. Há um conjunto de práticas que conduzem ao objetivo final de um processo de ensino e aprendizagem de qualidade, como a planificação de toda a lecionação, a escolha das estratégias a adotar e das atividades a desenvolver, a construção dos materiais didáticos e o processo avaliativo. Todas estas tarefas devem ter um efeito na evolução do aluno e na relação que este estabelece com o Professor. Este estudo evidencia o trabalho desenvolvido por um Professor estagiário durante o estágio pedagógico e prática de ensino supervisionada nos subtemas Mecanismos de evolução e Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, considerados no Programa de Biologia e Geologia para o 11º ano de escolaridade do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia. Pretende-se relatar as experiências que ocorreram durante o estágio pedagógico, apresentar os resultados do que foi realizado e relacionar a prática docente com a investigação educacional, através da colocação de questões. A consecução destes objetivos recorreu às etapas normais do trabalho docente, já referidas, com os resultados a provirem da realização, pelos alunos, das fichas de avaliação (pré e pós-teste) e das provas de avaliação sumativa interna, tendo o tratamento e a análise dos dados permitido concluir que a lecionação dos subtemas foi bem-sucedida. Os alunos mostraram ter uma maior consciencialização em relação ao tema da evolução, evidenciando mudanças conceituais, embora tenha sido detetada alguma dificuldade na aplicação e interpretação de uma linguagem científica correta. Ficou também patente que os alunos já possuíam conhecimentos prévios sobre zonas de vertente e movimentos em massa, embora, e tal como em Biologia, tenham sentido dificuldades em interpretar textos e imagens e em responder a questões de resposta restrita. Relativamente ao preenchimento das fichas de avaliação, os alunos demonstraram pouco interesse, embora se considere que é importante para os processos de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: avaliação; Biologia; estratégias e atividades; estágio pedagógico; Geologia; mecanismos de evolução; ocupação antrópica; prática de ensino supervisionada; Professor estagiário; 11º ano.

Abstract

The work of a teacher is not limited to teaching the contents contained in the disciplines' programmes. There is a set of practices that lead to the final goal of a qualitative process of teaching and learning, such as planning, selection of strategies and activities, development of didactic materials and assessment. All these tasks should have an effect on the evolution of the student and on the relationship established with the teacher. This study highlights the work of an intern teacher during the pedagogical internship and supervised teaching practices on evolution mechanisms and human occupation and land use, considered in the syllabus of the 11th grade of biology and geology of the Scientific and Humanistic Sciences and Technologies course. It is intended to report the experiences that occurred during the pedagogical training, present the results of what has been accomplished and relate the teaching practices with the educational research, through the formulation of questions. The achievement of these goals took advantage of the normal steps of the teacher's work, already referred, and the processing and analysis of the data obtained from the evaluation test (pre and post-test) and internal summative assessment led to the conclusion that the teaching of the subthemes was successful. The students revealed a greater awareness on the topic of evolution, showing conceptual changes, although it has been detected some difficulty in the implementation and interpretation of a correct scientific language. It was also clear that the students had prior knowledge about slope areas and mass movements, although, as in biology, they had difficulties in interpreting texts and images and in answering questions of restricted response. Regarding the filling of the assessment tests, the students showed little interest, although their importance for the teaching and learning processes.

Keywords: assessment; Biology; evolution mechanisms; Geology; human occupation; intern teacher; pedagogical internship; strategies and activities; supervised teaching practice; 11th year.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Índice	iii
1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico	11
2.1. Práticas letivas	11
O professor na sala de aula	11
Metodologias e estratégias	12
O uso de TIC num contexto de ensino e aprendizagem	15
Trabalhos práticos – o que são e porque realizá-los	18
Processo avaliativo	19
2.2. Biologia - Mecanismos de evolução	23
Fixismo	24
A mudança de paradigma	25
Lamarckismo	25
Darwinismo	26
A Teoria da Seleção Natural	28
Argumentos do evolucionismo	29
Neodarwinismo	30
2.3. Geologia - Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	32
Bacias hidrográficas	33
Atividade geológica de um rio	34
Perfil longitudinal de um rio	35
Desequilíbrios das bacias hidrográficas	36
Zonas costeiras	37

Evolução da faixa litoral	39
Mitigação de riscos e ações antrópicas	39
Zonas de vertente	40
Processos em zonas de vertente	40
Estabilidade de vertentes	41
Medidas de prevenção e estabilização de vertentes	41
3. Metodologia	43
Caracterização da Escola	43
Caracterização da amostra	43
Seleção e planificação dos subtemas das unidades didáticas	44
Avaliação diagnóstica	45
Lecionação	45
Avaliação formativa e sumativa	46
Análise e discussão dos resultados	46
Estratégias	47
Biologia – Mecanismos de evolução	47
Ficha de avaliação	47
Apresentação de diapositivos em PowerPoint™	50
Fichas de trabalho	50
Filmes	57
Prova de avaliação sumativa interna	63
Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	68
Ficha de avaliação	68
Apresentação de diapositivos em PowerPoint™	68
Fichas de trabalho	73
Provas de avaliação sumativa interna	73
VIII Congresso dos Jovens Geocientistas	73

Outras atividades	81
4. Resultados	83
Biologia – Mecanismos de evolução	83
Ficha de avaliação	83
Prova de avaliação sumativa interna	86
Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	88
Ficha de avaliação	88
Provas de avaliação sumativa interna	94
5. Discussão e Conclusão	97
Biologia – Mecanismos de evolução	98
Ficha de avaliação	98
Prova de avaliação sumativa interna	99
Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	100
Ficha de avaliação	100
Provas de avaliação sumativa interna	102
6. Considerações finais	105
7. Referências bibliográficas	109
Anexos	117

1. Introdução

A educação desempenha um papel essencial no desenvolvimento social e económico, com o crescimento sustentável das economias modernas a depender de toda uma população com um alto grau de escolaridade, que potencia o surgimento de novas ideias. A estrutura educacional existente em Portugal apresenta ainda lacunas, relativamente à maioria das economias avançadas, constituindo-se como um obstáculo ao crescimento económico presente e futuro (Alves *et al.*, 2010).

Alves *et al.* (2010) conclui que medidas que tornem a educação mais cara, através de um aumento dos impostos, levarão, a médio ou longo prazo, a níveis educativos mais baixos e, progressivamente, a uma estagnação do crescimento económico. Torna-se, por isso, importante entender que não há diferença entre a educação e outros investimentos económicos, à exceção de que esta é um dos mais essenciais, e que, qualquer que seja a política educativa, a meta final é uma escolaridade média cada vez mais elevada e de qualidade, através, por exemplo, de um acompanhamento contínuo dos alunos que apresentem maiores dificuldades em termos de aprendizagem.

Um relatório de estágio é, antes de mais, o documento ideal para atuar enquanto voz do observável durante a experiência, primeira ou não, do professor estagiário nos contextos escolar e de sala de aula, procurando comparar e inferir possíveis semelhanças ou diferenças entre a realidade escolar e educacional. Assim, um dos primeiros anseios do novo professor é conseguir chegar de igual modo e ser identicamente eficaz com todos os alunos, tentando adotar estratégias diversas caso seja necessária a sua aplicação durante a leção dos conteúdos curriculares. Essa diversificação nem sempre se afigura capaz ou possível porque, apesar do professor poder ter uma influência considerável, há outros aspetos cruciais no nível de obtenção de resultados dos alunos. Na realidade, apenas 10% das diferenças nos resultados dos alunos podem ser atribuídas à qualidade das escolas, com os restantes 90 a dependerem de variáveis como a aptidão ou habilidade natural do aluno, estatuto socioeconómico e ambiente familiar (Coleman *et al.*, 1996 in Marzano *et al.*, 2001).

O professor tem, por isso, influência nos resultados dos alunos, entre outras características, pelo ambiente que consegue impor em sala de aula, favorável ao desencadear dos processos de ensino e aprendizagem, contribuindo para minorar as diferenças intrínsecas entre alunos e turmas na mesma escola (Soares, 2003). Cabe, portanto, ao Professor uma enorme

responsabilidade em todo o edifício educativo, afirmando-se numa vertente que vai além da de pedagogo e avaliador de competências.

Em Portugal, a estruturação do ensino divide-se em três etapas: o Ensino Pré-Escolar, o Ensino Básico e o Ensino Secundário. O Ensino Pré-Escolar não compreende qualquer grau de escolaridade e destina-se a crianças entre três e seis anos. O Ensino Básico subdivide-se em três ciclos: 1º Ciclo, que abrange os anos de escolaridade entre o 1º e o 4º, num intervalo de idades normal dos seis aos dez anos; o 2º Ciclo, constituído pelos 5º e 6º, dos 10 aos 12 anos; e o 3º Ciclo, do 7º ao 9º e com alunos entre 12 e 15 anos. Por fim, o Ensino Secundário engloba os 10º, 11º e 12º anos de escolaridade, com alunos dos 15 aos 18 anos, separando-se em Cursos Científico-Humanísticos, Tecnológicos, Artísticos especializados e Profissionais.

O ensino da disciplina de Biologia e Geologia é repartido pelos 10º e 11º anos de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia. A finalidade desta disciplina não é somente responder a questões importantes relacionadas com o ser humano e o que o rodeia, mas promover conjuntamente uma mudança nas atitudes individuais e da sociedade em geral, através de uma literacia científica sólida, *scientific literacy*, como é frequentemente designado o conceito nos Estados Unidos da América, *public understanding of science* (Grã-Bretanha) ou *la culture scientifique* (França) (Carvalho, 2009), o que leva alguns autores nacionais a usarem, de igual modo, a expressão “cultura científica”.

Literacia científica é, então, “a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e das alterações nele causadas pela atividade humana” (OCDE, 2003 in Carvalho, 2009, p. 181). Optando por esta visão, o programa de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos assume claramente o seu papel enquanto formador de cidadãos com uma consciência cívica elevada e uma participação responsável na democracia e consequentes decisões políticas.

A seleção dos temas/conteúdos presentes no referido programa teve, portanto, em consideração diversos pontos prementes como: a finalidade da disciplina, referido anteriormente; a formação de indivíduos a quem se exige que participem interventivamente em decisões democráticas através de informação e métodos científicos; a criação de ambientes de ensino e aprendizagem que favoreçam a consecução ativa do saber e do saber

fazer; o fornecer quadros conceituais que levem a aprendizagens significativas; e o destaque dado a temas com um impacto considerável na atualidade (DES-ME, 2001).

O programa da disciplina (Figura 1), no que concerne à Biologia, orienta-se por um tema central, a vida e os seres vivos, questionado através de uma situação problema, como explicar a grande diversidade de seres vivos na natureza? Da situação problema surge uma questão central, de como é que a Sociedade e a Ciência têm interpretado a variabilidade elevada existente, conduzindo então ao subtema da Unidade 7 lecionado, Mecanismos de evolução.

A parte relativa à área disciplinar de Geologia teve como objetivo didático “analisar situações-problema relacionadas com aspetos de ordenamento do território e risco geológico” (DES-ME, 2003, p. 17), referente ao subtema 1 do Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano -, designado Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, subtema que foi escolhido para ser lecionado durante a prática de ensino supervisionada. A estruturação é diferente da encontrada na parte de Biologia (Tabelas 1 e 2), com o ênfase a ser colocado na análise de situações-problema, como indicado no objetivo didático, mas sem a presença de uma questão central.

Os objetivos gerais deste relatório foram:

- relatar as experiências vividas durante o estágio pedagógico;
- apresentar os resultados de tudo o que foi realizado durante o estágio pedagógico;
- relacionar a prática docente com a investigação educacional.

Dentro dos objetivos gerais estabelecidos foram, logicamente, traçados objetivos de cariz mais específico:

- verificar a adequação e eficácia de metodologias e estratégias utilizadas aos processos de ensino e aprendizagem;
- analisar o nível de conhecimentos atingido pelos alunos;
- fomentar o espírito crítico através da colocação de questões prementes em termos educacionais.

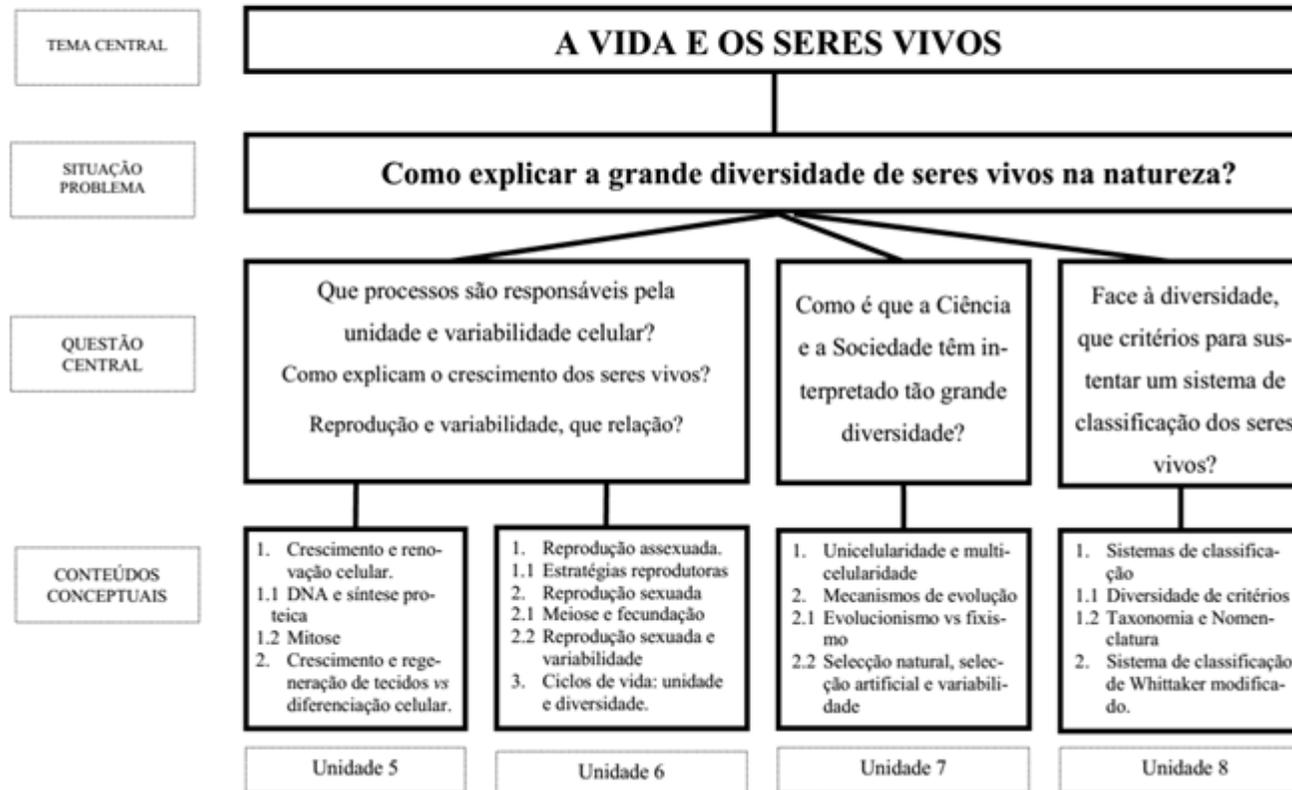


Figura 1 – Mapa de exploração das diferentes unidades didáticas do Programa de Biologia do 11º ano (retirado de DES-ME, 2003).

Tabela 1 – Conteúdo da Unidade 7 da área curricular de Biologia do programa do 11º ano (retirado de DES-ME, 2003).

Unidade 7 — EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Como é que a Ciência e a Sociedade têm interpretado a grande diversidade dos seres vivos?

RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

1. Unicelularidade e multicelularidade

A célula não pode aumentar indefinidamente o seu tamanho. As organizações coloniais e, posteriormente, a pluricelularidade foram soluções eficazes para ultrapassar esta limitação.

2. Mecanismos de evolução

Não há consenso sobre as causas da diversidade dos seres vivos. As teorias evolutivas explicam essa diversidade pela selecção dos organismos mais adaptados, razão pela qual as populações se vão modificando.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
1. Unicelularidade e multicelularidade	<ul style="list-style-type: none"> Comparar e avaliar os modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes. Discutir a origem da multicelularidade tendo em conta a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais. Relacionar a pluricelularidade com a diferenciação celular. 	<ul style="list-style-type: none"> Valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais. Reconhecimento do carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como da importância epistemológica das hipóteses. 	<ul style="list-style-type: none"> As diferenças entre seres procariontes e eucariontes. A transição de procarionte para eucarionte e de unicelularidade para multicelularidade. A especialização de células em organismos coloniais traduz um aumento de complexidade. A pluricelularidade implica uma maior organização e diferenciação celular. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudo exaustivo de organismos com organização colonial. 	Procarionte Eucarionte Modelo autogénético Modelo endossimbótico Colónias Fixismo Evolucionismo Seleção natural Seleção artificial	6
2. Mecanismos de evolução	<ul style="list-style-type: none"> Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo. 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecimento de que o avanço científico-tecnológico é condicionado por contextos (ex. sócio-económicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais. 	<ul style="list-style-type: none"> Os contributos de diferentes áreas científicas (ex. anatomia, citologia, química, paleontologia...) na fundamentação e consolidação do conceito de evolução. As diferenças entre o pensamento de Lamarck e Darwin e a utilização do termo neodarwinismo. 	<ul style="list-style-type: none"> O estudo pormenorizado das teorias evolucionistas. 		
2.1 Evolucionismo vs fixismo						
2.2 Seleção natural, selecção artificial e variabilidade.						

Tabela 1 – Conteúdo da Unidade 7 da área curricular de Biologia do programa do 11º ano (continuação).

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial. • Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos. • Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres. 	<ul style="list-style-type: none"> • A meiose como fonte de variabilidade e, por esse motivo, promotora da evolução. • As populações como unidades evolutivas. • A existência de fenómenos de evolução convergente e divergente. 	<ul style="list-style-type: none"> • A abordagem exhaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria evolucionista. 		

Tabela 2 – Conteúdo do subtema lecionado da área curricular de Geologia do programa do 11º ano (retirado de DES-ME, 2003).

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Nº aulas
<p>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:</p> <p>1.1 Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema).</p>	<p>Identificar elementos constitutivos da situação-problema.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.</p>	<p>Reconhecer as contribuições da geologia nas áreas da: prevenção de riscos geológicos, ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e educação ambiental.</p> <p>Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas.</p> <p>Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.</p> <p>Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.</p> <p>Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.</p>	<p>A necessidade de identificar e compreender os principais materiais e fenómenos geológicos para prevenir e remediar muitos dos problemas ambientais (esta ideia deve ser transversal a todo o programa).</p> <p>Temas reveladores da importância do conhecimento geológico para a sociedade (procurando estabelecer, de imediato, uma relação com o processo de sedimentação).</p> <p>Os perigos da construção em leitos de cheia e da extracção de inertes no leito dos rios.</p>	<p>As designações dos diferentes troços dos rios, das fases de evolução dos rios e dos vários tipos de estruturas fluviais.</p>	<p>- bacia e rede hidrográfica. - leito e leito de cheia. - perfil transversal. - erosão, transporte e deposição. - ordenamento do território. - risco geológico.</p>	3

Tabela 2 – Conteúdo do subtema lecionado da área curricular de Geologia do programa do 11º ano (continuação).

<p>1.2 Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p>		<p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p> <p>Assumir atitudes de defesa do património geológico.</p>	<p>A necessidade de o homem intervir de forma equilibrada nas zonas costeiras, isto é, respeitando a dinâmica do litoral.</p>	<p>As designações das formas de acumulação de sedimentos em zonas do litoral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - faixa litoral: arribas e praias. - abrasão marinha e plataforma de abrasão. - natureza das rochas e posição dos estratos (2.1 e 2.3) - ordenamento do território - risco geológico. 	
<p>1.3 Zonas de vertente (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p>			<p>A necessidade de não construir em zonas de risco de movimentos em massa, respeitando regras de ordenamento do território.</p> <p>A importância de alguns factores naturais (gravidade, tipo de rocha, pluviosidade) e antrópicos (desflorestação, construção de habitações e de vias de comunicação, saturação de terrenos por excesso de rega agrícola, ...) no desencadear de movimentos em massa.</p>	<p>A designação e a caracterização dos diferentes tipos de movimento de materiais nas zonas de vertente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - movimentos em massa. - transporte e deposição de sedimentos (2.1). - ordenamento do território. - risco geológico. 	
<p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p>						<p>12</p>

Este relatório compreende uma introdução e um enquadramento teórico sobre práticas letivas e os subtemas lecionados durante a prática de ensino supervisionada. Segue-se a metodologia, com uma breve caracterização da escola e da turma e descrição das estratégias utilizadas. Posteriormente é apresentada a análise dos resultados, obtidos nos testes de avaliação (diagnóstica e formativa) e exercícios das provas de avaliação sumativa, referentes aos subtemas lecionados. Por fim, surge a discussão dos resultados e respetiva conclusão, bem como as considerações finais do relatório.

2. Enquadramento teórico

2.1. Práticas letivas

O professor na sala de aula

Muito se tem discutido acerca da influência e eficácia do professor no sucesso educativo dos seus alunos e se a sua postura na sala de aula deve ser afetiva ou condutora, numa ótica de gestão da turma. Autores como Felouzis (1997 in Dias, 2011) colocam ênfase na importância dos professores desenvolverem uma boa relação com os seus alunos, por forma a conseguirem ser eficazes. Todavia, para Hirsch Jr (1998), referindo os estudos de Brophy-Evertson entre 1973 e 1979, os professores que obtêm melhores resultados são aqueles que se concentram mais nos resultados académicos, não deixando de ser afetivos mas sendo condutivos, e os que obtêm piores resultados privilegiam excessivamente a componente afetiva, preocupando-se em demasia com a autoestima e o bem-estar psicológico dos alunos. Torna-se assim claro que um bom professor deve possuir a característica de saber impor-se à turma, isto é, os professores afetuosos mas condutivos não desenvolvem, em sala de aula, a afetividade em detrimento das condições disciplinares básicas necessárias à tarefa educativa (Dias, 2011).

Brophy (2000 in Dias, 2011, p. 58) refere que um bom professor deve ter “boa disposição, camaradagem, maturidade emocional, sinceridade e preocupação com os alunos enquanto indivíduos e enquanto aprendizes”. Essa maturidade emocional está, então, na base da capacidade de gerir, perante os alunos, a combinação entre autoridade/normas e afeto/cumplicidade (Dias, 2011), algo que não advém da idade ou tempo de serviço do professor.

A capacidade de gestão de todas as situações numa sala de aula provém ainda de dois outros aspetos: a aptidão para ser capaz de observar e intervir perante situações emergentes (Brophy, 2000 in Dias, 2011) e o planeamento das aulas. De acordo com Dias (2011), os professores que apresentaram um plano de aula bem esquematizado, mesmo que apenas mentalmente, tiveram uma exposição e sequência fluídas e sem interrupções, o que permitiu evitar situações problemáticas, como as ocorridas nas aulas lecionadas por

professores que não elaboraram um plano de aula, onde as contradições e as paragens levaram os alunos a protestar de forma veemente. Um adequado planeamento das aulas demonstra igualmente uma capacidade de levar os alunos a raciocinar face às perguntas formuladas pelo professor, esperando este pelas respostas, ajudando ainda a melhorar o modo como o conhecimento é transmitido, através da utilização de um tipo de linguagem mais simplificada e acessível aos alunos (Dias, 2011). Portanto, estamos perante as características necessárias para a aplicação do ensino dialógico, por oposição ao ensino monológico. O ensino dialógico vai então depender: da existência de interações que encorajem os alunos a pensar; de questões que sugiram a conexão entre conceitos; de respostas que sejam utilizadas para prosseguir a lecionação, ao invés de ser ignoradas; de um feedback contínuo por parte do professor; e de outras características dependentes do nível de organização, do clima e das relações existentes em sala de aula (Alexander, 2008), ou seja, do professor.

Todavia, apesar de se conseguir definir algumas características marcantes de um professor, não é descabido afirmar que os alunos da turma poderão ser responsáveis pelo desempenho pedagógico do professor, ou seja, que os alunos podem ter influência na performance do professor (Dias, 2011). Uma das ilações mais importantes que se podem retirar deste tipo de estudos é que as conclusões a que se chega são unicamente referentes aos sujeitos que neles participam (Gaitas & Silva, 2010).

Metodologias e estratégias

Quando se fala em metodologias e estratégias, o intuito é descrever as diferentes possibilidades que o professor tem de tornar os momentos de ensino e aprendizagem em processos qualitativamente elevados. É comum, associada a esta discussão, considerar as características do professor na eficácia do ensino. Apesar das muitas sugestões que podem ser encontradas na bibliografia de como um professor pode melhorar o seu conhecimento ou as suas capacidades, uma das conclusões gerais é que nenhuma estratégia de ensino é sempre eficaz com todos os alunos (Dunkin & Biddle, 1974; Peterson & Walberg, 1979; Wittrock, 1986; Dunkin, 1987; Richardson-Koehler, 1987; Good & Brophy, 1991; Marzano, 2003 in Killen, 2006). A razão principal para este facto reside na complexidade dos processos de ensino e aprendizagem e na influência de diversos fatores, em que apenas alguns são da responsabilidade do professor.

Cole e Chan (1986 in Killen, 2006) sugerem que um professor eficaz, um bom professor, consegue exponenciar os resultados dos seus alunos através de um conjunto de princípios aplicáveis a um determinado contexto letivo. Assim, é fácil entender que a aplicabilidade de metodologias e estratégias é variável no contexto, seja em diferentes momentos da aula ou em diferentes turmas, exigindo ao professor uma flexibilidade e capacidade de percepção das necessidades impostas pela complexidade dos processos de ensino e aprendizagem.

A estratégia mais utilizada pelos professores é, indubitavelmente, a instrução direta, conceito relativamente simples que assenta em três pontos-chave: o estabelecimento de objetivos e a sua articulação, a avaliação da evolução dos alunos e um ensino claramente expositivo (Good, 1979). Mesmo com alguns constrangimentos na sua experiência, em relação a diversos parâmetros estabelecidos por estudos anteriores, Garside (1996) demonstra que o método de ensino tradicional, através de palestras, ou seja, puramente expositivo, é mais benéfico para o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos, por comparação com a leitura individual de um texto. O mesmo estudo conclui ainda que a discussão em grupo, mesmo que sem objetivos e estrutura definidos (diferentes formatos podem ter resultados diversos), pode apresentar diferenças significativas em relação a um método expositivo, contribuindo para um desenvolvimento mais acentuado de um espírito crítico nos estudantes.

No trabalho de grupo, existem quatro tipos: grupo de pseudoaprendizagem, grupo de aprendizagem tradicional, grupo de aprendizagem cooperativa e grupo de aprendizagem de alto rendimento (Johnson & Johnson, 1999). Os dois primeiros são os mais frequentes em contexto escolar quando se fala na realização de um trabalho de grupo. São similares na sua génese, com o resultado final a ser qualitativa e quantitativamente inferior ao de um grupo de aprendizagem cooperativa. Nos grupos de aprendizagem tradicional criam-se as situações mais vezes observadas nestas atividades, nomeadamente a falta de empenho de membros do grupo perante a tarefa proposta, que esperam que sejam os melhores alunos a fazer praticamente o trabalho todo. Existe, também, uma luta pela liderança e há um sentimento, por parte dos alunos com mais capacidades, de que um trabalho individual seria mais compensatório (Johnson & Johnson, 1999).

A aprendizagem cooperativa, para ocorrer, deve obedecer a pressupostos fundamentais como uma interdependência positiva e promoção da interação entre os membros do grupo e a percepção de que o sucesso do grupo depende da responsabilidade e desempenho

individuais (Johnson & Johnson, 1999). Assim, os alunos trabalham cooperativamente, em grupos pequenos, para resolver um problema comum ou executar uma tarefa fornecida pelo professor (Slavin, 1983; Johnson & Johnson, 1986; Johnson *et al.*, 1991 in Neo, 2005). O pressuposto é a existência de uma interação baseada na partilha de informação e conhecimentos, em prol do objetivo do grupo, que consistem em melhorar as capacidades de todos os membros. Desta forma, o rendimento final será quantitativa e qualitativamente elevado, não existindo a sensação, nos elementos do grupo, de que o trabalho individual teria sido mais recompensador (Johnson & Johnson, 1999). O foco da aprendizagem é centrado no aluno e na sua capacidade de desenvolver competências sociais que contribuirão para a sua formação pessoal (Tribe, 1994 in Neo, 2005).

Outro método, que pode ser usado pelo professor, é a utilização de estratégias de resolução de problemas. Este tipo de estratégias são utilizadas de forma frequente em ambientes pessoais ou profissionais, por forma a contribuírem para a resolução de um problema, através da execução de um conjunto de atos planeados e ligados ordenadamente (Taconis *et al.*, 2001). O problema desta metodologia é a sua prática através de um elevado número de problemas, que levam o aluno a focar-se mais na sequência de passos conducentes ao resultado final do que no conhecimento e processos mentais envolvidos (Taconis, 1995 in Taconis *et al.*, 2001). Independentemente do tipo de estratégias de resolução de problemas que possa ser adotado pelo professor, há vários tipos de conhecimento que devem ser desenvolvidos neste género de metodologia: o conhecimento estratégico de abordagem e métodos; o conhecimento situacional; o conhecimento declarativo; e o conhecimento procedimental (de Jong & Ferguson-Hessler, 1996 in Taconis *et al.*, 2001).

O uso de estudos caso começa a ser também utilizado como estratégia nos processos de ensino e aprendizagem, principalmente na aprendizagem empírica. Com origem no ensino de direito e medicina (Boehrer & Linsky, 1990 in Kreber, 2001), a sua utilização tem-se dispersado a muitas outras disciplinas, podendo-se, resumidamente, dizer que um bom estudo caso deve conter uma história com elementos conflitantes, breve e precisa na colocação de uma questão polémica; essa questão deve exigir uma decisão aos alunos, que seja cognitivamente desafiante (Gross Davis, 1993 in Kreber, 2001). Assim, um estudo caso é uma descrição detalhada de uma situação ou problema ocorrido na realidade, conforme aconteceu no passado ou poderia suceder futuramente ao estudante, em termos profissionais. Durante o uso de estudos caso, o procedimento lógico é começar

por identificar o problema, separando-o do que o causa; posteriormente, recorrendo a estratégias de resolução de problemas, devem-se criar soluções plausíveis, avaliá-las e escolher a mais exequível, traçando uma planificação para o seu cumprimento (Knopp, 1984 in Kreber, 2001).

Escrever é outra estratégia passível de ser usada mas bastante desvalorizada. Atualmente, escrever bem deixou de ser uma necessidade mas é, a par de uma boa compreensão ao nível da leitura, uma característica distintiva no sucesso académico e essencial na cultura científica com que se pretende dotar os jovens (Graham & Perin, 2007). Rivard e Straw (2000), por exemplo, concluem que a escrita tem um papel destacado na estruturação do conhecimento a partir de ideias mais simples. O uso da escrita como estratégia de aprendizagem tem sido bastante descrito na literatura e em relação a diversas disciplinas (Vygotsky, 1962; Barnes, 1976; Applebee, 1984; Langer, 1986; Scardamalia & Bereiter, 1986; Resnick, 1987; Howard, 1988; Britton, 1989; Schumacher & Nash, 1991 in Rivard & Straw, 2000). Os estudos ligados a esta área têm sido interpretados através de uma hipótese de profundidade de processamento, em que a adoção de diferentes tipos de exercícios que estimulem a escrita induz o uso, por parte dos alunos, de processos mentais variados na organização e codificação da informação (Langer & Applebee, 1987 in Rivard & Straw, 2000). Estes exercícios levam os alunos a concentrem-se nos conceitos aprendidos de forma isolada, essencial numa primeira fase de aprendizagem, para posteriormente desempenharem tarefas que envolvam escrita analítica e que os levem a estabelecer conexões entre os conceitos aprendidos (Rivard & Straw, 2000). A escrita, enquanto meio de desenvolvimento mental do aluno, pode ser exponenciada através da sua utilização, por exemplo, na aprendizagem cooperativa, onde se estabelece uma discussão acerca dos conhecimentos de cada aluno, tendente à evolução das suas capacidades (Rivard & Straw, 2000).

O uso de TIC num contexto de ensino e aprendizagem

A última grande reforma do Ensino Secundário, que entrou em vigor no ano letivo de 2004/2005, veio inserir as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como recursos importantes e relevantes no quadro dos documentos normativos programáticos.

O termo TIC remete para dois tipos de tecnologia, a computacional ou informática e a das telecomunicações, que se refere usualmente à Internet, podendo ser então conjugadas e utilizadas como recursos educativos (Miranda, 2007). As TIC são essenciais nos processos de ensino e aprendizagem, ao estimular o querer aprender mais e tornando pessoal a transmissão de conhecimentos (Barreto, 1999 in Teixeira, 2003).

A apresentação de diapositivos em suporte digital, por intermédio do programa PowerPoint™, é uma das TIC mais utilizadas pelos professores, como recurso didático, no decorrer das suas aulas. A sua utilização deve, contudo, reger-se por três fases preparatórias: a estruturação de todo o conteúdo da apresentação, como o tópico e os objetivos gerais e específicos de aprendizagem; as características do próprio programa (se o professor se sente à-vontade no seu uso e a escolha do tipo e tamanho da letra a utilizar, para que a apresentação se mantenha fluída); e o ensaio tecnológico, compreendendo um teste prévio para verificar que tudo funcionará bem, incluindo as capacidades de apresentação do professor (Holzl, 1997).

A sua eficácia é um pouco mais controversa mas o seu uso mantém-se nos dias de hoje por comparação com os anteriores recursos, como as transparências ou as aulas totalmente expositivas sem o apoio de qualquer tipo de suporte. Num estudo de Szabo e Hastings (2000), citado em Craig e Amernic (2006), mais de 90% dos estudantes inquiridos afirmaram que este tipo de apresentações conseguem captar mais a atenção que os recursos de ensino tradicionais e 85% referem que as aulas com PowerPoint™ são mais interessantes que as aulas unicamente expositivas. Uma revisão bibliográfica, feita por Craig e Amernic (2006), indica que os estudantes gostam de ser ensinados através de apresentações de diapositivos em suporte digital, dado permitem, se distribuídas antecipadamente, a impressão em formato de folhetos, possibilitando anotações; as apresentações são ainda classificadas como interessantes e claras, facilitando uma maior retenção do que foi lecionado.

Contudo, a investigação nesta área revela que o uso do PowerPoint™ deve ser utilizado com cuidado. Por exemplo, os estudantes podem sentir-se ignorados quando um professor se foca mais na apresentação do que na turma. Este facto poderá dever-se à inexistência de comandos remotos que possibilitem a transição entre diapositivos sem que o professor se tenha que concentrar nessa mesma passagem. O uso excessivo de gráficos, imagens e animações é igualmente frustrante para os alunos e indicador, muitas vezes, da ausência de informação concreta, tal como a leitura *ipsis verbis* do conteúdo dos diapositivos pelo

docente que, para além de ser insultuoso para com os estudantes, pode indicar um mau uso da tecnologia, a inexistência de capacidades de apresentação ou até o não à-vontade com o tema que está a lecionar (Voss, 2004).

Para além destas opiniões, a favor ou contra o uso desta TIC em sala de aula, ainda existem dúvidas acerca dos seus benefícios na aprendizagem. Num estudo com a duração de dois anos, Rankin e Hoaas (2000 in Craig & Amernic, 2006) verificaram não existir diferenças significativas na performance dos estudantes de duas turmas em que foi utilizado o PowerPoint™ e duas em que não foi utilizado este recurso. Noutro estudo, foi detetada uma diminuição da performance dos alunos quando o professor mudou a estratégia utilizada de transparências para diapositivos (Bartlett *et al.*, 2000 in Craig & Amernic, 2006).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são outro exemplo de TIC que começam a ser explorados no ensino secundário, depois de o seu uso se disseminar ao nível do ensino superior, estando ainda muito restritos à temática da geografia. Os SIG são recursos propícios à exploração, por exemplo, de situações-problema, integrando metodologias e funcionalidades que podem favorecer a interação entre diferentes disciplinas, levando os alunos a transpor os conceitos aprendidos do plano teórico para o real (Mota, 2004).

A aplicação de SIG nos processos de ensino e aprendizagem é apropriada a qualquer nível de ensino pré-universitário, extensível a qualquer disciplina e não apenas à de geografia (Tarmiji *et al.*, 2003 in Lateh & Muniandy, 2011). Um dos grandes receios, em relação ao uso destas tecnologias, advém do facto de a maioria dos professores não ter preparação para tal e considerá-las complexas, o que começa a ser contrariado através da curiosidade que os novos professores, bem como os alunos, têm em relação a estas aplicações, nomeadamente o Google Earth (Sherman-Morris *et al.*, 2009), que não sendo um SIG, é um excelente ponto de partida. Os SIG já começam a ser utilizados em disciplinas como a Geologia, nomeadamente permitindo uma explicação mais simplificada de conceitos científicos associados à localização de vulcões, terremotos e à sua relação com os limites de placas tectónicas. Têm também sido utilizados para construir aplicações de uso público e educacional, por exemplo, para monitorização de bacias hidrográficas (Curtis *et al.*, 1999), contribuindo para a melhoria das suas capacidades de investigação e de resolução de problemas dos alunos (Whitaker, 2011).

A disseminação do uso de SIG nas escolas, ao nível do ensino secundário, está dependente de algumas condicionantes, tais como: os recursos tecnológicos necessários; a sua elevada curva de aprendizagem; o facto de não serem desenhados de raiz para uso educacional; e a dificuldade da maioria dos professores em inserir a utilização deste recurso nas suas planificações, ao contrário do que acontece, por exemplo, com o PowerPoint™ (Bednarz & Schee, 2006).

Trabalhos práticos – o que são e porque realizá-los

É importante começar por perceber o que são atividades práticas ou trabalhos práticos. A palavra prática sugere, de imediato, um conceito manual e experimental, numa lógica laboratorial. Hodson (1992 in Dourado, 2001, p. 13), refere que “existe um certo grau de confusão e de ingenuidade na suposição de que o trabalho prático implica necessariamente trabalho de laboratório”. De uma forma simplista, um trabalho prático é uma das estratégias didáticas disponíveis para utilização do professor, incluindo todo o tipo de atividades que envolvam o aluno de forma ativa, nos três domínios: psicomotor, cognitivo e afetivo. Um trabalho prático é qualquer atividade que implique uma participação considerável por parte do aluno, como a resolução de exercícios de papel e lápis, trabalhos de pesquisa utilizando a biblioteca ou a internet ou o uso de simulações informáticas, entre outras (Hodson, 1988 in Dourado, 2001).

Segundo Dourado (2001), dentro da definição de trabalho prático, e mesmo com as dificuldades inerentes à sua clarificação por parte de muitos professores, podem ser englobados três tipos de trabalhos: de campo, laboratoriais e experimentais. Cada um destes tipos apresenta características que são diferentes dos trabalhos práticos já referidos, como “o aluno assume a realização do trabalho, embora com apoio por parte do professor ao longo do seu desenho e execução; podem ser utilizados diferentes procedimentos científicos (observação, formulação de hipóteses, realização de experiências, técnicas manipulativas, elaboração de conclusões, entre outros), tendo em linha de conta as capacidades dos alunos; recorrem ao uso de materiais similares aos utilizados por cientistas; a sua conceção permite a perceção e a utilização de novos espaços para além da sala de aula normal, como sendo laboratórios ou o próprio campo” (Carmen, 2000 in

Dourado, 2001, p. 14). Pode-se, então, concluir que a diferenciação principal entre trabalho de campo e trabalho laboratorial advém do local onde é realizado (Leite, 2001).

Outro conceito facilmente equivocável é o de trabalho experimental. Segundo Leite (2001), o trabalho experimental encerra atividades que envolvem controlo e manipulação de variáveis, podendo ser realizadas em laboratório ou no âmbito de uma aula de campo, ou englobarem-se noutro tipo de atividades práticas, como a simulação de movimentos em massa em vertentes através de um programa informático.

Na disciplina de Biologia e Geologia, o uso dos diversos tipos de trabalhos acaba por ser diferencial conforme a área científica. Enquanto os trabalhos práticos mais generalistas, como a resolução de problemas de papel e lápis ou a pesquisa informática, podem ser transversalmente aplicados, o trabalho de campo é mais relevante na área da geologia do que em biologia. Já relativamente ao trabalho experimental, o conjunto de atividades é mais comumente realizado em biologia, inclusive numa ótica laboratorial, do que em geologia (Dourado, 2001).

Qual é, então, o papel do trabalho prático, em especial no ensino e aprendizagem de Ciências? Miller (2004) sumariza essa importância, referindo que o trabalho prático é um componente essencial para desenvolver o conhecimento científico dos alunos, bem como o conhecimento que estes têm acerca de ciência. Assim, torna-se relativamente consensual que as atividades práticas, no âmbito do ensino de Ciências, conseguem desenvolver capacidades de planeamento, manipulação de equipamentos, observação, análise e avaliação, competências pessoais, de aprendizagem e de raciocínio, bem como do modo de funcionar da ciência, promovendo ainda uma aprendizagem experiencial, independente e a vários níveis (SCORE, 2009 in Woodley, 2009).

Processo avaliativo

As opiniões em relação aos tipos de avaliação, e à forma como são aplicados e analisados, são diversas entre autores (Marzano, 2000; Cortesão, 2002; Leite, 2002; Earl, 2003), sendo inclusive diferentes em Portugal ao nível dos diferentes ciclos de ensino. Temos, assim, duas visões em relação à avaliação da aprendizagem, uma que se divide claramente em três modos (diagnóstica, formativa e sumativa) e outra que vai incluir a avaliação

diagnóstica dentro da avaliação formativa. Mesmo a noção de uma distinção simples entre avaliação formativa e sumativa, respetivamente, para ajudar na aprendizagem ou para ser a base de uma classificação final, é bastante discutível. O papel de ambas (tal como da avaliação diagnóstica) é essencial para a eficácia dos processos de ensino e aprendizagem, não fazendo sentido classificá-las como conceitualmente ou pragmaticamente distintas, uma vez que o objetivo final de qualquer tipo de avaliação é melhorar o processo educativo (Harlen, 2006).

O Despacho Normativo nº 1/2005, de 5 de janeiro, referente ao Ensino Básico, enuncia, no seu ponto 18 (p. 72), que “a avaliação diagnóstica conduz à adopção de estratégias de diferenciação pedagógica e contribui para elaborar, adequar e reformular o projecto curricular de turma, facilitando a integração escolar do aluno, apoiando a orientação escolar e vocacional. Pode ocorrer em qualquer momento do ano lectivo quando articulada com a avaliação formativa”, distinguindo avaliação diagnóstica de avaliação formativa e salientando o carácter articulador de ambas.

Por sua vez, o Decreto-Lei nº 50/2011, de 8 de abril, que estabelece, entre outros pontos, os princípios orientadores da avaliação das aprendizagens, referentes ao nível secundário de educação, declara no Artigo 11º (p. 2105) que “a avaliação das aprendizagens compreende as modalidades de avaliação formativa e avaliação sumativa” (ponto 1) e que “a avaliação formativa é contínua e sistemática e tem função diagnóstica, permitindo ao professor, ao aluno, ao encarregado de educação e a outras pessoas ou entidades legalmente autorizadas obter informação sobre o desenvolvimento das aprendizagens, com vista ao ajustamento de processos e estratégias” (ponto 2), integrando, de forma subjetiva e não explícita, a avaliação diagnóstica dentro da avaliação formativa.

Dados compilados ao longo de mais de três décadas mostram que a maioria dos alunos já possuem conhecimentos prévios ou empíricos, quer acerca da Ciência em si quer sobre os conceitos que serão lecionados, desenvolvendo pouco esses conhecimentos em termos científicos, finda a leção (Duit & Treagust, 2003 in Treagust, 2012). As conceções alternativas resultantes desse conhecimento limitado, caso não sejam combatidas, podem ficar integradas na estrutura cognitiva dos estudantes, prejudicando subsequentes aprendizagens, ao gerar-se uma dificuldade na integração de novas informações e consequente compreensão de novos conceitos (Treagust, 2012).

A avaliação diagnóstica deve ser utilizada pelo professor na medição dos conhecimentos, previamente construídos ou empíricos, ajudando a identificar dificuldades e/ou potencialidades dos alunos em relação aos conteúdos curriculares a lecionar. Esta avaliação pode ainda servir como instrumento auxiliador na planificação, ajustamento ou verificação da prática docente, na figura do plano de aula (Leite, 2002), podendo ainda desempenhar papel semelhante no final da lecionação de um tema (Treagust, 2012).

Como já referido anteriormente, a avaliação formativa está prevista e descrita sucintamente em Decreto-Lei, servindo para apoiar o uso de medidas pedagógicas distintas conforme as características dos alunos e as aprendizagens que o professor pretende desenvolver. A avaliação formativa é constituída por três etapas: a recolha de informações, pelo professor, relativas aos progressos e dificuldades de aprendizagem dos alunos; a interpretação das informações recolhidas para diagnóstico de fatores que possam originar eventuais dificuldades observadas; e a adaptação das atividades de ensino e aprendizagem no sentido da interpretação realizada às informações recolhidas (Allal, 1986). Torna-se, de certa forma, mais clara uma distinção entre avaliação diagnóstica, como meio de determinar conhecimentos e conceitos pré-instrucionais, e avaliação formativa, como motor de identificação de progressos e dificuldades de aprendizagem.

Há, pelo menos, cinco métodos de avaliação formativa, disponíveis para uso do professor em contexto de sala de aula, baseados na sua eficácia: partilha, com os alunos, dos objetivos a atingir; colocação de questões durante a aula; avaliação por meio de comentários; auto e heteroavaliação; e aplicação formativa de testes sumativos (William, 2000, Black *et al.*, 2003, William, 2007 in Black & William, 2009). O uso destes métodos pressupõe que o professor, do trabalho efetuado na recolha e interpretação de informações, consiga estabelecer três pontos: onde estão os alunos quanto à aprendizagem, quais os objetivos finais e o que falta fazer para que eles os atinjam (William & Thompson, 2007 in Black & William, 2009).

Assim, por exemplo, a colocação de questões permite ao professor criar e moderar discussões ou outras tarefas que demonstrem evidências da compreensão da matéria por parte dos alunos, tal como a realização de comentários personalizados por parte do professor providencia feedback que pode promover a evolução dos alunos (Black & William, 2009). O método mais complicado é o uso formativo de testes sumativos, pela dificuldade e pressão que podem colocar no estudante. Todavia, se utilizados de forma

correta, podem providenciar ao professor informações sobre o nível em que os alunos se encontram e, a estes, o que é pretendido em termos avaliativos na disciplina, e levando a uma maior entreaajuda entre os alunos ou à sua utilização como método de revisão das aprendizagens (Black *et al.*, 2003 in Black & Wiliam, 2009). Apesar de contribuir para a avaliação final dos alunos, a classificação deste tipo de avaliação não é tão eficaz como comentários individuais, podendo ser contraproducente em alunos de níveis cognitivos mais baixos (Black & Wiliam, 1998 in Sadler, 1998), devendo, portanto, ser evitada e substituída por outro tipo de feedback.

Um dos pontos determinantes da avaliação formativa é o papel do aluno na própria avaliação e que deve assumir uma forma central. O aluno deve ter uma postura ativa na sua aprendizagem (o professor não pode aprender por ele), tendo em conta que só poderá progredir quando compreender e lidar com as suas capacidades e limitações (Harlen & James, 1997).

A avaliação sumativa é definida em termos legislativos como uma classificação e certificação finais, dividindo-se em dois tipos complementares: interna e externa. A primeira é da responsabilidade dos professores e dos órgãos de gestão pedagógica da escola e a segunda do Ministério da Educação e Ciência, através da realização de exames finais a nível nacional. A avaliação sumativa interna tem então lugar em determinados intervalos como culminar, por exemplo, da lecionação de uma unidade curricular; os objetivos alcançados têm que ser medidos, avaliando-se a progressão da aprendizagem através de critérios públicos, como a matriz que é entregue aos alunos antes da prova (Harlen & James, 1997).

A construção de uma prova de avaliação sumativa deve obedecer a um conjunto de regras, não só na elaboração da totalidade do documento mas igualmente na elaboração de cada item avaliativo, o que transforma esta tarefa numa dificuldade acrescida para muitos professores (Instituto de Investigação Educacional, 1994). Assim, existem características gerais que devem ser respeitadas numa prova deste tipo, por exemplo: ser apresentada de forma legível e interpretável pelos alunos, que devem ter total familiaridade com a linguagem utilizada; o tempo de execução não afetar as respostas dos alunos; a forma de correção ser do conhecimento prévio dos alunos ou estar claramente definida no teste; o formato de cada item apresentar uma adequação ao que se pretende avaliar, não tendo um grau de execução acima da média (Instituto de Investigação Educacional, 1994). Os itens avaliativos podem ser de seleção ou de construção, sendo exemplos dos primeiros os de

escolha múltipla, associação/correspondência e ordenação, e dos segundos os de resposta curta, resposta restrita e resposta extensa.

É claro que a validade dos resultados obtidos, com recurso a testes sumativos, também pode ser questionada, principalmente quanto à confiança com que devem ser encarados. As principais fontes de erro, associadas a estas avaliações, são que qualquer estudante pode ter uma performance, melhor ou pior, consoante as questões que foram escolhidas para uma determinada prova, desempenho esse diferente do que apresenta no dia-a-dia. Além disso, apenas nos itens de seleção é que se pode obter uma equidade na correção por parte de diferentes avaliadores (Black & Wiliam, 2002 in Black & Wiliam, 2011).

Uma das principais questões que se coloca atualmente, no que concerne à investigação em educação, é se existe avaliação formativa e avaliação sumativa ou somente boa avaliação? A distinção entre as duas avaliações é difusa, como já referido anteriormente, principalmente no que diz respeito aos elementos que se podem retirar de ambas. A avaliação formativa pode fornecer ao professor informações relevantes acerca do progresso dos alunos e dos objetivos atingidos por estes, algo tradicionalmente ligado à avaliação sumativa, enquanto a avaliação sumativa providencia feedback para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, que é um dos principais resultados da avaliação formativa (Harlen, 2011). Talvez faça mais sentido falar-se em avaliação progressiva, algo que esbate a fronteira estanque entre avaliação formativa e avaliação sumativa (Maxwell, 2004 in Harlen, 2006).

2.2. Biologia - Mecanismos de evolução

Atualmente, embora tal não se possa afirmar de uma forma consensual, a história de todos os organismos vivos no nosso planeta foi e continua a ser escrita segundo princípios constantes de mudança. Para uma pessoa sem conhecimento científico, e a exemplo do que aconteceu em larga escala até finais do século XVIII, é fácil observar a imutabilidade das espécies à escala do seu tempo de vida. Contudo, hoje em dia, já são inúmeras e vastas as provas de que os organismos atuais foram precedidos por muitos antecessores de tamanho, forma e complexidade variáveis.

A ideia, aceite pela maioria da comunidade científica, de surgimento e extinção de espécies mas, acima de tudo, de mudança não foi de todo pacífica de aceitar, chegando a abalar diversos setores de uma sociedade que acreditava piamente que as espécies biológicas eram imutáveis e não possuíam qualquer relação entre si.

Fixismo

O fixismo é a teoria que se opõe ao evolucionismo. Procura explicar a origem e a diversidade das espécies, que surgiram como são atualmente conhecidas e se mantiveram imutáveis e fixas ao longo da sua existência, defendendo ainda que foram criadas independentemente umas das outras. Como já foi referido, a aceitação do fixismo enquanto teoria explicativa da diversidade biológica existente no planeta foi plena durante bastantes séculos, uma vez que as observações que os cientistas realizavam a gerações sucessivas de seres vivos mostravam que a imutabilidade se mantinha.

Há várias hipóteses que têm como base o fixismo mas as mais importantes são o criacionismo, a geração espontânea e o catastrofismo. O criacionismo refere-se à crença religiosa numa força ou ser sobrenatural que intervêm ou interveio diretamente no mundo físico (Scott, 2009). Em termos científicos, esta hipótese teve o seu apogeu no século XVII, continuando a ser bastante popular entre naturalistas no século seguinte, entre os quais Carl Lineu. Por seu turno, a hipótese da geração espontânea é, historicamente, muito mais antiga que o criacionismo, remetendo-se ao século IV (a.C.), e a Aristóteles, as primeiras evidências escritas mais conhecidas. Para o filósofo grego era uma verdade facilmente observável o facto de os pulgões surgirem a partir do orvalho que se formava e caía das plantas, moscas da matéria orgânica em decomposição e crocodilos de troncos de madeira apodrecidos no fundo de cursos de água, por exemplo (Lennox, 2001). Resumidamente, os organismos poderiam surgir a partir de matéria inerte, por ação de um princípio ativo. Outro dos grandes defensores da hipótese da geração espontânea foi Jan Baptist Van Helmond (século XVII), marcante pelas suas notas de técnicas experimentais, entre as quais a experiência de colocar manjeriço entre dois tijolos ao sol e daí surgirem escorpiões.

Por fim, a hipótese do catastrofismo teve em Georges Cuvier, paleontólogo, o seu proponente. A partir de uma leitura catastrofista da história da Terra, e sendo ele próprio um fixista, Cuvier defendeu que os seres que se iam sucedendo à superfície do globo ao longo dos tempos geológicos não eram relacionados entre si. Existiam, no seu entender, eventos cíclicos de natureza súbita e violenta que correspondiam à destruição das espécies então existentes. Assim, faltavam as formas intermédias, ou seja, testemunhos no registo fóssil de modificações graduais, o que contradizia as ideias de transformismo que começavam a surgir à data (Tavares Ribeiro, 2010).

A mudança de paradigma

Charles Lyell foi um dos grandes responsáveis, indiretamente, pela chamada revolução darwiniana, através do livro *Principles of Geology*. Fixista até essa altura, era concordante com o estaticismo da história natural, aceite pela comunidade científica da época, refutando a teoria lamarckista, a primeira teoria evolucionista. Contudo, na sua obra, defendeu o princípio das causas naturais, atualismo ou uniformitarismo, não concordando, como Cuvier afirmava, que a história do planeta se constituísse de catástrofes súbitas e violentas, à escala global. Pelo contrário, o uniformitarismo postula que a maioria das alterações geológicas são lentas e graduais e que os acontecimentos passados podem ser explicados pelos atuais, dado as causas subjacentes serem idênticas (Tavares Ribeiro, 2010).

Lamarckismo

É já em pleno século XIX, mais concretamente em 1815, que Jean-Baptiste de Lamarck expõe as suas considerações biológicas e evolutivas. Explicando como a natureza tinha criado primeiramente as formas mais simples de vida, como a organização dos seres vivos se tornou cada vez mais complexa, como determinadas capacidades dos organismos surgiam com o aumento da perfeição dessa mesma organização e como a influência de circunstâncias particulares levava ao aparecimento de hábitos e estruturas específicas em

certos animais (Burkhardt, Jr., 1995), estava aberto o caminho para a definição da primeira teoria evolucionista, o Lamarckismo.

Na sua teoria da evolução, Lamarck incorporou duas ideias que constituem, atualmente, as duas leis do Lamarckismo. A primeira, a lei do uso e do desuso, refere que a necessidade de adaptação dos organismos ao meio ambiente ditaria um uso ou desuso de determinados órgãos, respetivamente, hipertrofia ou atrofia dos mesmos. Consequentemente, a segunda, lei da transmissão dos caracteres adquiridos, diz que as modificações permitiriam aos indivíduos uma melhor adaptação ao meio, sendo transmitidas à descendência.

De um modo resumido, uma mudança no ambiente levaria a uma necessidade de mudança, resultando em modificações comportamentais, diferenças no uso e desenvolvimento de órgãos e conseqüente transformação ao longo do tempo, ilustrando a adaptação da espécie no decurso de gerações.

O Lamarckismo, tal como a esmagadora maioria das teorias, não esteve isento de críticas. Para além do já referido Lyell, em *Principles of Geology*, também Weissman, biólogo evolucionista alemão, foi um dos principais oponentes à teoria evolucionista de Lamarck. A partir de experiências em ratos, aos quais a cauda era cortada mas cujos descendentes a apresentavam, Weissman contrapôs a lei da transmissão dos caracteres adquiridos (Porter, 1999). Para além da refutação da segunda lei, também se levantaram, à época, críticas acérrimas ao facto da teoria inserir nos organismos uma espécie de “ambição natural” que os levaria a quererem mudar e igualmente em relação à lei do uso e do desuso, que não explicava todas as modificações existentes nos seres vivos, como é o caso dos ossos que são resquícios de órgãos locomotores nas cobras (Honeywill, 2008).

Darwinismo

A teoria evolutiva de Charles Darwin é sobejamente conhecida, por culpa da sua obra *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. É durante a viagem de circum-navegação a bordo do Beagle (1831-36) que começa a ser delineada, a partir da leitura e estudo da obra de Lyell e de observações de geologia, biogeografia e ecologia (Tavares Ribeiro, 2010). Durante uma

expedição de Valparaíso ao topo da cordilheira dos Andes, em 1834, Darwin encontrou depósitos marinhos que incluíam os restos de uma floresta petrificada. Devido aos seus conhecimentos de geologia, deduziu que aquela parte do continente sul-americano já teria estado submersa, tendo sido conseqüentemente erguida mais de 2000 metros acima do nível do mar (Berra, 2008). Dois anos antes, em 1832, Darwin havia recolhido fósseis de Gliptodontes, um organismo gigante extinto semelhante aos tatus que habitavam aquela zona da Argentina, o que o levou a questionar-se acerca do porquê de se os dois organismos tinham sido criados ao mesmo tempo, apenas os tatus estarem vivos. Para ele, somente uma explicação era possível: não tinham sido criados ao mesmo tempo e os gliptodontes eram antecessores dos tatus (Moore & Moore, 2006). Estes dados geológicos, juntamente com a leitura da obra de Lyell, fizeram com que Darwin pensasse que se as transformações na Terra eram lentas e graduais, tal poderia significar o mesmo para a transformação das espécies, uma vez que tinha encontrado provas que poderiam suportar essa mudança.

As fundamentações biogeográficas e ecológicas foram fornecidas pelos tentilhões que habitavam as diversas ilhas do arquipélago das Galápagos, a paragem mais famosa da viagem do Beagle. Darwin indagou-se porque é que haviam mais semelhanças entre aqueles tentilhões e os tentilhões que existiam na costa da América do Sul do que entre os que habitavam as várias ilhas. A explicação mais simples é que os tentilhões das Galápagos evoluíram a partir dos seus congêneres sul-americanos (Moore & Moore, 2006). Esta era a explicação biogeográfica, ou seja, a distribuição geográfica das espécies. A explicação ecológica para a diversidade de tentilhões entre as ilhas das Galápagos devia-se ao diferente tipo de habitat existente e, conseqüentemente, a uma alimentação diversa, o que justificava a variedade de bicos e a lógica variação morfológica.

Em 1838, após ler a obra do economista inglês Thomas Malthus, *Essay on the principle of population*, Darwin juntou mais algumas ideias ao que já fervilhava na sua mente. Malthus afirmava que a população, quando não controlada, aumentava em razão geométrica, enquanto a subsistência aumentava somente em razão aritmética (Tavares Ribeiro, 2010). Charles Darwin procurou aplicar o princípio de Malthus às populações animais, onde mais facilmente se poderia verificar, mas observou que tal não acontecia devido a diversos fatores: nem todos os animais se reproduzem, a falta de alimento e as condições ambientais condicionam o desenvolvimento, reprodução e sobrevivência dos indivíduos e estes acabam por morrer na luta pela sobrevivência.

Outra das fundamentações base para a sua teoria evolutiva foram as experiências de seleção artificial que Darwin realizou em plantas e animais, nomeadamente pombos. Para o inglês, os seres humanos selecionavam os caracteres desejados nos organismos, efetuando uma seleção artificial e, presumivelmente, a natureza faria o mesmo, através de uma seleção natural (Ebifegha, 2011).

A Teoria da Seleção Natural

A definição de Darwin, na sua obra mais conhecida, é relativamente simples de entender: a seleção natural trata-se de um princípio no qual uma característica, se for benéfica, será preservada (Darwin, 1859). Ou seja, Darwin partiu da ideia que, dentro de uma mesma espécie, os indivíduos apresentam variações entre si – variabilidade intraespecífica. Como as espécies tendem a crescer exponencialmente (progressão geométrica) mas os recursos naturais são limitados (progressão aritmética), irá estabelecer-se, dentro da mesma espécie, uma luta pela sobrevivência. A natureza vai então selecionar os indivíduos mais bem adaptados às condições ambientais, isto é, os que vão sobreviver mais, aquilo que se designa por seleção natural – a preservação das características ou variações benéficas. Através de reprodução diferencial, os indivíduos com maior aptidão biológica irão produzir mais descendentes, transmitindo assim as suas características à descendência. A acumulação dessas pequenas variações ao longo do tempo irá determinar o aparecimento de novas espécies.

Como já foi referido anteriormente, qualquer teoria é alvo de críticas ou apresenta falhas. E a teoria da seleção natural de Darwin não foi exceção. O primeiro problema a ser apontado advinha do facto de muitas das características típicas de diferentes espécies serem mais prejudiciais em relação à sua sobrevivência do que benéficas. O exemplo mais comum na literatura é a cauda do pavão, cujo tamanho e visibilidade tornam-na conspícua aos predadores, tendo ainda um custo de produção elevado em termos metabólicos. Darwin conseguiu justificar esta questão na sua obra de 1871, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, introduzindo a teoria da seleção sexual (Hampton, 2010).

A segunda falha da teoria darwiniana prende-se com o mecanismo de heritabilidade. O próprio Darwin assumiu que não sabia como as variações adaptativas se transmitiam dos

progenitores para a descendência, embora à época já Gregor Mendel já tivesse descoberto grande parte do mecanismo e regras da heritabilidade. Por fim, existia a questão do altruísmo, presente em muitas das espécies que Darwin observou; de acordo com a sua teoria, os indivíduos deveriam comportar-se tendo apenas em conta o seu próprio interesse. William Hamilton, na década de 60 do século passado, acabou por apresentar a solução, já inserida numa perspetiva neodarwiniana, de que a seleção natural opera ao nível genético (Hampton, 2010).

Argumentos do evolucionismo

Alguns dos argumentos mais importantes do evolucionismo derivam de áreas que, à data da publicação da teoria da seleção natural, ainda não estavam desenvolvidas, como a bioquímica ou a citologia, no campo da Biologia Moderna. Por outro lado, no século XIX, já a anatomia comparada e a paleontologia forneceram dados para suportar o evolucionismo. A anatomia comparada dedica-se à comparação de estruturas entre espécies e apoia-se em três tipos de órgãos: homólogos, análogos e vestigiais. Um exemplo de órgãos homólogos encontra-se nos tetrápodes, animais cujas extremidades possuem cinco dígitos, apesar de terem funções diversas e viverem em diferentes habitats. Esta similaridade estrutural seria difícil de explicar se os organismos se tivessem originado independentemente uns dos outros. Os órgãos homólogos demonstram que, apesar da estrutura e função dos ossos ter divergido, derivaram da mesma parte corporal presente num ancestral comum, sendo um exemplo perfeito de evolução divergente, devido a pressões ambientais diferentes (Moore & Moore, 2006). Contudo, há similaridades estruturais que não resultam de evolução a partir de um mesmo antepassado; nestes casos, a evolução diz-se convergente, resultante de pressões ambientais idênticas. A seleção natural provoca, assim, similaridades em estruturas não homólogas, ou análogas, que desempenham a mesma função, apesar da origem evolutiva ser díspar (Moore & Moore, 2006). O desenvolvimento de asas em aves e insetos é um exemplo bastante comum deste tipo de convergência. Por fim, dentro da anatomia comparada, existem estruturas que não desempenham qualquer tipo de função e que são designadas como vestigiais, sendo argumentos muito importantes para o evolucionismo, uma vez que transmitem a ideia que os seres vivos sofrem alterações. Algumas cobras,

por exemplo, possuem vestígios de uma pélvis e de membros inferiores no seu esqueleto, resultado de um ancestral que possuía essas mesmas estruturas; em 2006, na Argentina, foram descobertos fósseis de cobras, com 90 milhões de anos, que apresentavam dois membros inferiores (Moore & Moore, 2006). A explicação para este tipo de órgãos que já foram totalmente funcionais no passado, nos antecessores dos organismos atuais, mas que por pressões ambientais deixaram de ter relevância em termos adaptativos.

Os argumentos paleontológicos baseiam-se na análise do registo fóssil e na importância deste para a compreensão da evolução dos organismos ao longo da história da Terra. Os fósseis, ao terem revelado espécies extintas, contrariaram a ideia de imutabilidade e apoiaram o evolucionismo. Uma das descobertas mais famosas nesta área ocorreu dois anos após a publicação de *On the Origin of Species*, quando foi desenterrado no sul da Alemanha o primeiro espécime de *Archaeopteryx*, apelidado de “link perdido” por conter características de dois grupos distintos: penas e asas como uma ave, bem como mandíbulas, dentes, cauda e esqueleto semelhantes a um dinossauro (Moore & Moore, 2006). Este tipo de fósseis é atualmente designado como formas intermédias, por documentarem a transição entre diferentes grupos.

Já no século XX, com o *boom* de várias áreas de investigação ligadas à biologia molecular, a quantidade de argumentos a favor do evolucionismo aumentou. O facto de que todos os organismos – desde bactérias e fungos até plantas e animais – usam o mesmo código genético e a mesma maquinaria molecular, levou a que se pudessem tirar conclusões que evidenciam uma origem comum como o DNA armazenar e transmitir informação genética do mesmo modo em todos os organismos, sendo universalmente homólogo, as proteínas terem aproximadamente os mesmos 20 aminoácidos em todos os seres vivos, todos os organismos utilizarem ATP como fonte de energia, entre outras evidências.

Neodarwinismo

Uma das falhas da teoria da seleção natural de Darwin foi a já referida falta de explicação acerca de como as variações ou características adaptativas eram transmitidas dos progenitores para a descendência e de como Mendel, à época da publicação da teoria,

havia descoberto parte do mecanismo da heritabilidade. O início do século XX trouxe a redescoberta do trabalho de Mendel e a conexão deste com as ideias de Darwin. Um dos principais achados foi a conclusão de que mudanças no ADN – mutações – eram responsáveis pelo surgimento de novos e diferentes alelos nos genes e, conseqüentemente, novos fenótipos. A ligação entre mutações, seleção natural e heritabilidade, contribuindo para as mudanças evolutivas, tornou-se clara. A combinação entre os princípios darwinianos e mendelianos permitiu, então, que Julian Huxley formulasse finalmente, em 1942, a teoria sintética da evolução, ou neodarwinismo (Gibson & Gibson, 2009), tendo como fundamento duas ideias fundamentais: variabilidade genética e seleção natural.

Pode-se afirmar, então, que a diversidade do mundo vivo é a base onde atua a seleção natural. Essa diversidade provém de duas fontes: as mutações, fonte primária por contribuir para a inserção de nova variabilidade, e a recombinação genética, fonte mais próxima, responsável pela mistura da variabilidade genética, ocorrendo em dois momentos (meiose e fecundação).

A descoberta das mutações, mudanças bruscas do patrimônio genético que podem ser cromossômicas ou genéticas, veio colocar mais alguma luz sobre uma das falhas de Darwin: algumas características presentes em determinadas espécies serem prejudiciais ao invés de benéficas mas, ainda assim, serem passadas de geração em geração. A explicação é que existem mutações benéficas que, fenotipicamente, trazem benefícios aos organismos (como é o caso da pelagem escura de alguns felinos que habitam na selva), e mutações prejudiciais. Algumas são de facto eliminadas por meio de seleção natural enquanto outras perduram no *pool* genético da população. Aqui pode ser dado um exemplo da mesma espécie, o pavão: pavões albinos são exemplo de mutações que são eliminadas, pela enorme visibilidade dos indivíduos a predadores, enquanto a cauda do pavão é uma mutação teoricamente prejudicial – quanto maior e mais ornamentada implica um maior gasto de energia e uma maior dificuldade em locomover-se no habitat e fugir a predadores, sendo, contudo, uma característica que é selecionada pelas fêmeas através de seleção natural.

O neodarwinismo postula, em termos gerais, que numa população (a unidade básica de evolução deixa de ser a espécie) existem sempre variações entre os indivíduos, variações essas que ocorrem através de mutações e recombinações genéticas. A seleção natural atua então sobre o fenótipo (características ou comportamentos dos indivíduos), selecionando

o genótipo (a sua constituição genética). A consequência desta seleção natural é que os indivíduos que possuem o conjunto de genes que condiciona características mais vantajosas vão sobreviver mais tempo, originar mais descendência, aumentando assim a sua frequência na população. Pelo contrário, os indivíduos com um conjunto de genes desfavorável, face ao meio, verão as suas hipóteses de sobrevivência decrescer, reproduzindo-se menos e diminuindo a sua frequência. A seleção natural privilegia, portanto, o conjunto genético mais apto através de reprodução diferencial. A evolução é gradual e pode ser explicada por pequenas mudanças no fundo genético das populações, ao longo do tempo, devido ao impacto da seleção natural na variabilidade fenotípica intrapopulacional (Mayr, 1982; Futuyama, 1998).

2.3. Geologia - Ocupação antrópica e problemas de ordenamento

A população humana está a crescer a um ritmo sem precedentes na história do planeta, tendo mais do que duplicado nos últimos 50 anos (Cohen, 2003). Este aumento descontrolado tem provocado stress, resultado da ocupação e exploração desgovernada da superfície terrestre, desequilibrando a interação Homem-Terra. Não é, portanto, surpreendente que praticamente todos os dias se saibam notícias de catástrofes naturais como cheias ou movimentos em massa em meios urbanos.

Por isso, é necessário estudar estas questões a um nível multidisciplinar, ultrapassando a esfera da Geologia e englobando disciplinas como a Economia e a Sociologia, em virtude do impacto que este tipo de desastres assumem nas populações humanas. O contributo do estudo destes processos, bem como da camada superficial do planeta, é essencial na ótica do ordenamento do território, na procura das melhores zonas a serem ocupadas pelas populações humanas.

Consequentemente, o conhecimento geológico é fundamental para a determinação de onde construir infraestruturas com especificidades próprias, como hospitais ou aeroportos, vias de comunicação e, também, para entender o que deve ser feito para minorar possíveis efeitos de pressão sobre o ambiente, como é o caso de barragens em bacias hidrográficas ou de construções em zonas costeiras. Assim, fala-se de ordenamento do território, que é a gestão da interação Homem-espaco natural e que consiste em planear

a ocupação humana, potenciar o aproveitamento de infraestruturas existentes e assegurar a preservação de recursos limitados.

Como nota introdutória, é relevante apresentar o conceito de risco que, segundo a Autoridade Nacional para a Proteção Civil (ANPC), se define como a probabilidade de ocorrência de um processo ou ação perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens e ou ambiente, consequências essas que são expressas em danos corporais e ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos. Antes de todos os avanços ligados ao desenvolvimento tecnológico e ao conhecimento, os riscos eram classificados apenas como naturais e assumidos como tendo uma origem sobrenatural (Rebelo, 2003). Atualmente, é importante compreender a definição de riscos naturais, da qual se pode extrair a de risco geológico. Segundo Brum Ferreira (1993), risco ambiental é o produto da frequência e magnitude dos fatores associados a riscos ambientais e de origem humana com a vulnerabilidade ligada a esse mesmo risco. Desta forma, se se retiver apenas os fatores e a vulnerabilidade relativos a riscos geológicos, obter-se-á a sua noção.

Finalmente, os riscos geológicos, que estão englobados dentro dos riscos naturais, dividem-se em cinco categorias quanto à sua origem: geodinâmica interna (sismos, vulcões, tsunamis); geoquímicos (minerais fibrosos, radioatividade natural); geodinâmica externa (erosão costeira, movimentos em massa); geoclimáticos (cheias, galgamentos costeiros); e estratosféricos e astronómicos (impactos extraterrestres).

Bacias hidrográficas

Uma bacia hidrográfica é uma área limitada por divisores, como por exemplo uma crista ou uma elevação da superfície terrestre, que vão conduzir as águas precipitadas para a rede de rios que as vão drenar, também designada por rede hidrográfica (Press *et al.*, 2003). Uma rede hidrográfica é o conjunto de todos os cursos de água ligados a um rio principal e está implantada na área delimitada pela bacia hidrográfica.

As bacias hidrográficas são sempre definidas por um rio, que é um curso de água, mais ou menos contínuo, que corre em leito próprio transportando materiais de diferentes tamanhos. Assim, uma bacia hidrográfica pode ter uma área pequena, correspondente a

uma pequena ravina envolvente a um pequeno curso de água, ou pode ser uma grande região drenada por um rio principal e pelos seus tributários (Press *et al.*, 2003). Em Portugal Continental existem 16 bacias hidrográficas, sendo as mais extensas as do Douro, Tejo e Guadiana.

Quando se está a estudar um rio é determinante compreender alguns conceitos relevantes que correspondem a lugares referência de um rio pela visão de um observador. Jusante é a direção para onde se dirige o curso de água, sendo a foz de um rio o seu ponto mais a jusante. Montante é tudo o que fica para trás do observador, no sentido da nascente do curso de água. É igualmente importante situar a margem, sendo a direita aquela que fica precisamente à direita do observador quando este está voltado para jusante. A margem esquerda será a margem oposta.

A caracterização de um rio deve passar pela identificação dos seus diferentes leitos. O leito ordinário ou aparente é o utilizado pelo curso de água em condições climáticas normais, sendo bem delimitado. Na época estival, ou estação seca, o rio vai correr no leito de estiagem, que se situa dentro dos limites do leito ordinário. Em períodos de elevada pluviosidade, o percurso do rio passa pelo leito de cheia ou planície de inundação, uma área bastante fértil e com muita vegetação.

Atividade geológica de um rio

Os rios, com poucas exceções, são o agente geológico atuante mais importante na modificação da superfície terrestre. A sua atividade centra-se em três fases: erosão, transporte e sedimentação. A erosão envolve a remoção, de uma área fonte, de substâncias dissolvidas bem como partículas soltas de solo, minerais e rocha. Alguns dos materiais provêm do fundo e das margens dos rios, mas a grande parte tem origem na erosão hídrica das vertentes da bacia hidrográfica e também em águas subterrâneas (Monroe & Wicander, 2005). A erosão, num rio, é mais acentuada a montante do que a jusante, ocorrendo em profundidade devido à altitude e à velocidade da corrente.

Após os materiais serem erodidos, o rio vai então transportá-los, podendo acabar por depositá-los ou lançá-los no mar. O transporte implica a movimentação de duas cargas: a dissolvida, que consiste nos materiais resultantes de meteorização química e

transportados em solução; e a sólida, que vai englobar partículas de diferentes tamanhos (Monroe & Wicander, 2005). Os materiais da carga sólida podem ser transportados pelas águas através de quatro processos: em suspensão, se forem finos (do tipo silte ou argila); e junto ao fundo do rio, por saltação, rolamento ou arrastamento, conforme o tamanho dos materiais e a rugosidade do fundo (Monroe & Wicander, 2005).

Os materiais são depositados de acordo com as mesmas leis físicas que estão envolvidas no seu transporte, obedecendo a parâmetros como as dimensões, forma ou peso e à velocidade da corrente. A sedimentação é, de uma forma geral, a deposição dos materiais transportados pelo rio ao longo do leito, nas margens e na foz. Caracterizando mais especificamente, a deposição dos materiais pode ocorrer em locais como lagos, reservatórios, zonas fluviais controladas por marés, canais e planícies aluvionares (Colby, 1963). Contudo, a maior parte dos materiais transportados em suspensão pelos rios é depositada ao longo das margens continentais, estimando-se que, para os dez maiores rios do mundo relativamente ao transporte de detritos, apenas 25-30% destes atinja águas profundas, para lá das plataformas continentais (Bernier & Bernier, 2012). Resumidamente, os materiais mais pesados e de maiores dimensões são depositados a montante, enquanto os materiais de pequenas dimensões e mais finos têm a sua deposição mais a jusante, com a maior parte a ser transportada até ao mar, facto que constitui os rios como os maiores fornecedores de materiais para as zonas costeiras.

Perfil longitudinal de um rio

O perfil longitudinal de um rio é a representação gráfica das variações da declividade do seu canal (gradientes), desde a sua nascente até à foz (nível de base local). A sua forma vai refletir as mudanças, numa longa escala temporal, e a evolução da paisagem para um determinado troço de um rio (Fryirs & Brierley, 2013). Para alguns cursos de água, o seu perfil longitudinal não apresenta quaisquer obstáculos mas, para outros, o percurso contém irregularidades como lagos ou quedas de água, constituindo cada uma delas um nível de base local. Com o passar do tempo, essas irregularidades têm tendência a desaparecer, com a sedimentação a ocorrer em locais onde o gradiente é insuficiente para

manter o transporte e a erosão a diminuí-lo onde é mais íngreme (Monroe & Wicander, 2005).

O curso superior de um rio representa a sua fase juvenil, com a morfologia a assinalar um vale em V fechado, onde predominam os declives acentuados e uma maior velocidade da corrente, com uma conseqüente prevalência da erosão. O curso intermédio toma normalmente a forma de um vale em V aberto, correspondendo à sua fase de maturidade, com zonas de menor declive, onde a erosão é em menor escala e com incidência lateral e a atividade geológica predominante é o transporte. A última fase da vida de um rio dá-se no seu curso inferior e designa-se por fase de velhice, com a geomorfologia a adquirir a forma de caleira aluvial, correspondendo a um declive e velocidade quase nulos e predomínio da sedimentação.

Desequilíbrios das bacias hidrográficas

Os desequilíbrios nas bacias hidrográficas podem estar associados a cheias, construção de barragens e extração de inertes, uma causa natural e duas antrópicas, mas ambas com conseqüências para as populações humanas. Os riscos de inundações estão relacionados intimamente com os riscos climáticos mas é necessário considerar igualmente elementos naturais (declives das vertentes, dimensão e forma da bacia hidrográfica, entre outros) e humanos (construções, modo de ocupação do solo, etc) (Rebelo, 2003). São várias as bacias hidrográficas em Portugal Continental (e conseqüentes rios) onde a frequência de episódios de cheias é considerável, como Tejo, Douro e Mondego. O impacto destas ocorrências, resultante do aumento do caudal do rio e do extravase do leito normal, é significativo, o que acaba por originar prejuízos materiais e humanos elevados. Assim, parte ativa de uma política de ordenamento do território passa por elaborar medidas de prevenção e controlo de danos, como controlar ações humanas em leito de cheia (nomeadamente construção e urbanização e atividades agrícolas) e construir sistemas integrados de regularização dos cursos de água, como é o caso de barragens e canais.

A construção de barragens é um paradoxo no contexto das bacias hidrográficas. Em Portugal Continental, a edificação destas obras de engenharia passou a ser uma realidade a partir das décadas de 50 e 60 do século passado. Mesmo atualmente, o reforço neste

campo não tem diminuído, constituindo uma outra forma de adaptação às alterações climáticas, com os planos governamentais a proporem a construção de dez novas barragens até 2020 (Naves & Firmino, 2009). Para as populações humanas, os benefícios da construção de uma barragem são consideráveis, em termos do armazenamento de água, do qual resulta o abastecimento às populações, a irrigação de terrenos agrícolas, o aproveitamento hidroelétrico e o possível evitamento de inundações a jusante em períodos de elevada pluviosidade. A tendência humana é de desvalorizar sempre eventuais malefícios e o certo é que nalguns casos, como no Douro, as barragens não conseguem evitar episódios de cheias porque a bacia hidrográfica não se situa somente em solo nacional. A deposição de materiais nas albufeiras é outro inconveniente, do qual resulta a redução da quantidade de materiais debitados no mar e o aumento da erosão vertical a jusante da barragem. Deve-se ainda considerar o período de vida útil destas obras, cujo desmantelamento acarreta naturais problemas de segurança, e ainda o seu impacto negativo nos ecossistemas aquáticos e terrestres.

Por fim, existe a problemática da extração de inertes nas zonas fluviais, quase sempre para fins da indústria da construção civil, que chega a atingir proporções alarmantes em virtude da ilegalidade da maior parte dessas atividades (Naves & Firmino, 2009). Entre os principais resultados deste desequilíbrio estão: o descalçamento de pilares de pontes, razão que poderá ter estado na origem da queda da ponte de Entre-os-Rios; o desaparecimento de praias fluviais; a alteração das correntes nos cursos de água; a redução da quantidade de detritos que chegam à foz; e a destruição de aluviões, tudo isto contribuindo para modificações irreversíveis nos ecossistemas.

Zonas costeiras

O conceito de zona costeira é extremamente vago e difícil de definir, variando de acordo com diversos parâmetros, como a área geográfica ou o ponto de vista de diferentes especialistas. Uma definição possível é considerá-la a parte interior da plataforma continental, a linha de costa e ainda uma pequena franja que avança para o interior do continente, com alguns quilómetros de largura (Charlier & De Meyer, 1998). De uma forma mais simplificada, a zona costeira é a interface entre a atmosfera, a hidrosfera e a

litosfera, constituindo uma zona com elevada energia e uma dinâmica complexa, com o registo do Quaternário a exemplificar uma história de grande instabilidade (Charlier & De Meyer, 1998).

Em Portugal Continental, a sua extensão é de cerca de 950 quilómetros, na qual se podem encontrar a maior parte das grandes cidades, como Porto, Aveiro, Lisboa, Setúbal ou Faro. É igualmente, em termos percentuais, local de residência para 75% da população e é responsável pela geração de 85% do Produto Interno Bruto (PIB) (Amado, 1997).

A faixa litoral portuguesa divide-se em dois tipos: uma costa rochosa, caracterizada essencialmente por arribas, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, uma inclinação acentuada (entre 15 a 90°) e material rochoso pouco consolidado, e uma costa arenosa, onde se dá a acumulação de materiais transportados pelos rios ou pelas correntes marítimas. Nesta última, constituída maioritariamente por praias e sem qualquer proteção rochosa, existe uma situação generalizada de regressão ou recuo de costa, consequência do agravamento de processos de erosão, dado que as planícies costeiras de baixa altitude são particularmente suscetíveis a temporais, gerando-se um saldo sedimentar negativo (Gomes, 2007).

Esta diferença na caracterização da faixa litoral é resultado da energia das ondas, correntes e marés, que a vai modelando continuamente e dando origem a formas de deposição (mais comuns na costa arenosa) e erosão (existentes nas duas costas). Assim, importa diferenciar agentes que são acrescentes, como as correntes, principais fornecedores de materiais para as praias, enquanto fatores ambientais, como as marés ou as ondas, são marcadamente erosivos (Stancheva, 2013). Estes agentes modeladores da zona costeira são responsáveis pelos processos de erosão em arribas, que são costas rochosas abruptas, alcantiladas, de parede quase a pique, formadas por um processo designado por abrasão marinha. Este processo resulta do desgaste provocado pelo impacto dos movimentos do mar sobre a costa, nomeadamente ondas e marés, originando a plataforma de abrasão, superfície consequente da queda dos materiais formados pela abrasão marinha. Entre as formas de deposição, a partir de processos de acumulação de materiais, trazidos maioritariamente pelas correntes, podem ser consideradas as praias, restingas, tómbolos ou ilhas-barreira.

Evolução da faixa litoral

A modelação da zona costeira pode ser vista a dois níveis, um geológico e um de cariz temporal bastante mais restrito e antrópico. A uma escala geológica, as regressões podem ser associadas à subida do nível médio das águas do mar, a movimentos de neotectónica e a variabilidade meteorológica. Por seu turno, as causas mais recentes podem dever-se a alterações ecossistémicas nas bacias hidrográficas, à ocupação e pressão humana em dunas, praias e arribas e à implementação de obras de engenharia costeira (Gomes, 2007).

Existem, portanto, riscos ligados a esta evolução negativa da faixa litoral. As populações e as atividades humanas estão mais expostas a processos como desabamentos e deslizamentos de terra em arribas e a sua excessiva concentração ao longo da linha de costa, e exponenciada em períodos balneares, pode fazer com que a imprevisibilidade de episódios como maremotos tenha efeitos potencialmente devastadores, apesar da sua temporalidade ser rara. O recuo da linha de costa é outra consequência, com repercussões ao nível do ordenamento e avultados prejuízos financeiros (Gomes, 2007).

Mitigação de riscos e ações antrópicas

Uma das principais causas para a erosão costeira é a extração de inertes, que afeta o equilíbrio fluvial e costeiro e cuja fiscalização deve ser integrada num plano de gestão da orla costeira. Também as dunas se constituem como uma morfologia litoral que tem que ser conservada, reconstruída e estabilizada, por se tratarem de ecossistemas importantes e com características próprias, bem como uma das principais linhas de defesa contra as regressões marítimas (Gomes, 2007). A proteção de arribas, especialmente em zonas balneares, e a imposição de proibição de construções em zonas afetadas são outras medidas que estão atualmente em discussão e execução, principalmente nas costas algarvias (DGOTDU, 2010).

As próprias obras de engenharia costeira não são consensuais entre os especialistas. Entre elas é necessário diferenciar entre obras transversais (esporões e molhes) e paralelas ou aderentes (paredões) à linha de costa e obras destacadas, como os quebra-mares. Gomes

(2007) refere que continua a existir polémica quanto ao papel de esporões e obras aderentes no agravamento das erosões na orla costeira, a sul da sua implementação, ao carácter artificial que inserem na paisagem litoral e à influência nos habitats, acrescentando ainda que a estabilização da linha de costa e a proteção de núcleos urbanos expostos são os principais benefícios.

Zonas de vertente

As zonas de vertente são locais de natureza essencialmente rochosa, que podem apresentar cobertura vegetal, com um desnível na topografia terrestre, tendo um declive mais ou menos acentuado, encontrando-se muito expostas à ação intensa e rápida dos processos de meteorização e erosivos. Devido às suas características, é frequente ocorrer, nestas zonas, movimentos descendentes de materiais do solo ou de materiais rochosos.

Processos em zonas de vertente

A alteração da morfologia das vertentes deve-se essencialmente a dois tipos de processos: erosão hídrica, que pode aumentar os riscos de ravinamento, e os movimentos em massa. A erosão hídrica consiste na escorrência de água ao longo da vertente, de uma forma difusa, através de canais pequenos e anastomosados, desgastando o solo, que apresenta normalmente material rochoso pouco consolidado. Para que este processo ocorra basta a existência de declives suaves a médios (8 a 24°), sendo a ausência ou pequena densidade de vegetação igualmente um fator (Rebelo, 2003). As movimentações em massa são diferentes consoante as características dos declives, da vegetação, da coesão dos materiais rochosos e da influência dos processos climáticos. Podem ocorrer em vertentes rochosas, talhadas com fraturas e fendas, como acontece, a título de exemplo, na Rua de Aveiro, em Coimbra, onde há frequentemente queda de blocos que se desprendem da vertente, apontando para riscos de desabamento. Outro tipo de movimento em massa comum, passível de ocorrer na cidade de Coimbra, são os deslizamentos, mais concretamente rotacionais e translacionais. Estes sucedem-se na existência de água, presente no interior

da massa, que confira um peso que origine movimento ao longo de uma superfície, ultrapassando-se assim o limite de plasticidade (Rebelo, 2003). Resumidamente, os movimentos em massa são movimentações de material pouco consolidado, solo ou rocha, mas formando um conjunto uniforme. A diferenciação entre deslizamentos rotacionais e translacionais é a forma da superfície de deslocamento, encurvada como um vidro de relógio nos rotacionais e plana nos translacionais.

Estabilidade de vertentes

Em qualquer vertente, a margem de estabilidade varia temporalmente consoante a taxa de meteorização e erosão basal e o nível de água no solo (Lee & Jones, 2004). Esta perspetiva, ao longo do tempo, torna compreensível a existência de dois tipos de fatores que vão influenciar a ocorrência de processos geológicos em zonas de vertente: condicionantes e desencadeantes. Os fatores condicionantes, ou preparatórios, têm impacto na forma como tornam a vertente mais suscetível a erosão hídrica ou movimentos em massa, sem iniciarem qualquer dos processos. Podem ser a gravidade, a inclinação dos terrenos, a orientação das camadas e o tipo, características e alteração das rochas. Os fatores desencadeantes são os que realmente iniciam, ou podem desencadear, o evento, tais como a destruição do coberto vegetal, construção humana no topo da vertente, excesso de irrigação ou precipitação e sismos ou tempestades (Lee & Jones, 2004).

Medidas de prevenção e estabilização de vertentes

As medidas a tomar para zonas de vertente podem ser de prevenção e/ou estabilização. As primeiras resultam de um estudo geológico inicial onde se prevê a possibilidade de ocorrência de um processo geológico numa vertente (Marui, 1988). A informação recolhida permite traçar um mapa de riscos para uma determinada zona, que se inserirá num estudo mais alargado, como um Plano Diretor Municipal, onde serão definidas as áreas para construção.

A estabilização de vertentes pode passar por várias metodologias. No caso de um processo geológico já ter ocorrido numa vertente, deve-se proceder à sua caracterização e entender o mecanismo subjacente à ocorrência. Devem também ser planeadas medidas de estabilização que podem passar pelo desenho de encostas artificiais (Marui, 1988). No caso de erosão hídrica, podem ser utilizadas técnicas de controlo de erosão que, geralmente, protegem a superfície da vertente de ser erodida pela água e pelo vento, tais como uma cobertura vegetal ou de rocha desfeita e “mats” e “blankets”. A ideia principal é minimizar as áreas expostas, reduzindo a velocidade e o volume da água por escorrência (Fay *et al.*, 2012). No caso de movimentos em massa, são utilizadas preferencialmente medidas de estabilização mecânica que utilizam componentes não vegetais ou não vivos como rocha, gabiões, cimento, materiais geossintéticos ou pinos de aço para reforçar e estabilizar as vertentes. Surgem então estruturas como muros de suporte com sistema de drenagem, pregagens, ancoragens ou muros de gabiões, que têm uma capacidade de resistência muito superior a forças laterais e de cisalhamento do que o uso de vegetação (Fay *et al.*, 2012).

3. Metodologia

Caracterização da Escola

A Escola Secundária José Falcão tem já 177 anos, embora tenha conhecido ao longo da sua história outras localizações e nomes. Foi criada oficialmente em 1836 como Liceu de Coimbra, juntamente com os de Porto e Lisboa, que perfaziam assim os três primeiros liceus portugueses. Foi inicialmente instalada na Universidade de Coimbra, da qual constitui uma secção, mais precisamente no Colégio de São Bento, com a particularidade de os seus estudantes trajarem capa e batina, como os seus colegas universitários.

Em 1936, o Liceu de Coimbra, entretanto designado Liceu José Falcão, funde-se com o Liceu Dr. Júlio Henriques, igualmente formado nas instalações do Colégio de São Bento devido ao aumento da população estudantil, passando a ocupar as atuais instalações, sitas na Avenida Afonso Henriques, e sendo rebatizado como Liceu D. João III. Em 1978, adquire a designação atual, Escola Secundária José Falcão, estando o edifício classificado, desde 2010, como Monumento de Interesse Público pelo IGESPAR.

A sua história cruza-se, de igual modo, com a formação de professores em Portugal. De finais da década de 30 do século passado até 1947, foi, juntamente com o Liceu Pedro Nunes (Lisboa), local contributivo para a formação de professores, tendo sido, de 1947 a 1956, o único Liceu com essa função.

Atualmente, a escola ministra cursos do Ensino Secundário, em ambos os regimes (diurno e noturno), e, desde 2006/07, o 3º ciclo do Ensino Básico, em regime diurno, correspondente aos 7º, 8º e 9ºs anos de escolaridade. No total, acolhia, números relativos ao ano de 2009/10, 921 alunos distribuídos por 38 turmas.

Caracterização da amostra

A amostra deste estudo consistiu nos 25 alunos constituintes da turma do 11º ano de escolaridade lecionada pela Orientadora Cooperante, na qual ocorreu a prática de ensino

supervisionada, e à qual se somou uma aluna assistente que fez parte integrante das aulas relativas à disciplina de Biologia e Geologia. Segundo o estudo de caracterização da turma elaborado pela Professora Estagiária Rute Pires, a turma era constituída por 25 alunos, 15 raparigas e 10 rapazes, com idades compreendidas entre 15 e 16 anos.

O tempo de estudo diário dos alunos está correlacionado, segundo algumas investigações (Dias, 2009), com a aprendizagem e os resultados finais obtidos. Dez alunos da turma estudam uma a duas horas/dia, dois afirmaram estudar menos de uma hora/dia e um mais de duas horas/dia. Metade dos alunos da turma não responderam (quatro alunos) ou não têm hábitos de estudo diários (nove).

A disciplina de Biologia e Geologia foi considerada a preferida de 50% dos alunos, e a maioria (24) tenciona prosseguir os estudos, enquanto apenas um escolheu um curso profissional e outro não respondeu.

Seleção e planificação dos subtemas das unidades didáticas

A prática de ensino supervisionada foi realizada numa turma do 11º ano do Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologia, por forma a existir uma uniformização de critérios na avaliação das unidades de Biologia e Geologia. Dessa forma, foi escolhido pelo Professor Estagiário o subtema “Mecanismos de evolução”, integrante da Unidade 7 – Evolução biológica, do programa de Biologia, e o subtema “Ocupação antrópica e problemas de ordenamento”, constante do Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano, do programa de Geologia. Ambos os subtemas foram lecionados no 2º Período, o primeiro entre 11 e 25 de janeiro e o segundo de 15 a 25 de fevereiro.

Como boa prática docente, foi efetuada uma planificação para cada subtema (Anexos I e II), correspondendo a uma planificação a curto prazo, dividida pelas várias aulas lecionadas. O objetivo da sua elaboração foi descrever os itens orientadores da ação do professor, de forma a responder a questões prementes dos processos de ensino e aprendizagem como *o quê?*, correspondente aos conteúdos a serem lecionados, *para quê?*, os antigos objetivos trocados no atual léxico educativo pelas competências que se pretende que o aluno atinja, e *através do quê?*, os métodos, estratégias, recursos, meios e

materiais utilizados. Da planificação realizada constaram ainda os conceitos base, que deveriam ser apreendidos pelos alunos, relativos aos conteúdos lecionados.

Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica foi realizada através da aplicação de uma ficha de avaliação (ou pré-teste) sobre cada um dos subtemas (Figuras 2 e 13). Na Biologia foi aplicada a toda a turma no início da leção do subtema, mas na Geologia foi preenchida em dezembro, pelo segundo turno da turma, no início da execução do projeto que terminou com a participação dos referidos alunos no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas. Posteriormente, no início da leção do subtema, foi preenchida por toda a turma: como pré-teste para os alunos do primeiro turno da turma; e como ficha de avaliação com função formativa (ou pós-teste) para os restantes. Esta ficha de avaliação incidu apenas sobre questões relacionadas com zonas de vertente, dado ter sido o tema apresentado no Congresso.

Lecionação

A leção, no âmbito da prática de ensino supervisionada, decorreu de modo a que se pudesse utilizar, de um modo equilibrado, um conjunto de estratégias e materiais adequados aos subtemas e igualmente aos condicionamentos temporais impostos por situações e atividades externas à sala de aula. Assim, para os conteúdos de Biologia e Geologia, foram utilizadas apresentações de diapositivos em formato PowerPoint™. No subtema Mecanismos de evolução, foram também utilizadas fichas de trabalho com exercícios, uma delas sobre o documentário “Darwin’s Lost Voyage” (“A Viagem Perdida de Darwin”). Para além destes materiais, foram ainda utilizados os manuais escolares adotados pela escola, “Terra, Universo de Vida”, 1ª e 2ª Parte, da Porto Editora. A leção permitiu colocar em prática estratégias conducentes a uma melhoria dos processos de ensino e aprendizagem.

Avaliação formativa e sumativa

Após a leção do subtema de Biologia, os alunos voltaram a realizar a ficha de avaliação que lhes havia sido entregue para preenchimento na primeira aula, para que se procedesse a uma avaliação formativa, na forma de pós-teste, comparando os resultados obtidos antes e após a leção.

Outro dos pontos da metodologia seguida foi a elaboração de questões sobre cada um dos subtemas lecionados durante a prática de ensino supervisionada, tendo em vista a realização de provas de avaliação sumativa interna, que é feita regularmente para averiguar os conhecimentos dos alunos. As questões foram feitas procurando seguir as indicações do Ministério da Educação e Ciência, referentes aos vários tipos de itens a serem utilizados, de seleção (escolha múltipla, associação/correspondência e ordenação) e de construção (resposta curta, resposta restrita e resposta extensa), e de acordo com as orientações da Orientadora Cooperante.

Análise e discussão dos resultados

Uma das tarefas finais deste estudo foi a análise e comparação dos resultados da ficha de avaliação aplicada como pré-teste e pós-teste, tentando perceber a forma como os alunos encaram o preenchimento destes instrumentos e que influência poderia ter existido nas aulas ministradas durante a prática de ensino supervisionada.

Por fim, importa igualmente analisar e discutir a validade dos resultados e, em certa medida, da adequação e classificação do tipo de itens nas três provas de avaliação sumativa em que constou matéria lecionada durante a prática de ensino supervisionada.

Estratégias

Durante a lecionação das aulas das duas áreas disciplinares, foram utilizadas diversas estratégias e recursos, entre as quais apresentações de diapositivos em formato PowerPoint™, fichas de trabalho, fichas de avaliação diagnóstica e fichas de avaliação sumativa.

Biologia – Mecanismos de evolução

Ficha de avaliação

A criação da ficha de avaliação (Figura 2) sobre mecanismos de evolução teve a finalidade de averiguar os conhecimentos que os alunos pudessem ter sobre o tema. Foi composta por uma pergunta inicial de resposta curta, procurando saber que definição teriam os alunos de evolução, baseada no estudo de Woods e Scharmann (2001), seguida de uma questão de autoavaliação. A pergunta 3 do Grupo I pedia a construção de um mapa de conceitos, com base no estudo de Demastes *et al.* (1996). O Grupo II foi constituído por dez questões de verdadeiro ou falso, seleccionadas de um conjunto de 25 de um questionário de avaliação diagnóstica sobre evolução feito pelo Professor Larry Flammer, um dos coordenadores do projeto ENSI (*Evolution and the Nature of Science Institutes*), ligado à *San Jose State University*, que cedeu, para serem utilizados a título comparativo no capítulo dos resultados, dados da aplicação do referido questionário numa escola secundária de Chicago.

A ficha de avaliação foi preenchida no início e no final da prática de ensino supervisionada do subtema de Biologia, como pré-teste (função diagnóstica) e pós-teste (função formativa), respetivamente.



LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO

Ficha de Avaliação
Biologia 11º ano (Mecanismos de evolução)
Ano lectivo 2012/2013

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Esta ficha serve apenas para aferir os teus conhecimentos em relação ao tema em causa, não contando para efeitos de avaliação.

Grupo I

Este grupo de questões baseia-se na ideia que possas ter acerca da evolução, não existindo respostas certas ou erradas.

1. O que entendes por evolução?

2. Consideras saber o suficiente para responder a algumas questões sobre evolução?

Sim

Não

Não sei

3. Utilizando as seguintes palavras (evolução, mutação, mudança, população e seleção natural), constrói um mapa de conceitos.

População -> Mutação -> Mudança -> Seleção Natural -> Evolução

Figura 2 – Ficha de avaliação sobre mecanismos de evolução, com a correção a negrito.

Apresentação de diapositivos em PowerPoint™

A leção dos conteúdos programáticos, como já foi referido, recorreu à apresentação de diapositivos em suporte digital, para apoio nos processos de ensino e aprendizagem (Figuras 3, 4, 5 e 6). Os diapositivos foram construídos tendo em conta a clareza e a legibilidade, sendo para isso utilizadas as indicações de Holzl (1997), que refere um tamanho mínimo de letra de 32 para os títulos e 24 para o corpo de texto para uma audiência inferior a 50 pessoas, como foi o caso de qualquer uma das aulas.

A escolha de imagens para os diapositivos teve em consideração o seu uso como estratégia de exploração para o encadeamento de ideias dos alunos, por forma a levá-los a formular, por palavras suas, os conceitos pretendidos. Em relação à quantidade de texto, esta foi maior nas apresentações da unidade de Biologia, comparativamente às de Geologia, devido ao uso de palavras com significado similar mas variável consoante a teoria focada, como por exemplo a dicotomia adaptado/apto.

Fichas de trabalho

A aplicação de fichas de trabalho, consideradas atividades práticas do tipo papel e lápis, em conjunto com exercícios retirados do livro, foram utilizadas essencialmente na parte de Biologia. O exercício da Figura 7 foi realizado na primeira aula, uma vez que os alunos corresponderam de um modo excepcional à leção da matéria, não constando da planificação. A esse exercício foi acrescentada uma questão, “Explica a existência de cornos pequenos nas girafas, à luz do Lamarckismo”.

A primeira ficha de trabalho (Figura 8) foi entregue na terceira aula, após a conclusão da leção das teorias Lamarckista e Darwinista. O objetivo foi colocar os alunos perante um caso de evolução, os pavilhões auditivos dos coelhos, e, após encontrarem um fator que pudesse potenciar essa evolução, explicá-lo à luz de cada uma das perspetivas, indicando ainda qual o papel desempenhado pelo ambiente em cada uma das teorias. O fator apontado não necessitaria de ser credível (p.e., a preferência das crianças, na Páscoa, por coelhos de chocolate com orelhas grandes), sendo que a competência a atingir passou



Argumentos do evolucionismo

- ❑ Anatomia comparada
- ❑ Paleontológicos
- ❑ Citológicos
- ❑ Bioquímicos

Argumentos de anatomia comparada

- ❑ Baseiam-se em estudos que realçam as semelhanças e as diferenças entre as estruturas anatômicas de organismos
- ❑ Órgãos homólogos
- ❑ Órgãos análogos
- ❑ Órgãos vestigiais

Órgãos homólogos

Humano Gale Golfinho Morcego

<http://alimentos.com.br/2012/07/21/animais.html>

Órgãos homólogos

- ❑ Estruturas que, apesar de poderem desempenhar uma função diferente, apresentam um plano estrutural semelhante, a mesma posição relativa e origem embriológica idêntica.

Evolução divergente

TEMPO

Ancestral

Mouse, Cavalo, Baleia, etc.

Figura 5 – Exemplos de diapositivos utilizados nas aulas de Biologia - Argumentos Evolucionismo.

DNA R W I N I S M

E
O

Paulo Sérgio Santos Neodarwinismo

Darwinismo – pontos frágeis

- Como surge uma variação?
- Como é transmitida, hereditariamente, uma variação?



<http://www.vivareal.com/area/charles-darwin-1764-1846/>

Neodarwinismo

- Teoria sintética da evolução
- Reformulação do Darwinismo à luz dos conhecimentos da genética e outras ciências.
- Julian Huxley - 1942



<http://www.oxfordjournals.org/doi/pdf/10.1093/aob/104.1.1>

Neodarwinismo

- Duas ideias fundamentais
 - Variabilidade genética
 - Seleção natural

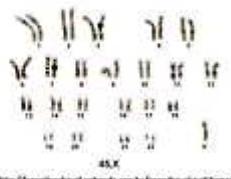


Variabilidade genética

- Diversidade do mundo vivo é a base onde actua a seleção natural.
- Fonte primária - **mutações**
- Fonte mais próxima - **recombinação genética**

Mutações

- Mudanças bruscas do património genético
 - Gênicas
 - Cromossómicas

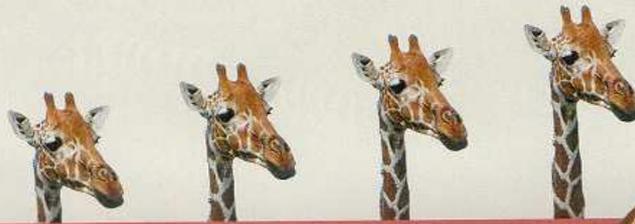



<http://www.researchgate.net/publication/228411021/Mutations>

Figura 6 – Exemplos de diapositivos utilizados nas aulas de Biologia - Neodarwinismo.

ATIVIDADE 2

EM QUE CONSISTE O LAMARCKISMO?



"O ambiente afeta a organização dos animais, o que significa que, quando o ambiente se torna muito diferente, produz no decurso do tempo as correspondentes modificações na forma e na organização dos animais. Em primeiro lugar, inúmeros factos conhecidos provam que o emprego continuado de um órgão concorre para o seu desenvolvimento, fortifica-o, e fã-lo aumentar de tamanho, enquanto a falta de uso, tornada habitual, prejudica o seu desenvolvimento, deteriora-o gradualmente e acaba por fazê-lo desaparecer..."

Tudo o que a Natureza fez os indivíduos adquirirem ou perderem pela influência das circunstâncias a que estão expostos há muito tempo é conservado nos novos indivíduos que provêm por reprodução desses indivíduos."

Lamarck, 1809

EXPLORAÇÃO

1. Selecione do texto frases que apoiem as duas leis fundamentais de Lamarck.
2. De acordo com este cientista, qual é o fator que impulsiona a evolução?
3. Sugira uma explicação para o desenvolvimento do pescoço das girafas à luz das ideias de Lamarck.

Figura 7 – Exercício utilizado na primeira aula, retirado do manual adotado.

1. As atuais espécies de coelhos possuem longos pavilhões auditivos, com uma mobilidade rápida devida à ação de músculos bem desenvolvidos. A figura abaixo ilustra esquematicamente a explicação Lamarckista para a característica descrita.



1.1 – Apresente um fator que possa ter influenciado esta mudança anatómica nos coelhos.

Capacidade de ouvir os predadores à distância.

1.2 – À luz do factor descrito em 1.1, explique a evolução das orelhas dos coelhos segundo a perspetiva Lamarckista e a perspetiva Darwinista.

Segundo Lamarck os coelhos tinham orelhas pequenas e deslocavam-se de forma lenta. À medida que os predadores se tornaram mais rápidos, houve necessidade de ouvir o predador a grande distância para dar tempo de fugir. De tanto usar as orelhas, os músculos desenvolveram-se levando ao hipercrecimento dos pavilhões auditivos. Esta característica adquirida foi transmitida à descendência.

Segundo Darwin, na espécie de coelhos havia indivíduos com diferentes tamanhos de pavilhões auditivos. Como a espécie se reproduz exponencialmente, há luta pela sobrevivência e os que tinham músculos dos pavilhões auditivos mais desenvolvidos eram selecionados, pois fugiam atempadamente dos predadores. Estes chegavam à idade de se reproduzirem e transmitiam à descendência a característica pavilhões auditivos grandes.

1.3 – Que papel tem o ambiente na evolução das espécies, segundo Lamarck e Darwin?

Para Lamarck o ambiente cria necessidades de adaptação nos seres vivos, enquanto que para Darwin o ambiente selecciona as características dos seres vivos mais aptas (mais vantajosas).

Figura 8 – Ficha de trabalho (e respetiva correção) sobre as teorias Lamarckista e Darwinista.

pela compreensão dos mecanismos explicadores dos processos evolutivos no Lamarckismo e no Darwinismo.

A quarta aula, com a duração de 150 minutos, permitiu o visionamento de um documentário, “A Viagem Perdida de Darwin” (no original, *Darwin’s Lost Voyage*), com cerca de 45 minutos, que dá a conhecer todas as descobertas que Charles Darwin fez durante a viagem de circum-navegação a bordo do Beagle e a forma como estas influenciaram o seu pensamento e introduziram as ideias primordiais do que viria a ser a Teoria da Seleção Natural. Antes do filme iniciar, foi entregue aos alunos uma ficha de trabalho (Figura 9) composta por 13 perguntas sobre aspetos importantes do filme, ficha de trabalho essa reescrita a partir de uma já existente, da autoria da Orientadora Cooperante, à qual foi ainda acrescentada uma pergunta, sobre argumentos de anatomia comparada. A correção (Figura 10) foi realizada no final do filme, após ser dado mais algum tempo para os alunos terminarem a realização da ficha de trabalho, tendo sido, posteriormente, colocada na plataforma Moodle da escola, assim como todos os materiais e respetivas correções (se existentes) utilizados durante a prática de ensino supervisionada.

A última ficha de trabalho (Figura 11) foi entregue na última aula e pretendeu avaliar os conhecimentos dos alunos acerca das especificidades de cada uma das teorias evolucionistas (Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo), aplicando-as a uma mesma situação, o surgimento de estirpes bacterianas resistentes à penicilina. Ou seja, os pretendeu-se que os alunos sintetizassem o que aprenderam nas aulas e explicassem esse surgimento de acordo com cada uma das teorias. As dúvidas foram discutidas durante a aula, existindo um *feedback* constante e sempre construtivo, e a correção foi depois posteriormente na plataforma Moodle.

Filmes

A importância do visionamento de filmes, como estratégia aplicável aos processos de ensino e aprendizagem, tem sido amplamente debatida no meio científico. A utilização de documentários promove, nos alunos, uma melhoria dos níveis de aplicação, análise, síntese e avaliação (Roberts *et al.*, 2003), com vários autores a sugerirem que a análise de

Neste filme, o biólogo evolucionista Armand Leroi conduz-nos numa viagem inesquecível que revela a aventura e as evidências que inspiraram o trabalho revolucionário de Charles Darwin em "A Origem das Espécies", mostrando muitas das perguntas que o próprio Darwin colocou: porque é que alguns fósseis encontrados são versões gigantes de preguiças e tatus que habitam esse local; porque é que os pinguins, e outras aves que observa, usam as suas asas como barbatanas, remos ou velas mas não para voar; ou como era possível existirem conchas em estratos rochosos situados a mais de 150 quilómetros do mar e 3000 metros de altitude?

Depois de assistires ao filme tenta responder às seguintes questões:

1. Em 1831 com 22 anos Darwin embarca no Beagle. Qual era a sua tarefa nesta viagem?

2. A primeira grande paragem do Beagle foi no Brasil. Nessa altura, como encarava Darwin a grande diversidade de seres vivos?

3. Quando Darwin chegou à costa do Uruguai e na Costa da Argentina, o que procurou em terra?

4. O que conseguiu encontrar?

5. Qual foi a questão que Darwin levantou?

6. No planalto da Patagónia, convivendo com os gaúchos, fez uma nova descoberta, que não conseguiu explicar. Qual foi?

7. Na América do Sul, Darwin observou três aves que, como a Ema, não usam as asas para voar. Estamos perante um exemplo de que tipo de evolução? E que tipo de órgãos?

Figura 9 – Ficha de trabalho sobre o documentário “A Viagem Perdida de Darwin”.

8. Darwin sobe aos altos desfiladeiros dos Andes, a mais de 3 mil metros de altitude, entre o Chile e a Argentina, descobrindo aí uma zona fossilífera: o nível 3. O que encontrou?

9. Darwin leu então o primeiro volume do livro "Princípios de Geologia" de Lyell e testemunhou o levantamento da crosta terrestre após um terremoto, formulando então uma ideia. Qual foi?

10. Quando Darwin chega às Galápagos, fica impressionado com uma pequena ave. Qual?

11. No Pacífico avista os atóis de coral e observa ilhas vulcânicas, propondo uma explicação para a formação dos atóis. Segundo Darwin, como se forma um atol de coral?

12. Durante parte da viagem Darwin estudou as aves que trouxe dos Galápagos, verificando que...

13. Darwin percebeu que *há espécies que substituem outras no espaço geográfico e no tempo*, após a leitura do livro "Essai sur la population", de T.R. Malthus. Qual a razão?

Chega a Inglaterra com 27 anos onde começa a escrever as notas que virão a ser o livro "A Origem das Espécies". Aos 29 anos compreendeu totalmente a essência das suas ideias, que só viriam a ser publicadas cerca de 30 anos depois...

Figura 9 – Ficha de trabalho sobre o documentário “A Viagem Perdida de Darwin”
(continuação).

1. Darwin embarca no Beagle como naturalista amador, com a tarefa de recolher e catalogar espécimes do mundo natural.
2. Darwin vê as espécies como partes de um plano divino, elementos perfeitos de uma conceção que permaneceu inalterada desde o início da criação.
3. Fósseis e animais vivos.
4. Ossos de criaturas gigantes, como o Gliptodonte, que parece uma versão enorme de um animal que vê à sua volta, o armadillo.
5. A questão que Darwin coloca é porque é que os fósseis e as criaturas que a eles se assemelham se encontram apenas naquela zona do globo ⇒ de onde é que surgiram as novas formas de vida e qual a razão do desaparecimento das outras.
6. Há duas espécies de emas: uma de tamanho normal, a norte do Rio Negro, e outra, mais pequena, a sul, que é identificada como nandu de Darwin.
7. São órgãos homólogos, resultantes de evolução divergente.
8. Darwin descobre fósseis de organismos marinhos (moluscos que habitavam águas pouco profundas) que viveram há cerca de 150 Ma.
9. A Terra e talvez todos os seres vivos podem ter sido formados ao longo de inúmeras eras (pequenas mudanças ao longo de largos períodos de anos).
10. Sabiá (mocking bird).
11. Nasceram longe de qualquer continente, como restos de vulcões antigos que se ergueram e desabaram no mar.
12. Verificou que eles, mesmo tendo sido recolhidos em ilhas diferentes, não se assemelhavam. Tinham bicos diferentes, alguns longos e curvos e outros mais curtos e retilíneos. Pondera, então, se poderão ser variedades da mesma espécie.
13. A disputa pelos recursos favorece os indivíduos com alguma vantagem adaptativa.

Figura 10 – Correção da ficha de trabalho sobre o documentário “A Viagem Perdida de Darwin”.

“A penicilina é um eficaz agente bactericida, isto é, em pequenas doses mata determinadas variedades ou estirpes de bactérias patogénicas, sendo usada no tratamento de doenças cujos agentes são essas mesmas bactérias. Verificou-se, no entanto, ao longo dos anos de uso daquele antibiótico o aparecimento de estirpes bacterianas não sensíveis à penicilina (estirpes resistentes), sendo por isso necessário ou o aumento da quantidade de penicilina usada, ou o uso de outros antibióticos para o tratamento das doenças que essas estirpes provocam.”

(adaptado de <http://anatoxina.files.wordpress.com/2009/02/mecanismos-de-evolucao.pdf>)

1. Explica a evolução das estirpes de bactérias à luz das três teorias evolucionistas estudadas: Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo.

Lamarckismo – as bactérias estavam perfeitamente adaptadas a um meio sem penicilina. O aparecimento do antibiótico vai afetar as bactérias, que sentem uma necessidade de se adaptarem novamente, através da resistência à acção bactericida da penicilina. Desse modo, a bactéria desenvolve resistências (**Lei do Uso e do Desuso**), característica que irá transmitir à descendência (**Lei da Transmissão ou Herança dos Caracteres Adquiridos**).

Darwinismo – naquela espécie de bactérias que infeta o ser humano há **variabilidade Intraespecífica**: mesmo antes do uso do antibiótico, há indivíduos sensíveis à penicilina e indivíduos resistentes à penicilina. A administração do antibiótico vai levar à **sobrevivência do mais apto**, as resistentes, que vão sobreviver melhor e reproduzir-se mais (**reprodução diferencial**). As bactérias sensíveis irão sendo progressivamente eliminadas por **seleção natural**.

Neodarwinismo - a população de bactérias apresenta **variações**, resultantes de **mutações** e de **recombinação genética**, ocorridas durante a reprodução dos indivíduos. Na população de bactérias há as estirpes resistentes e as estirpes sensíveis a um dado antibiótico. Depois do uso do antibiótico, as resistentes, que antes não apresentavam qualquer

Figura 11 – Ficha de trabalho sobre as três teorias evolucionistas e respetiva correção.

vantagem, passam a estar mais bem adaptadas ao ambiente e a serem seleccionadas preferencialmente para se reproduzirem. O **fundo genético** da população é alterado ao longo das gerações, por **reprodução diferencial**, até que finalmente haverão populações formadas apenas por estirpes resistentes.

Figura 11 – Ficha de trabalho sobre as três teorias evolucionistas e respetiva correção (continuação).

filmes pode aumentar as oportunidades de aprendizagem ativa (Gregg *et al.*, 1995 in Bluestone, 2000). O facto de incentivarem uma aprendizagem mais ativa pode parecer contraditório, dado que esse género de aprendizagem está mais ligado a atividades do manual (*hands-on*) ou a processos de descoberta (Bluestone, 2000). Mas a aprendizagem ativa envolve também uma aproximação mais teórica (*minds-on*), por forma a estimular uma ligação mental mais rápida dos alunos com os novos conceitos (Perry *et al.*, 1996 in Bluestone, 2000). Assim, quando ligados conceptualmente ao conteúdo de um programa curricular, o uso de filmes ou documentários vai aumentar o envolvimento dos alunos no conteúdo que está a ser lecionado (Bluestone, 2000), oferecendo um retrato visual de conceitos e teorias mais abstratos, sendo os alunos com maiores dificuldades beneficiados através de um maior sentido de realidade que é oferecido, até pela aplicação de conceitos em diferentes situações ou contextos (Champoux, 1999).

O documentário utilizado numa das aulas de Biologia foi previamente visionado pelo Professor Estagiário, aquando da preparação da prática de ensino supervisionada do subtema, tendo ficado clara a sua utilidade enquanto recurso agregador do conhecimento apreendido, pelo que foi sugerida a sua utilização com o intuito de gerar o mesmo efeito nos alunos.

Prova de avaliação sumativa interna

A construção de itens para provas de avaliação sumativa interna foi igualmente uma das tarefas realizadas durante o estágio, conjuntamente com a sua correção. Assim, tendo em conta os subtemas lecionados, existiu envolvimento, ao nível da elaboração e da avaliação, nas provas efetuadas em fevereiro, março e maio de 2013.

Em relação à construção, foram seguidos os exemplos dados pela Orientadora Cooperante, através da análise de provas de anos anteriores, e também algumas regras, definidas pelo Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação e Ciência. Na primeira prova de avaliação (Figura 12), de fevereiro, foi construído o texto do Grupo II, a questão 5 do mesmo grupo (item de escolha múltipla) e a questão 6 do Grupo III (item de resposta curta).

II

A evolução da visão nos primatas

Os primatas são mamíferos que pertencem à Ordem Primates, dividindo-se em prossímios (considerados os primatas mais primitivos) e símios. Nestes últimos podemos encontrar os Macacos do Novo Mundo (menos evoluídos), que se localizam na América do Sul, e os Macacos do Velho Mundo, espalhados por África, Ásia e num pequeno sítio na Europa - Gibraltar. O Homem, pertencente aos últimos, é o único primata com uma distribuição à escala mundial. A visão é um sentido cuja variação entre os primatas é considerável. Sem qualquer surpresa, as espécies diurnas possuem melhor visão do que as espécies noturnas, uma vez que as estruturas responsáveis pela deteção de cor (designadas cones) precisam de luz para funcionar. Os prossímios nocturnos são monocromáticos, ou seja, vêem apenas preto, branco e alguns cinzentos. O dicromatismo pode ser encontrado entre prossímios e símios e caracteriza-se pela visão a duas cores: azul e verde.

Os Macacos do Velho Mundo são praticamente tricromáticos, com a sobreposição de vermelho, azul e verde a permitir a visão a cores. Pense-se que o tricromatismo possa ter surgido por mutações em genes do cromossoma X que providenciam a possibilidade de ver a cor vermelha, permitindo vantagens adaptativas em termos de procura por alimento, escolha de parceiros sexuais, evasão de predação e comportamento social.

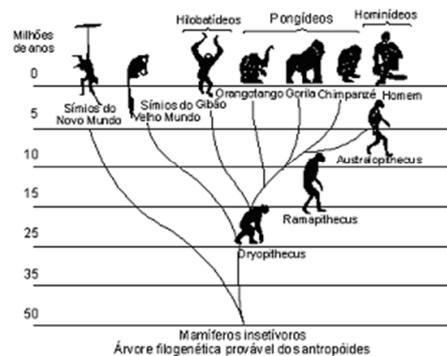


Figura 2 - Árvore filogenética da ordem dos Primatas

(10 pts) 1. Classifica como Verdadeira (V) ou Falsa (F) cada uma das afirmações seguintes relativas aos mecanismos propostos por Lamarck e Darwin para uma interpretação da evolução da visão nos primatas.

- A – Para Darwin e Lamarck, a alteração do ambiente permitiu uma maior reprodução de macacos tricromáticos.
- B – Segundo Lamarck o dicromatismo encontrado em símios e prossímios surgiu pelo como resposta ao esforço da procura e alimento.
- C – Darwin defende que a necessidade de ver a cores transformou a visão dos macacos em tricromática.
- D – O Lamarckismo pressupõe que os primatas que adquiriram tricromatismo, transmitiram-no aos seus descendentes.
- E – Para Darwin, os Macacos do Velho Mundo são tricromáticos pois possuíam vantagens adaptativas na procura de alimento.
- F – Darwin afirma que na população ancestral de primatas já haveriam diferentes tipos de visão.
- G – Segundo o Darwinismo, o tricromatismo pode ter surgido por mutações em genes do cromossoma X.
- H – Para sobreviverem, segundo Darwin, os Macacos do Velho Mundo adaptaram-se à visão a cores.

Figura 12 – Grupos do subtema Mecanismos de evolução na prova de avaliação sumativa de fevereiro de 2013.

Na resposta aos itens 2 a 6, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 pts) 2. A menor unidade biológica que pode evoluir ao longo do tempo é _____.

- A - |...| uma célula.
- B - |...| uma espécie.
- C - |...| uma população.
- D - |...| um organismo.

(6 pts) 3. Os Pongídeos e os Hominídeos sofreram ao longo do tempo, uma _____.

- A - |...| convergência evolutiva.
- B - |...| selecção artificial.
- C - |...| divergência evolutiva.
- D - |...| radiação adaptativa.

(6 pts) 4. Relativamente ao processo evolutivo, pode afirmar-se que _____.

- A - |...| as variações produzidas pelo meio são importantes desde que experimentem acção de selecção.
- B - |...| apenas as mutações que produzem efeitos intensos são válidas.
- C - |...| a recombinação genética e as mutações são dois fatores básicos que produzem variabilidade.
- D - |...| a selecção natural induz a ocorrência de mutações nos indivíduos.

(6 pts) 5. Os diferentes tipos de olhos dos primatas são um exemplo de _____, resultantes de um processo de _____, a partir de um _____.

- A - |...| órgãos homólogos |...| evolução convergente |...| ancestral comum.
- B - |...| órgãos análogos |...| evolução divergente |...| ancestral diferente.
- C - |...| órgãos análogos |...| evolução convergente |...| ancestral diferente.
- D - |...| órgãos homólogos |...| evolução divergente |...| ancestral comum.

(6 pts) 6. "Pensa-se que o tricromatismo possa ter surgido por mutações em genes do cromossoma X". Esta frase está de acordo com a Teoria _____.

- A - |...| Lamarckista.
- B - |...| Darwinista.
- C - |...| Fixista.
- D - |...| Neodarwinista.

(12 pts) 7. Explica, segundo a perspectiva Darwinista, o aparecimento da visão tricromática nos Macacos do Velho Mundo partir da visão dicromática dos Prossímios.

Figura 12 – Grupos do subtema Mecanismos de evolução na prova de avaliação sumativa de fevereiro de 2013 (continuação).

III

A Evolução dos Felinos

Os primeiros carnívoros semelhantes a felinos apareceram no Oligocénico, há aproximadamente 35 M.a. As actuais espécies de felinos (subfamília Felinae) tiveram origem no final do Miocénico e tornaram-se numa das mais bem-sucedidas famílias de carnívoros, habitando todos os continentes, com exceção da Antárctica. Compreender a sua evolução e estabelecer uma nomenclatura taxonómica consensual tem sido um processo complexo devido, entre outros aspectos, ao rápido e recente processo de especiação, a um incompleto registo fóssil e à presença de características pouco distintivas na dentição e no esqueleto das diversas espécies.

Na Figura 3, está representada uma proposta de explicação de uma equipa de investigadores para a evolução dos felinos actuais, que resultou de análises de fragmentos de genes de diversos cromossomas e de genes de mitocôndrias (22 789 pares de bases) e de 16 calibrações fósseis. Determinaram-se 8 linhagens principais derivadas de, pelo menos, 10 migrações intercontinentais (de M1 a M10) facilitadas pela ocorrência de flutuações no nível do mar.

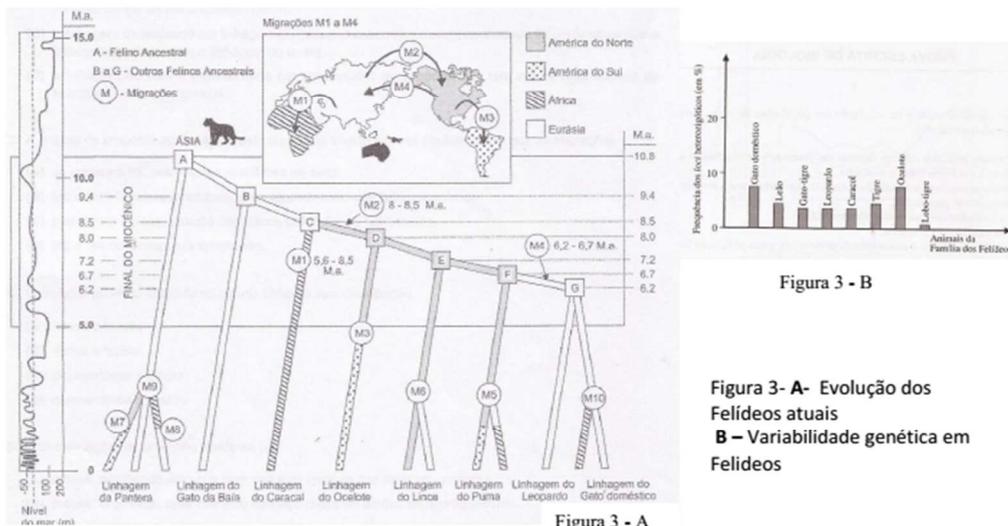


Figura 3 - B

Figura 3- A- Evolução dos Felídeos actuais
B – Variabilidade genética em Felídeos

Na resposta a cada um dos itens de 1 a 5, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 pts) 1. A análise da proposta apresentada pela equipa de investigadores permite inferir que

- A – [...] a linhagem do gato da Baía deverá apresentar maior número de estruturas homólogas comuns com a linhagem do leopardo do que com a da espécie ancestral C.
- B – [...] a linhagem da pantera é a mais recente das linhagens de felinos representadas, pois foi a que divergiu há mais tempo de um ancestral comum.
- C – [...] a linhagem do leopardo e a linhagem do gato doméstico têm maior proximidade filogenética do que a linhagem do leopardo e a linhagem do puma.
- D – [...] a linhagem do linco é representada por um conjunto de espécies que têm um elevado número de estruturas análogas comuns.

Figura 12 – Grupos do subtema Mecanismos de evolução na prova de avaliação sumativa de fevereiro de 2013 (continuação).

(6 pts) 2. As relações de filogenia estabelecidas entre actuais espécies de felinos foram baseadas em argumentos _____.

- A - [...] morfológicos e citológicos.
- B - [...] bioquímicos e paleontológicos.
- C - [...] paleontológicos e genéticos.
- D - [...] apenas bioquímicos.

(6 pts) 3. A análise da proposta apresentada pela equipa de investigadores permite inferir que as migrações _____.

- A - [...] se iniciaram há, pelo menos, 8 milhões de anos.
- B - [...] M9 e M10 foram responsáveis pelo aparecimento dos felinos em África.
- C - [...] permitiram a disseminação dos felinos por todos os continentes.
- D - [...] M2 e M4 ocorreram em simultâneo.

(6 pts) 4. De acordo com os dados do esquema da figura 3, o felídeo que pode ser considerado filogeneticamente mais afastado do gato doméstico é _____.

- A - [...] a pantera.
- B - [...] o leopardo.
- C - [...] o gato da Baía.
- D - [...] o lince.

(10 pts) 5. As afirmações seguintes dizem respeito à divisão representada na **Figura 3**.

1. A análise de DNA de gatos e de panteras revela a existência de um ancestral comum.
2. Os mecanismos responsáveis pelas variações bioquímicas nas espécies são as mutações.
3. Duas famílias de felinos diferentes não possuem estruturas semelhantes.

- A - 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
- B - 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
- C - 2 e 3 são verdadeiras; 1 é falsa.
- D - 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

(6 pts) 6. A necessidade de passarem a uma dieta exclusivamente à base de carne e de mastigarem melhor o alimento fez com que o ancestral dos felídeos actuais, o *Proailurus*, desenvolvesse um dente molar adicional em cada mandíbula. Classifica a frase dentro das teorias evolucionistas.

(12 pts) 7. Explica de que forma as migrações intercontinentais dos felinos foram influenciadas pelas sucessivas alterações climáticas, levando ao isolamento e possibilidade de extinção de populações como a do ocelote.

Figura 12 – Grupos do subtema Mecanismos de evolução na prova de avaliação sumativa de fevereiro de 2013 (continuação).

Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento

Ficha de avaliação

Esta ficha de avaliação (Figura 13) foi construída de raiz, dado não existir praticamente bibliografia sobre a elaboração de um instrumento acerca desta temática, sendo o trabalho de Lateh e Ahmad (2011) uma das poucas exceções, embora não se foque na construção da ficha. A sua estruturação foi feita no âmbito da participação dos alunos do segundo turno do 11º 1 no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas, que se realizou em fevereiro de 2013, com o intuito de efetuar um diagnóstico dos conhecimentos que os alunos teriam acerca dos processos geológicos que promovem alterações em zonas de vertente. O Grupo I da ficha era constituído por questões de escolha múltipla, destinadas a avaliar o conhecimento dos alunos sobre o tema. O Grupo II continuou com questões mais específicas, com o propósito de destrinçar as perceções dos alunos acerca dos conceitos questionados, com a exceção da pergunta 6, cujo propósito foi perceber se o tema, mesmo podendo ser desconhecido na sua especificidade, teria alguma base empírica, dado existirem ocorrências bastante recentes na cidade de Coimbra.

Apresentação de diapositivos em PowerPoint™

Como referido anteriormente, os diapositivos construídos para as aulas de Geologia tinham menos texto e mais imagens, relativamente aos utilizados nas aulas de Biologia. Tal facto deve-se às indicações existentes no programa da disciplina, para exploração de situações-problema como forma de aprendizagem. Contudo, foram elaborados da mesma forma que os de Biologia, seguindo as indicações estabelecidas na bibliografia e tendo em conta o modo de utilização semelhante.



LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO

Ficha de Avaliação
Geologia 11º ano (Zonas de Vertente)
Ano lectivo 2012/2013

Nome _____ Nº _____ Turma _____

Esta ficha serve apenas para aferição dos teus conhecimentos em relação ao tema em causa, não contando para efeitos de avaliação.

Grupo I

O seguinte grupo baseia-se na opinião que possas ter acerca da temática de zonas de vertente, não existindo respostas certas ou erradas.

1. Os conhecimentos adquiridos através do estudo de zonas de vertente são úteis para um melhor planeamento em termos de ordenamento do território.

Concordo totalmente
Concordo
Discordo
Discordo totalmente

2. As zonas de vertente podem constituir um perigo para as populações aí instaladas.

Concordo totalmente
Concordo
Discordo
Discordo totalmente

3. Nas zonas de vertente é mais comum ocorrerem...

sismos
tsunamis
cheias
movimentos em massa

Figura 13 – Ficha de avaliação sobre zonas de vertente, com a correção a negrito.

Grupo II

Observa atentamente as figuras e responde às questões correspondentes.

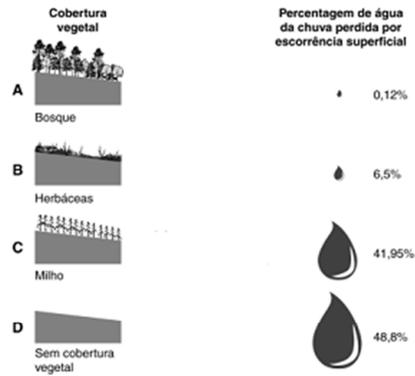


Figura 1 (adaptado de <http://biogeo2.files.wordpress.com>)

1. Em qual dos terrenos da figura 1 será mais provável observar um processo de erosão hídrica?

- A
- B
- C
- D

2. Analisando a figura 1, que factor aparece directamente relacionado com a erosão hídrica?

A ausência ou inexistência de cobertura vegetal.

3. Os movimentos em massa acontecem mais facilmente em...

- planícies
- vertentes pouco inclinadas
- vertentes muito inclinadas**
- planaltos

Figura 13 – Ficha de avaliação sobre zonas de vertente, com a correção a negro (continuação).

4. Os movimentos em massa têm, geralmente, uma velocidade...

- | | |
|--------|--------------------------|
| lenta | <input type="checkbox"/> |
| média | <input type="checkbox"/> |
| rápida | <input type="checkbox"/> |

5. Os movimentos em massa são desencadeados por diversos factores, tais como...

	Sim	Não Sei	Não
desflorestação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
construções humanas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
incêndios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ventos fortes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
precipitação elevada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
variações de temperatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sismos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Já houve algum movimento em massa em Coimbra?

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Sim | Não Sei | Não |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Figura 13 – Ficha de avaliação sobre zonas de vertente, com a correção a negrito (continuação).

Fichas de trabalho

Em Geologia, foram realizados exercícios baseados na análise oral de situações-problema, recorrendo a exemplos à escala regional e nacional, devido a constrangimentos de tempo e à participação dos alunos no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas, que ocupou uma aula de 100 minutos.

Provas de avaliação sumativa interna

A regência de Geologia traduziu-se, no que consta à avaliação sumativa, em dois grupos de exercícios. No que respeita à segunda prova de avaliação (março de 2013), e após a primeira experiência na prova anterior, procedeu-se à construção de um grupo inteiro e respetiva seleção do texto, mais concretamente o Grupo III (Figura 15), constituído por um item de verdadeiro/falso, cinco itens de escolha múltipla e um item de resposta restrita, que é considerado um item de construção, por oposição aos outros dois, itens de seleção, permitindo ao aluno a oportunidade de organizar a resposta.

A realização de um novo grupo de avaliação na prova de maio (Figura 16) deveu-se à constatação de que os alunos não consideravam difícil o subtema de Geologia. Por isso, optou-se por se voltar a avaliar os conhecimentos naquela área, sendo selecionado um texto sobre zonas de vertente e elaborado um item de ordenação ao invés de um item de verdadeiro/falso.

VIII Congresso dos Jovens Geocientistas

Neste congresso, organizado pelo Departamento de Ciências da Terra, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (DCT/FCTUC), foi realizado um trabalho de pesquisa com os alunos do segundo turno do 11º 1, divididos por dois grupos. O objetivo inicial era desenvolver uma aplicação SIG para o sistema Android, que permitiria avaliar o risco de ocorrência de processos geológicos (erosão hídrica e

III

Estudo propõe medidas para travar erosão costeira em Aveiro

Cristina Bernardes, especialista da Universidade de Aveiro na área da erosão, garante que "a principal conclusão não é animadora: cada vez há menos detritos disponíveis para serem transportados pelas correntes da deriva litoral, factor decisivo para o aumento da erosão na Costa de Aveiro".

"Os rios trazem cada vez menos detritos até à foz", adverte Cristina Bernardes. O rio Douro é o principal contribuinte em detritos para a zona, mas uma grande quantidade fica retida nas barragens, factor ao qual se associam as extracções de areias, refere o estudo.

Por outro lado, "os molhes do Porto de Aveiro, os esporões e enrocamentos acabam por ser armadilhas para os poucos detritos disponíveis". Para Cristina Bernardes, a tendência pode reverter-se: algumas das soluções apontadas passam pela transferência artificial dos sedimentos do molhe Norte para o Sul ou pela destruição dos esporões, substituindo-os pela re-alimentação artificial das praias.

"Estas medidas têm os seus encargos, mas se avaliarmos os custos da construção de um esporão e a sua manutenção, acaba por ficar mais barato fazer a re-alimentação. Foi com esta opção que se recuperaram as praias da Costa Nova e da Barra nas décadas de 1970/80", exemplifica.

Cristina Bernardes não tem dúvidas de que "a tendência da erosão na nossa costa é para um aumento crescente". "Um dos estudos por nós realizado recorreu à análise temporal de fotografias aéreas numa estação fotogramétrica, desde 1958 até 2002. Neste período, entre o Furadouro e a Praia de Mira, registámos nalguns pontos recuos de 230 metros correspondente a uma perda efectiva do sistema praia-duna e um recuo médio da linha de costa de seis metros por ano", salienta.

09.05.2005 – Lusa / Público (adaptado)

(10 pts) 1. Classifica como Verdadeira (V) ou Falsa (F) cada uma das seguintes afirmações, relativas a bacias hidrográficas e zonas costeiras.

- A – Os detritos que chegam à foz de um rio são os de maiores dimensões.
- B – As barragens promovem a erosão a jusante, retendo os detritos a montante.
- C – Um dos benefícios da extração de inertes é o aumento da quantidade de detritos que chegarão à foz do rio.
- D – A velocidade de um rio, na sua fase de velhice, é menor, predominando a sedimentação.
- E – As zonas costeiras caracterizam-se por formas de erosão e formas de deposição.
- F – Uma arriba é um exemplo de uma forma de deposição.
- G – Um quebra-mar, quando mal construído, pode originar a formação de um tómbolo.
- H – Os esporões promovem a formação de praia a sotamar.

Figura 15 – Grupo respeitante ao subtema Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, de Geologia, na prova de avaliação sumativa de março de 2013.

Na resposta aos itens 2 a 6, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 pts) 2. O transporte de um rio será mais eficaz quanto maior for a sua _____.

- A - |...| erosão vertical.
- B - |...| velocidade.
- C - |...| sedimentação.
- D - |...| erosão lateral.

(6 pts) 3. Em função das suas menores dimensões e densidade, o transporte de partículas pelos rios é feito sucessivamente por _____.

- A - |...| suspensão, rolamento e arrastamento.
- B - |...| arrastamento, rolamento e suspensão.
- C - |...| rolamento, arrastamento e suspensão.
- D - |...| suspensão, arrastamento e rolamento.

(6 pts) 4. Uma plataforma de abrasão é uma superfície resultante de um processo de _____.

- A - |...| deposição de detritos.
- B - |...| abrasão marinha.
- C - |...| construção de paredões.
- D - |...| redução da quantidade de detritos transportados por um rio.

(6 pts) 5. Uma restinga é uma forma de _____, resultante de um processo de _____, com _____.

- A - |...| deposição |...| acumulação de areia |...| uma extremidade livre.
- B - |...| erosão |...| extração de areia |...| uma extremidade livre.
- C - |...| erosão |...| acumulação de areia |...| duas extremidades livres.
- D - |...| deposição |...| extração de areia |...| duas extremidades livres.

(6 pts) 6. A modelação da faixa litoral é resultado da energia e ação contínua de _____.

- A - |...| ondas.
- B - |...| marés.
- C - |...| correntes.
- D - |...| todos os processos referidos.

(10 pts) 7. Explica, usando dados da notícia, quais as razões para o aumento da erosão costeira na zona de Aveiro, indicando que tipo de obra de engenharia poderia ser adotada e estabelecendo os benefícios dessa decisão.

Figura 15 – Grupo respeitante ao subtema Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, de Geologia, na prova de avaliação sumativa de março de 2013 (continuação).



ES JOSÉ FALCÃO
NO ENSINO DESDE 1836

Biologia e Geologia - 11º ano
Prova de Avaliação
maio de 2013

Nome: _____ Nº: _____ Turma: 11º1

Rubrica do professor: _____ Classificação: _____

I

Ameaça constante de derrocada nas encostas do Vale do Tua

O acidente ferroviário ocorrido no passado dia 12, que arrastou para o rio uma automotora do metropolitano de Mirandela, foi o mais grave em 120 anos de história da linha do Tua (três mortos e dois feridos), mas o elevado risco que esta via-férrea encerra poderia ter provocado muitos mais. Esta tese é defendida por José Gomes dos Santos, professor da Universidade de Coimbra: "há frequentemente movimentos de blocos ao longo das vertentes que são potencialmente perigosos".

O investigador aponta como causas a morfologia e a composição das vertentes que, aliadas a diversos factores naturais, provocam sucessivos desprendimentos de terras e pedras. Tal situação é justificada pela abundância de blocos de granito e xisto, rochas "muito fracturadas, antigas, e debilitadas do ponto de vista da tectónica".

A instabilidade varia de acordo com as características das rochas e de estas poderem estar cobertas por materiais argilosos ou areno-argilosos. Uma vez atingido o limite de capacidade de absorção da água da chuva, estes materiais vão funcionar como agente de instabilidade.

(...) O estudioso aponta também o dedo à acção do homem. No caso da linha do Tua, "os próprios trabalhos de manutenção ajudam a que, de algum modo, a vertente veja quebrada a sua morfodinâmica natural". Quanto ao sismo da manhã de dia 12, não tem dúvidas que ajudou ao desequilíbrio da vertente.

Adaptado de Jornal de Notícias, 22 de fevereiro de 2007 (Eduardo Pinto)

Na resposta aos itens 1 a 5, selecciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 pts) 1. As vertentes naturais, sobretudo quando apresentam um declive _____, são locais onde a erosão pode avançar de forma mais _____.

- A - |...| pronunciado |...| lenta.
- B - |...| ligeiro |...| rápida.
- C - |...| pronunciado |...| rápida.
- D - |...| ligeiro |...| lenta.

(6 pts) 2. As alterações numa encosta têm origem em processos de _____ e _____.

- A - |...| erosão hídrica |...| movimentos de massa.
- B - |...| erosão hídrica |...| cheias.
- C - |...| construção de barragens |...| movimentos de massa.
- D - |...| construção de barragens |...| cheias.

1

Figura 16 – Grupo respeitante ao subtema Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, de Geologia, na prova de avaliação sumativa de maio de 2013.

(6 pts) 3. Os fatores que condicionam movimentos numa vertente podem dever-se à _____ ou a _____, entre outros.

- A – |...| destruição do coberto vegetal |...| sismos.
- B – |...| gravidade |...| alteração das rochas.
- C – |...| destruição do coberto vegetal |...| alteração das rochas.
- D – |...| gravidade |...| sismos.

(6 pts) 4. A saturação do solo com água _____ o risco de movimentos em massa porque _____ a coesão entre as partículas do solo.

- A – |...| diminui |...| aumenta.
- B – |...| aumenta |...| aumenta.
- C – |...| diminui |...| diminui.
- D – |...| aumenta |...| diminui.

(6 pts) 5. A vertente da linha do Tua terá sido sujeita a um processo de _____, como por exemplo _____.

- A – |...| meteorização física |...| termoclastia.
- B – |...| meteorização química |...| esfoliação.
- C – |...| meteorização física |...| hidrólise.
- D – |...| meteorização química |...| crioclastia.

(8 pts) 6. Coloque por ordem as letras (de A a E), que identificam as afirmações seguintes, de modo a criar um processo que leve à estabilização de uma vertente com risco de movimentos em massa.

- A – Elaboração de estudos de ordenamento do território
- B – Estudo das características geológicas e geomorfológicas de um local
- C – Remoção ou contenção dos materiais geológicos que possam constituir perigo
- D – Elaboração de cartas de risco geológico
- E – Intenção de construção de uma estrada junto a uma vertente sinalizada

(10 pts) 7. As causas apontadas para os movimentos de blocos ao longo das vertentes são morfologia e a composição das vertentes, justificado pela abundância de blocos de granito e xisto, rochas "muito fracturadas".

Explica como a intensa fraturação do granito e xisto permite a circulação da água e conduz ao elevado grau de alteração das rochas.

Figura 16 – Grupo respeitante ao subtema Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, de Geologia, na prova de avaliação sumativa de maio de 2013 (continuação).

movimentos em massa) em zonas de vertente, cabendo aos alunos, durante uma aula de campo, testar essa mesma aplicação através da identificação de uma série de parâmetros. A iniciativa pretendia demonstrar a adequabilidade do uso de SIG ao nível do ensino secundário, em Geologia, sendo que estes se encontram, como já referido anteriormente, ainda algo restritos à Geografia.

Apesar de já existir um protótipo da aplicação, embora destinado a outros fins, o desenvolvimento, feito em conjunto com o Dr. Vasco Mantas, do Laboratório de Radioatividade Natural do DCT, não foi bem-sucedido no prazo previsto. Assim, a alternativa para a aula de campo foi um conjunto de parâmetros, divididos por instabilidade e morfologia/geometria dos movimentos, elaborados em conjunto com o Professor Doutor Alexandre Tavares, que deveriam ser respondidos na aplicação, em papel (Figura 17). Após a aula de campo na zona urbana de Coimbra (Estrada de Coselhas, Circular Interna, próximo da Fucoli, e Rua de Aveiro), onde foi efetuado o preenchimento, para sim ou não (presença ou ausência), de cada um dos parâmetros, os dados foram tratados e analisados no decorrer de uma aula de 150 minutos, onde começaram, igualmente, a ser elaborados os resumos e os posters a serem submetidos ao congresso.

O grupo I comparou as características observadas nos locais de ocorrência de diferentes tipos de movimentos em massa, analisando quais os parâmetros que se repetiam entre quedas de blocos (Estrada de Coselhas e Rua de Aveiro) e deslizamentos rotacionais (Circular Interna). Em relação ao grupo II, a análise focou-se somente nos locais de queda de blocos, selecionando as características comuns e comparando-as com definições existentes na literatura específica.

Ambos os trabalhos foram submetidos e aceites, para apresentação na forma de poster no congresso, tendo o grupo II sido selecionado para apresentar oralmente o seu trabalho de pesquisa.

Caracterização de processos geológicos em zonas de vertente

Nota: todas as perguntas estão definidas para uma resposta S/N

Instabilidade

Materiais

- 1 – Homogeneidade dos materiais
- 2 – Presença de materiais pouco consolidados ou com rochas de baixo grau de sedimentação
- 3 – Rocha alterada por meteorização
- 4 – Desintegração do material quando martelado
- 5 – Material com plasticidade (como a argila, moldável)

Estruturas

- 1 – Presença de rochas marcadas por superfícies de estratificação
- 2 – Materiais rochosos delgados entre superfícies de estratificação
- 3 – Materiais rochosos marcados por discontinuidades frequentes, compartimentando em blocos
- 4 – Presença de planos ou superfícies que ilustram dobramento dos materiais rochosos ou fracturas com ou sem movimento relativo entre blocos

Figura 17 – Parâmetros caracterizadores de processos geológicos em zonas de vertente.

Geometria

- 1 – O talude ou vertente é pouco inclinado, não necessitando de apoio na progressão
- 2 – A inclinação do talude ou vertente é conforme à direcção de inclinação das superfícies de estratificação
- 3 – São identificados planos ou superfícies sobre os quais podem ocorrer movimentos sob acção da gravidade
- 4 – São identificados planos ou superfícies abertos que compartimentam o material
- 5 – As superfícies de estratificação são pouco inclinadas ou verticais

Envolvente

- 1 – O talude ou vertente apresenta indícios recentes de escavação
- 2 – O talude ou vertente apresenta zonas com diferente humidade ou com vegetação diferente
- 3 – O talude ou vertente apresenta vegetação desenvolvida sem inclinação
- 4 – O talude ou vertente apresenta sulcos ou caleiras para escoamento superficial da água
- 5 – O talude ou vertente apresenta uma cobertura de solos vegetais
- 6 – O talude ou vertente apresenta excesso de ocupação humana
- 7 – Os materiais estão saturados em água
- 8 – O talude ou vertente apresenta postes inclinados, muros deformados, pavimentos abatidos ou fracturas em edifícios

Morfologia/Geometria dos Movimentos

- 1 – A base do talude ou vertente tem acumulação de materiais caídos

Figura 17 – Parâmetros caracterizadores de processos geológicos em zonas de vertente (continuação).

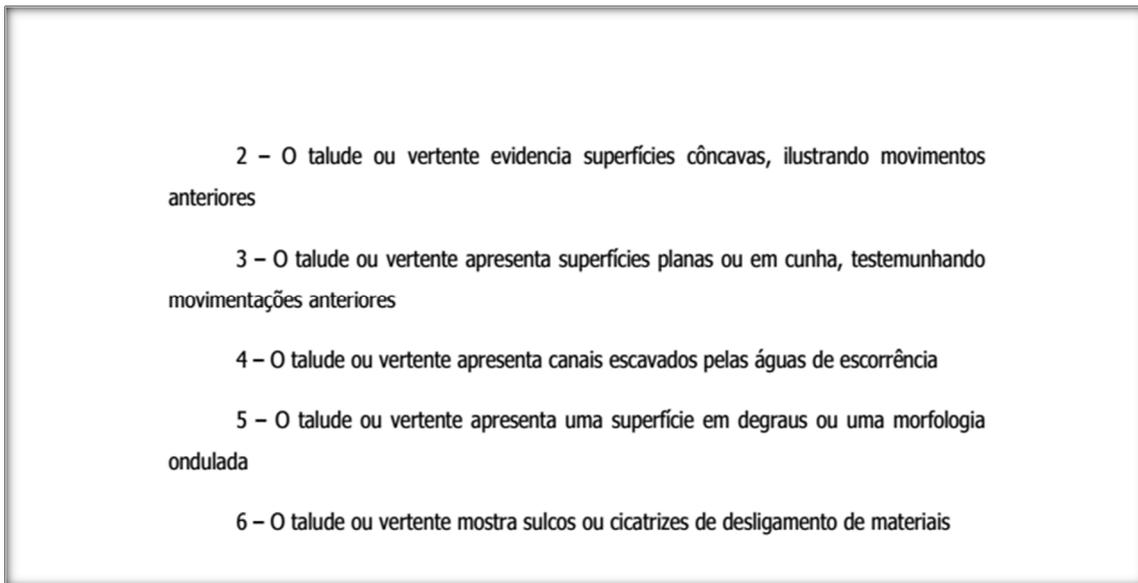


Figura 17 – Parâmetros caracterizadores de processos geológicos em zonas de vertente (continuação).

Outras atividades

O estágio não se resumiu apenas à prática de ensino supervisionada e a atividades dela decorrentes. Como constante do Regulamento de “Estágio e Relatório”, foi dada a oportunidade de participar em tarefas diretamente relacionadas com a direção de turma da turma do 7º atribuída à Orientadora Cooperante, nomeadamente a participação nas reuniões do Conselho de Turma, intercalares e de avaliação, e ainda a elaboração da caracterização da turma, no início do ano, para efeitos orientadores.

Enquanto Professor Estagiário, foi também endereçado e aceite o convite para participar na visita de estudo de Ciências Naturais, do 7º ano, decorrida no final do 2º Período, ao Planetário Nair Pereira Bonito, em Torredeita, e ao Museu do Quartzo, em Viseu.

Englobado na escola, foi prestado apoio à realização e dinamização da Feira das Aromáticas, realizada em dezembro de 2012, uma organização anual do Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia. Houve igualmente uma participação nas ações de formação para Professores Estagiários organizadas pela escola, nomeadamente “O papel da Educação Especial”, “O adolescente e a escola” e “O Papel do Diretor de Turma”, e no projeto “Somos mutantes! Da investigação à comunicação”, organizado pelo Centro

de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto, em parceria com o Museu da Ciência da Universidade de Coimbra.

De destacar ainda, a nível pessoal, a possibilidade de ter dinamizado uma aula de dúvidas aos alunos do 11º, aquando da realização da prova de avaliação de fevereiro, no contexto do subtema de Biologia, e de ter acompanhado uma aluna da turma durante os 2º e 3º períodos através de horas suplementares de apoio, duas vezes por semana.

4. Resultados

Biologia – Mecanismos de evolução

Ficha de avaliação

Os alunos sentem-se mais preparados e confiantes para responder a questões sobre evolução após a leção do subtema Mecanismos de evolução, com o número de respostas “sim” a aumentar comparativamente à diminuição de respostas “não” e “não sei”, entre o pré e o pós-teste (Figura 18).

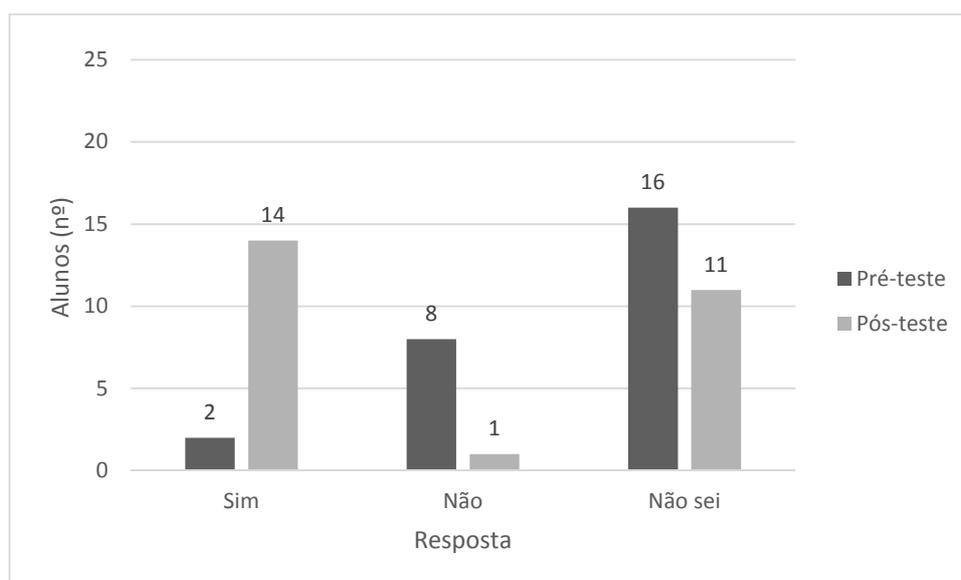


Figura 18 – Autoavaliação dos alunos acerca da preparação para responder a questões sobre evolução.

Os resultados da ficha de avaliação, pré e pós-teste, foram analisados através da comparação das respostas às dez afirmações do Grupo II, sob a forma de verdadeiro ou falso (Figura 2, p. 48). Os resultados do pré-teste da turma em estudo foram ainda comparados com os de duas turmas norte americanas da *Jones College Prep High School*, em Chicago (Illinois).

Pode-se concluir que há uma evolução positiva no sentido da resposta correta (falso) em sete das dez afirmações. Nas questões b) - De acordo com a evolução, o Homem descende dos macacos. -, h) - A evolução é como uma corrente, em que cada grupo de organismos evolui para o próximo elo da corrente. – e j) - De acordo com a evolução, o surgimento de novas espécies resulta, normalmente, de grandes mutações que ocorrem apenas numa geração. – verificou-se uma diminuição no número de respostas corretas do pré para o pós-teste, sendo esse número, nas questões b) e h), já baixo no pré-teste. Saliente-se as evoluções positivas nas questões c) - A evolução foi, pela primeira vez, proposta e explicada por Charles Darwin. – e i) - A evolução envolve mudanças nos indivíduos, de forma a adaptarem-se ao ambiente. – e o facto de a afirmação d) - A evolução é algo que aconteceu somente no passado; não está a acontecer agora. – ter sido respondida corretamente por todos os alunos no pré e pós-teste (Figura 19).

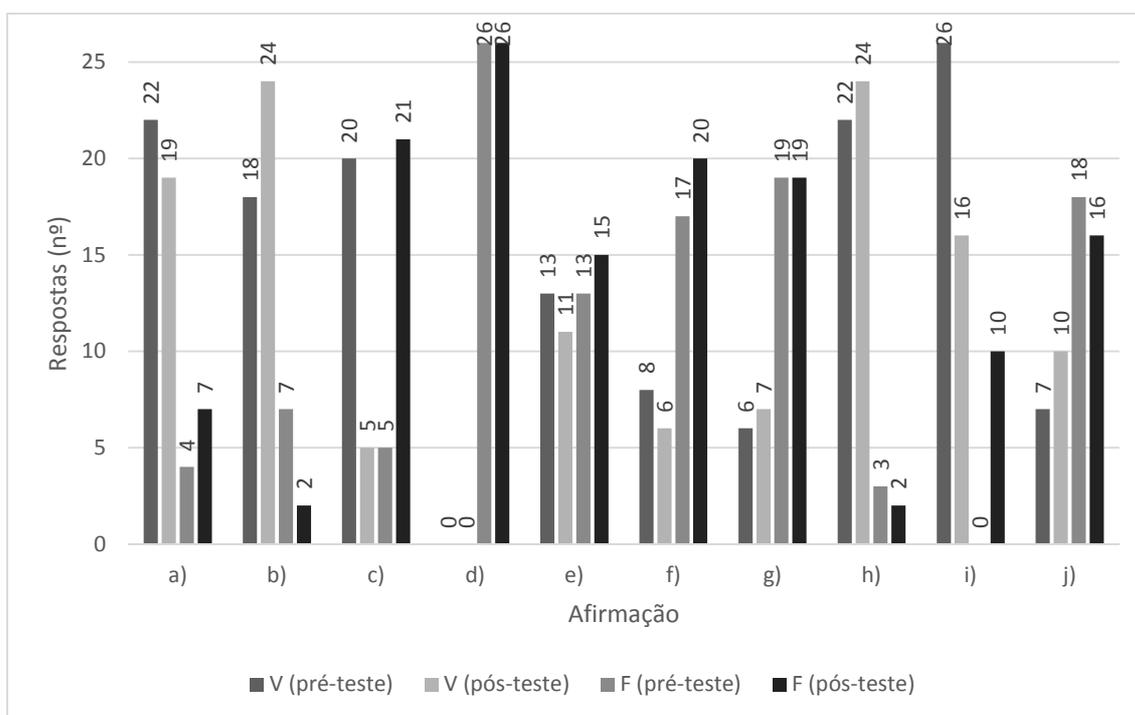


Figura 19 – Respostas dos alunos às afirmações do Grupo II da ficha de avaliação de Biologia, versão pré e pós-teste.

De um modo geral, não se detetaram diferenças entre os alunos portugueses e norte-americanos, excetuando nas respostas às afirmações g) – A evolução é apenas uma teoria. – e i), já referida anteriormente, sendo uma expressão claramente Lamarckista. Na

afirmação g), a percentagem de respostas “falso” portuguesas foi superior à percentagem de respostas “verdadeiro” americanas (Figura 20).

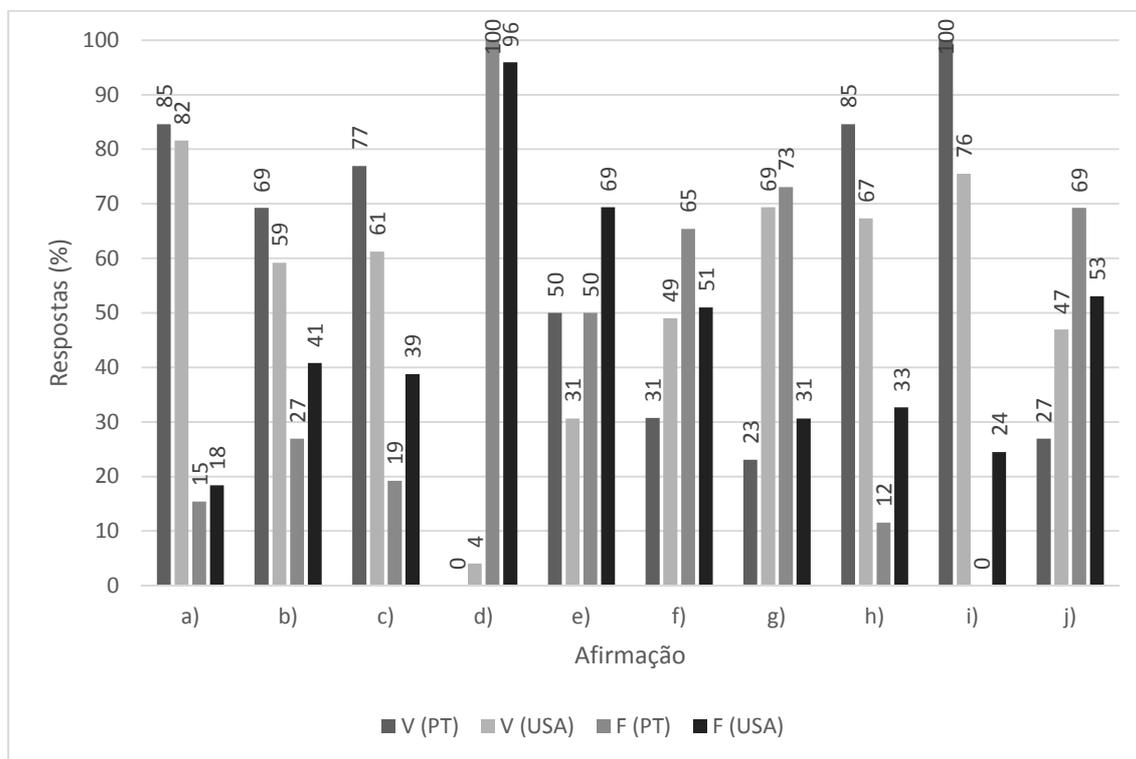


Figura 20 – Comparação entre as respostas portuguesas e americanas ao Grupo II da ficha de avaliação, pré-teste.

Em relação às respostas entre os dois sexos, no pré-teste há uma prevalência de um maior número de respostas corretas das raparigas para cinco das dez afirmações (Figura 21). Existem duas diferenças em termos percentuais que vale a pena salientar: dos rapazes em relação às raparigas para a afirmação j), respondendo todos corretamente, e das raparigas em relação aos rapazes na afirmação c), sendo as únicas a apresentar uma percentagem de respostas corretas.

No caso do pós-teste (Figura 22), as diferenças entre ambos os sexos mantêm-se proporcionalmente semelhantes, com as raparigas, novamente, a sobreporem-se aos rapazes, em termos de respostas acertadas, em metade das afirmações.

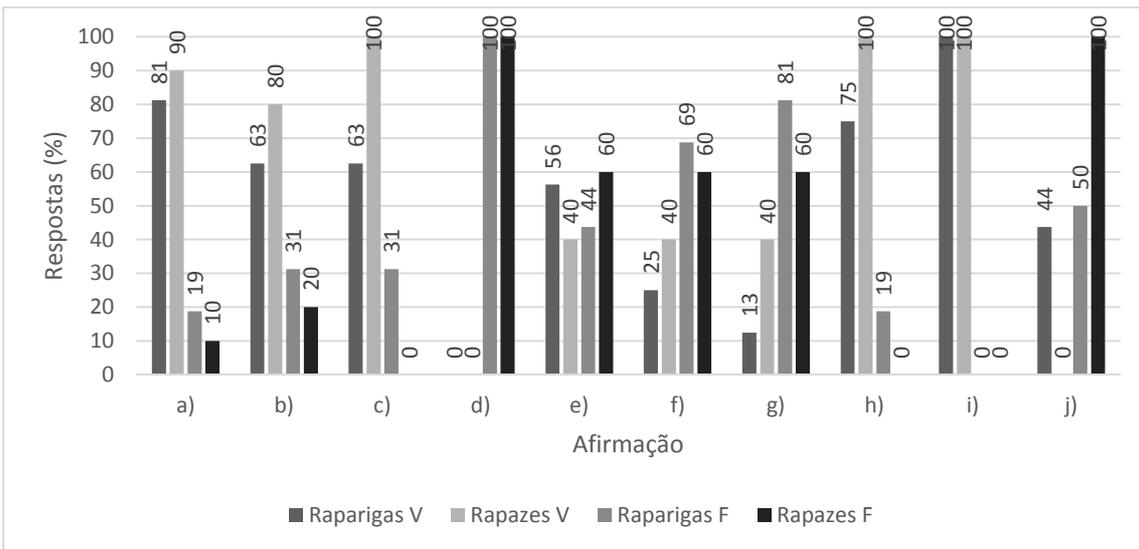


Figura 21 – Comparação das respostas entre rapazes e raparigas ao Grupo II da ficha de avaliação, pré-teste.

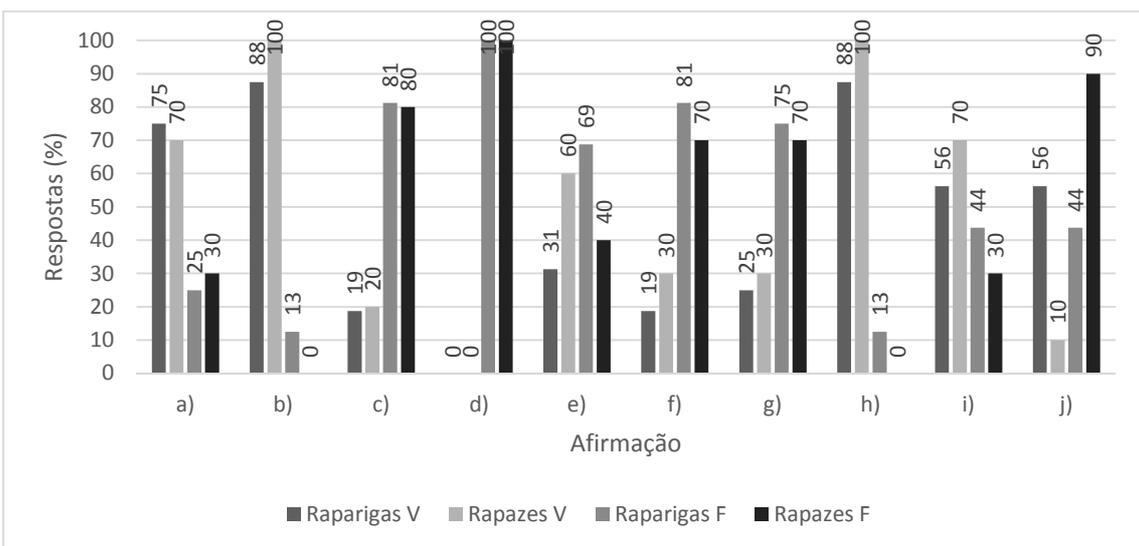


Figura 22 – Comparação das respostas entre rapazes e raparigas ao Grupo II da ficha de avaliação, pós-teste.

Prova de avaliação sumativa interna

Os alunos tiveram mais dificuldade na resolução do Grupo III da prova de fevereiro de 2013 (Figura 12, p. 66), tendo a variação entre as classificações para o Grupo II e III sido

negativa em 22 dos 26 alunos. Todavia, ambos os grupos apresentam bons resultados, em especial o Grupo II, sem qualquer classificação abaixo de 50% (Tabela 3).

Tabela 3 – Cotações, e respetiva percentagem em função da cotação total, dos alunos nos grupos elaborados para a prova de avaliação sumativa interna de fevereiro de 2013.

Número	II (52 pts)	III (52 pts)	II (%)	III (%)	Varição
1	40	24	77	46	-40
2	44	34	85	65	-23
3	42	40	81	77	-5
4	36	42	69	81	17
5	46	34	88	65	-26
6	42	30	81	58	-29
8	42	28	81	54	-33
9	46	30	88	58	-35
10	46	46	88	88	0
11	48	28	92	54	-42
12	46	36	88	69	-22
13	46	24	88	46	-48
14	38	28	73	54	-26
15	35	34	67	65	-3
16	42	46	81	88	10
17	40	24	77	46	-40
18	42	34	81	65	-19
19	46	30	88	58	-35
20	40	30	77	58	-25
21	34	19	65	37	-44
22	46	24	88	46	-48
23	52	34	100	65	-35
24	42	46	81	88	10
25	44	40	85	77	-9
26	36	6	69	12	-83
Assistente	48	46	92	88	-4

Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento

Ficha de avaliação

Na análise dos resultados, foram comparadas as respostas dos dois turnos ao pré-teste e entre o pré-teste e o pós-teste realizados pelo segundo turno.

A primeira questão procurou avaliar a noção de que o estudo das zonas de vertente é útil para o planeamento ao nível do ordenamento do território (Figura 13, p. 69). Verificou-se que existe uma diferença percentual de 15 pontos entre as respostas do segundo (2º T) e do primeiro turno (1º T) aos itens “concordo totalmente” (CT) e “concordo” (C), correspondentes a 7 e 5 e 6 e 8 alunos respetivamente, o que não parece considerável, e um aumento de 25 pontos percentuais no item CT, do pós-teste em relação ao pré-teste (Figura 23), de 7 para 10 alunos. Não existiram respostas nos itens “discordo” (D) e “discordo totalmente” (DT) (Figura 23).

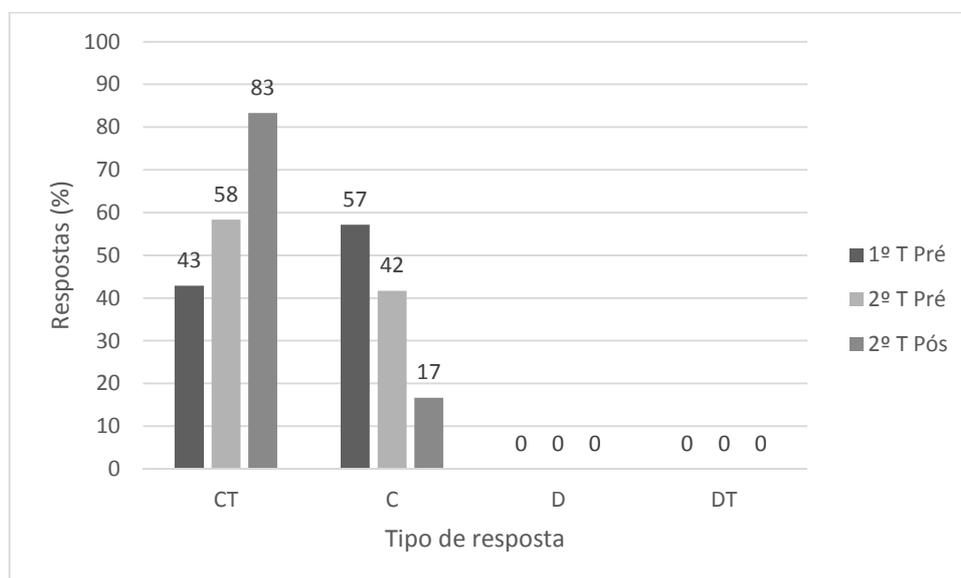


Figura 23 – Respostas à primeira questão da ficha de avaliação de Geologia.
CT=Concordo Totalmente; C=Concordo; D=Discordo; DT=Discordo Totalmente.

Na segunda questão, para aferir as perceções dos alunos de se as zonas de vertente podem constituir um perigo para as populações (Figura 13, p. 69), existe uma diferença entre os

dois turnos nas respostas do pré-teste aos itens CT (39%, equivalentes a 5 alunos do 1ºT e 9 do 2ºT) e C (32%, equivalente a 8 alunos do 1ºT e 3 do 2ºT). Em relação à diferença pré-teste/pós-teste do segundo turno, esta cifra-se nos 25%. De destacar que um aluno do primeiro turno posicionou a sua opinião como “discordo” (Figura 24).

Em relação ao tipo de processo geológico mais comum em zonas de vertente, a maioria dos alunos apontaram para o item “Movimentos em Massa” (MM), com uma preponderância maior no segundo turno, que escolhe esse item a 100% no pós-teste (Figura 25). No pré-teste, 21% (3) dos alunos do primeiro turno e 8% (1) do segundo optaram pelo item “Sismos” (S).

A resposta à questão 1 do Grupo II (Figura 13, p. 70) exigiu a análise de uma pequena figura, ilustrando um exemplo de ocorrência de erosão hídrica em quatro possíveis situações, tendo os alunos que escolher a situação onde seria mais provável a ocorrência desse tipo de processo. Os alunos responderam corretamente à questão, optando pela opção D, com a exceção de um aluno em cada um dos turnos no pré-teste. No pós-teste, no segundo turno, a resposta dada por esse aluno já foi a correta (Figura 26).

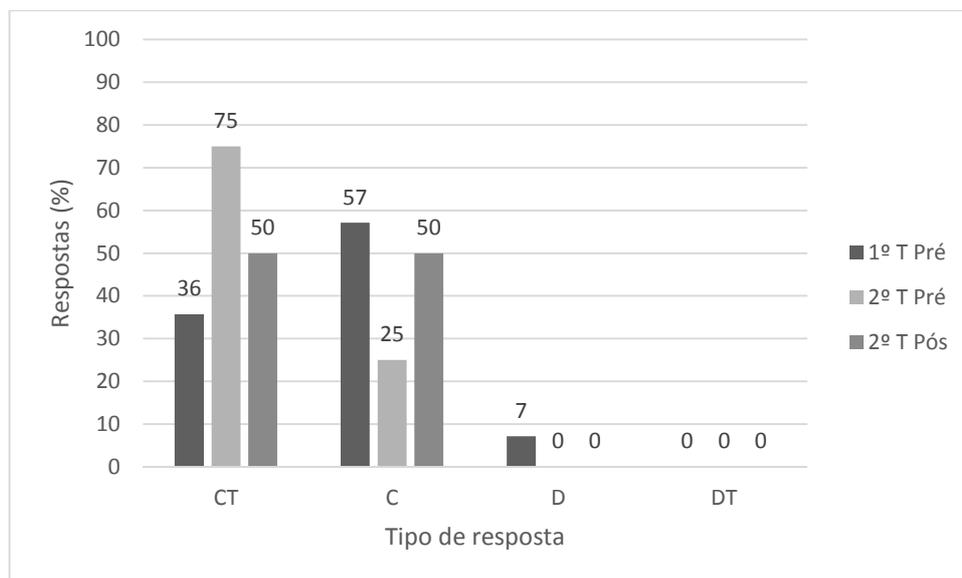


Figura 24 - Respostas à segunda questão da ficha de avaliação de Geologia.
 CT=Concordo Totalmente; C=Concordo; D=Discordo; DT=Discordo Totalmente.

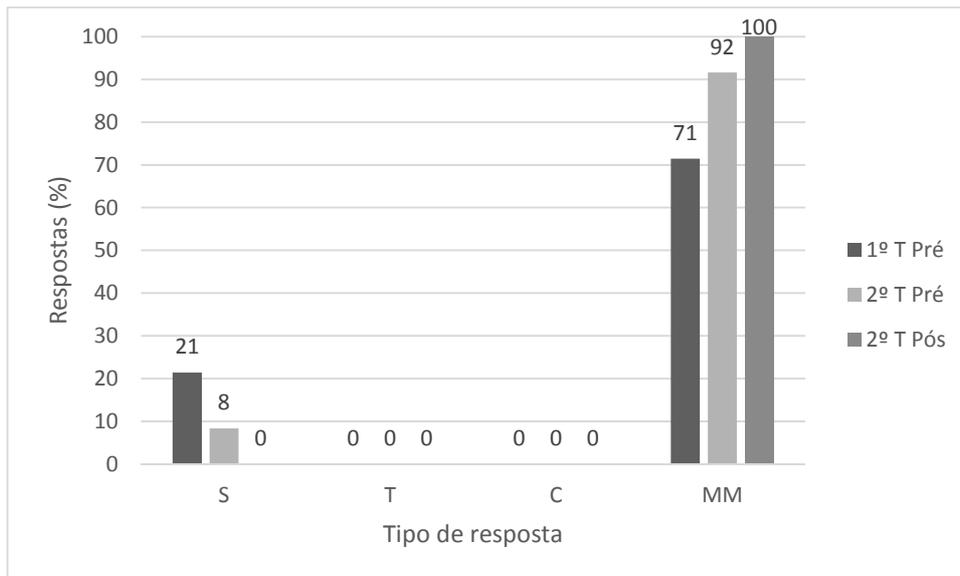


Figura 25 – Respostas relativamente ao que é mais comum ocorrer em zonas de vertente (questão 3 do Grupo I). S=Sismos; T=Tsunamis; C=Cheias; MM=Movimentos em Massa.

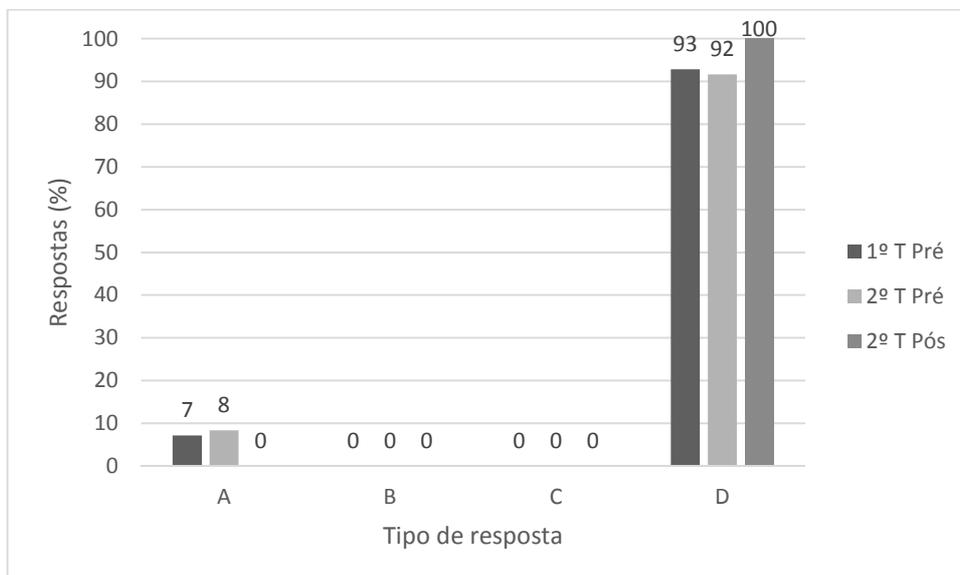


Figura 26 – Respostas dos alunos à questão 1 do Grupo II. A=Bosque; B=Herbáceas; C=Milho; D=Sem cobertura vegetal.

Relativamente ao fator que influenciava, no exemplo, a maior ou menor probabilidade de ocorrência de um processo de erosão hídrica (Figura 13, p. 70), as respostas foram diversas e dispersas, dividindo-se pelas três possibilidades resultantes da análise das

respostas dos alunos: “sem cobertura vegetal” (SCV), “precipitação” (P) e “tipo de cobertura vegetal” (CV). Assim, no pré-teste, o número de alunos que indicou CV como o parâmetro foi semelhante no primeiro e no segundo turno; o fator precipitação foi escolhido por 50% (7) dos alunos do primeiro turno e por 25% (3) do segundo; e 42% (5) dos alunos do segundo turno respondeu SCV para 14% (2) do primeiro. No pós-teste realizado pelo segundo turno, a opção CV, representante do tipo de cobertura vegetal, torna-se a opção majoritária, com 58% de respostas, equivalentes a 7 alunos (Figura 27).

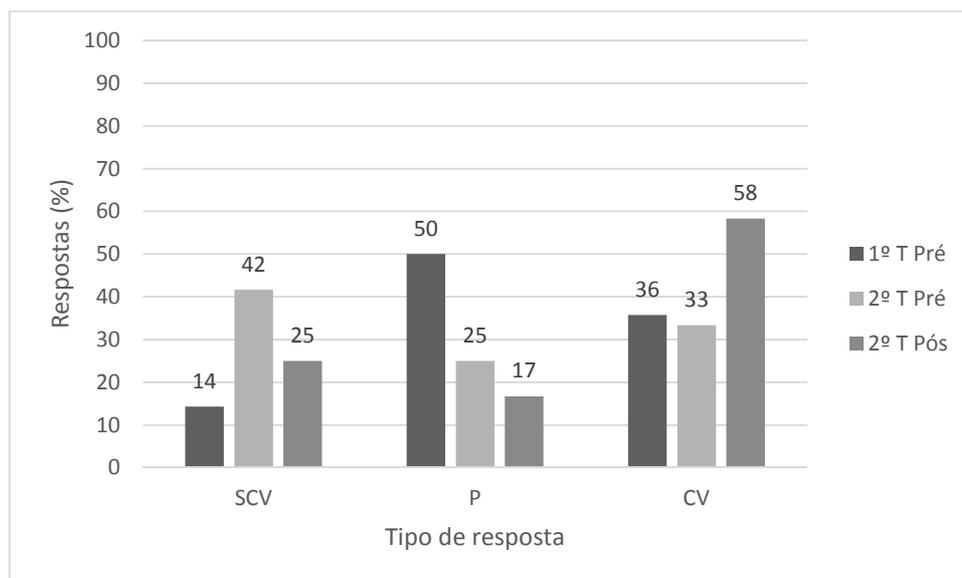


Figura 27 – Respostas dos alunos à questão 2 do Grupo II. SCV=Sem Cobertura Vegetal; P=Precipitação; CV=Cobertura Vegetal.

Na questão 3 do Grupo II (Figura 13, p. 70), o item escolhido em qualquer das situações foi “vertentes muito inclinadas” (VMI) (Figura 28). Dois alunos do primeiro turno optaram, no pré-teste, por responder “vertentes pouco inclinadas” (VPI) e “planícies” (PI), enquanto no segundo turno, no pré-teste, um aluno indicou “planaltos” (PL) e, no pós-teste, existiu uma escolha do item “planícies”.

A questão 4 do Grupo II (Figura 13, p. 71) é respeitante à velocidade que caracteriza os movimentos em massa, não existindo diferenças merecedoras de referência nas comparações em análise (Figura 29). A maior parte dos alunos indicou a velocidade dos movimentos em massa como sendo rápida, tendo existido uma resposta diferente no segundo turno, entre o pré-teste e o pós-teste.

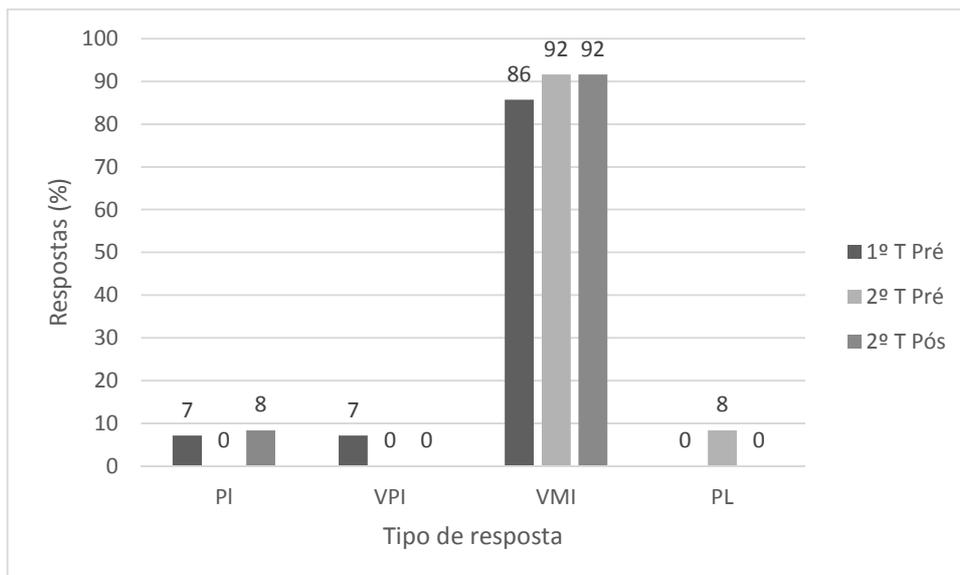


Figura 28 – Respostas à questão sobre em que local ocorrem mais facilmente movimentos em massa. PI=Planícies; VPI=Vertentes Pouco Inclinadas; VMI=Vertentes Muito Inclinadas; PL=Planaltos.

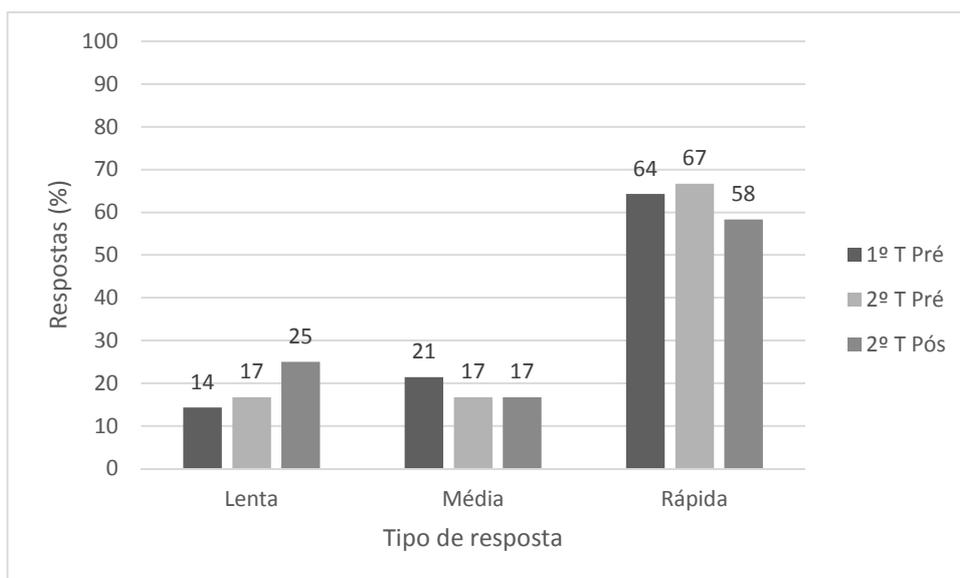


Figura 29 – Respostas sobre a percepção da velocidade de movimentos em massa.

Quanto à questão 5, de resposta “sim” (S), “não” (N) ou “não sei” (NS) sobre o facto de uma série de fatores serem desencadeantes de movimentos em massa (Figura 13, p. 71), e comparando os resultados dos pré-testes de ambos os turnos (Figura 30), não parece existir uma diferença ao nível das conceções iniciais nos dois turnos. No entanto, existem fatores que suscitaram mais dúvidas quanto à sua natureza desencadeadora nos

movimentos em massa, em ambos os turnos: incêndios, ventos fortes e variações de temperatura, sendo este último o que mais dúvidas levantou enquanto fator influenciador.

As diferenças ao nível das respostas para a mesma questão da Figura 30, mas entre o pré e o pós-teste realizado pelo segundo turno do 11º 1, são indicadas na Figura 31. Apenas os itens “construções humanas”, “precipitação elevada” e “sismos” demonstraram uma maior percepção em relação ao seu papel desencadeador nos movimentos em massa. Fatores como “desflorestação”, “incêndios” e “variações de temperatura” mantêm o mesmo número de respostas “sim” do pré para o pós-teste, com o item “ventos fortes” a registar uma resposta “sim” a menos. Nestes casos, há uma ligeira variação do número de respostas “não” ou “não sei”.

No que concerne ao conhecimento que os alunos têm da existência ou não de processos geológicos do tipo movimentos em massa na sua própria cidade (Figura 13, p. 71), a análise dos resultados mostrou que essa percepção é maior nos alunos do segundo turno, em relação aos do primeiro turno, tendo em conta as respostas dadas no pré-teste. No pós-teste, a afirmação do conhecimento é 100% (Figura 32).

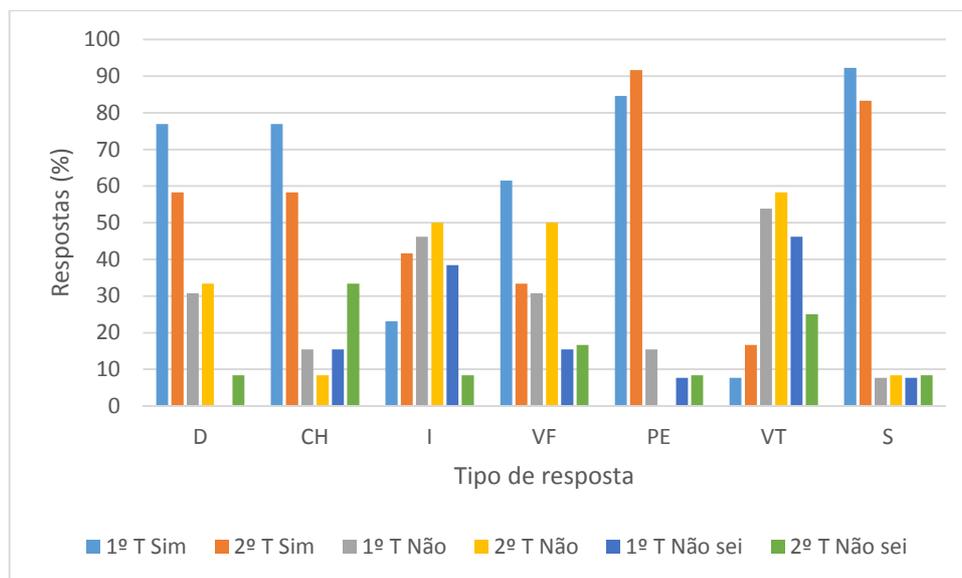


Figura 30 – Resultados do pré-teste para a questão 5 do Grupo II, nos dois turnos.

D=Desflorestação; CH=Construções humanas; I=Incêndios; VF=Ventos fortes;
PE=Precipitação elevada; VT=Variações de temperatura; S=Sismos.

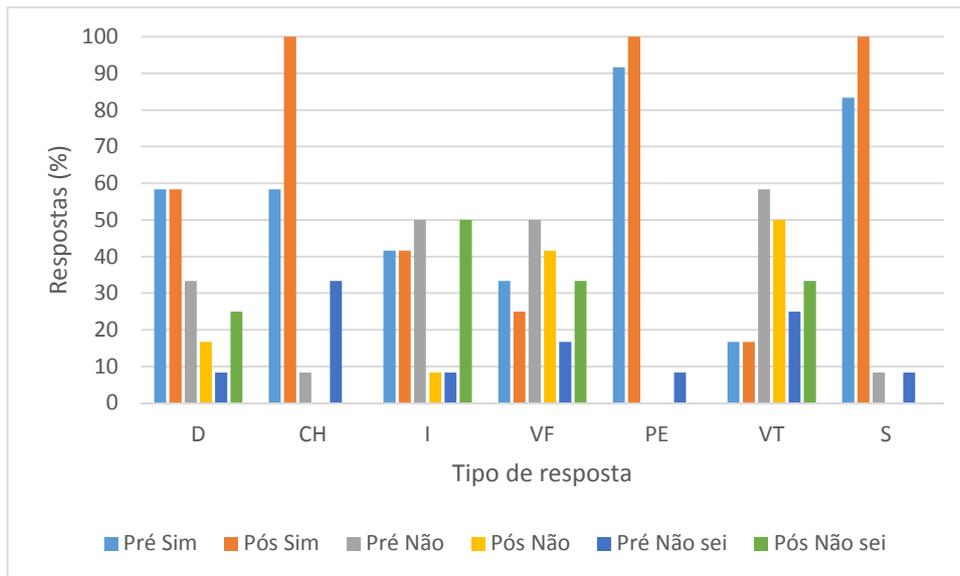


Figura 31 – Comparação das respostas à questão 5 do Grupo II para o pré e pós-teste do segundo turno. D=Desflorestação; CH=Construções humanas; I=Incêndios; VF=Ventos fortes; PE=Precipitação elevada; VT=Variações de temperatura; S=Sismos.

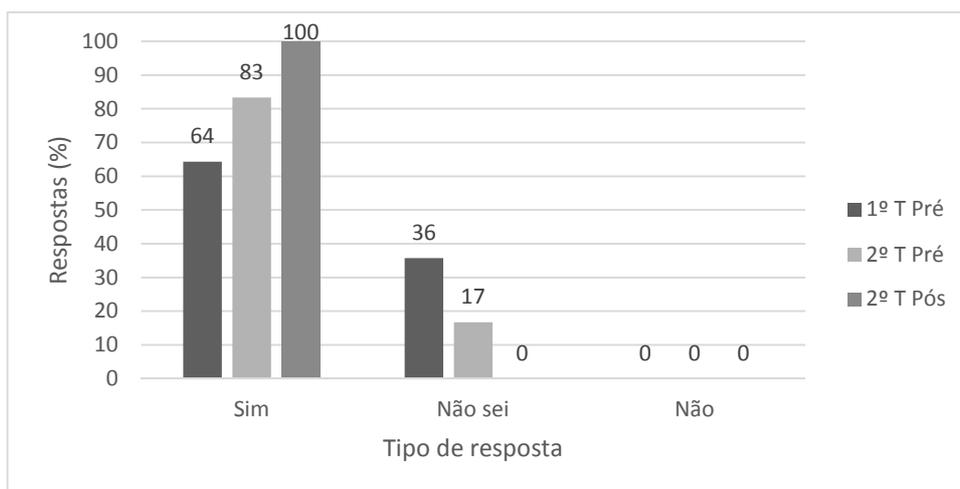


Figura 32 – Respostas à questão 6 do Grupo II, acerca da percepção da existência de movimentos em massa na cidade de Coimbra.

Provas de avaliação sumativa interna

Os alunos sentiram mais dificuldades no Grupo da prova de maio (Figura 15, p. 74) do que no Grupo da prova de março (Figura 16, p. 76), como se pode observar através dos dados da Tabela 4. Na prova de maio, existiram cinco alunos com classificações inferiores

a 50% e, excetuando dois casos, todos os alunos obtiveram classificações mais baixas em relação à prova de março.

Tabela 4 – Cotações, e respetiva percentagem em função da cotação total, dos alunos nos grupos de Geologia elaborados para as provas de avaliação sumativa interna.

Número	março 2013		maio 2013	
	III (50 pts)	III (%)	I (48 pts)	I (%)
1	35	70	12	25
2	44	88	32	67
3	46	92	15	31
4	48	96	38	79
5	48	96	41	85
6	40	80	21	44
8	42	84	30	63
9	46	92	34	71
10	46	92	40	83
11	40	80	32	67
12	46	92	18	38
13	40	80	18	38
14	43	86	34	71
15	40	80	36	75
16	44	88	24	50
17	34	68	27	56
18	40	80	41	85
19	40	80	44	92
20	38	76	27	56
21	42	84	34	71
22	40	80	36	75
23	44	88	35	73
24	48	96	27	56
25	46	92	24	50
26	44	88	30	63
Assistente			38	79

5. Discussão e Conclusão

Embora não tenha sido efetuado um estudo comparativo, as metodologias e estratégias utilizadas tiveram influência nos resultados positivos dos alunos, tendo contribuído para uma melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Em especial, houve um efeito objetivo da prestação do Professor Estagiário na relação estabelecida com os alunos, através de uma postura afetiva mas sem descurar o estabelecimento de um conjunto de regras disciplinares básicas.

A utilização de atividades práticas, como a resolução de fichas de trabalho, teve também parte na evolução da aprendizagem dos alunos, inserida num contexto de avaliação formativa, com *feedback* para o Professor Estagiário e para os alunos, recorrendo ao papel da escrita na estruturação do conhecimento. O uso de apresentações de diapositivos em PowerPoint™ foi outra estratégia contributiva para os resultados finais. Construídas para um ensino mais explorativo, foram um suporte de trabalho para o Professor Estagiário, durante o decorrer das aulas, e para os alunos, como método auxiliar de estudo (através da sua colocação na plataforma Moodle). A utilização deste recurso promoveu ainda um aumento da atenção dos alunos durante as aulas, principalmente se os diapositivos contivessem a descrição dos conceitos que estavam a ser discutidos e lecionados.

De um modo geral, os alunos não levam a sério o preenchimento de fichas de avaliação com função diagnóstica, não compreendendo o valor que podem ter para a sua educação. Isto é facilmente observável porque, apesar da indicação de que a tarefa não conta para efeitos avaliativos sumativos, há alunos que não respondem a todos os itens bem como tiram dúvidas uns com os outros, não estando em causa o seu próprio conhecimento mas antes a avaliação que outrem dele fará. Por isso, é comum os alunos terem um pior desempenho numa qualquer avaliação realizada após um pré-teste, ou seja, após uma ficha de avaliação com função diagnóstica (Grant, 2008). Assim sendo, que hipóteses plausíveis para uma causalidade podem ser colocadas perante esta confusão? Ou de que forma é que se pode incluir ou medir, na investigação educacional, parâmetros relacionados com o que se passa na cabeça e vida dos alunos, algo tão volátil? (Grant, 2008).

Biologia – Mecanismos de evolução

Ficha de avaliação

Antes de se analisar as respostas às afirmações do Grupo II, saliente-se a mudança de consciencialização em relação ao tema da evolução que os alunos demonstram, através de um maior número de “sim” (14 alunos no pós-teste e apenas 2 no pré) em favor do número de respostas “não” e “não sei”. Embora este comportamento possa não ser indicativo de acerto nos resultados do pós-teste ou em provas de avaliação, revelou, pelo menos, um maior interesse por esta temática.

Na comparação de resultados entre pré e pós-teste, existiu um efeito globalmente positivo na aprendizagem do subtema Mecanismos de evolução. O decréscimo do número de respostas corretas nalgumas questões poderá dever-se à dificuldade de utilização de uma linguagem científica correta (o Homem não descende dos macacos, antes possui um ancestral comum aos primatas) ou de perceções apenas parciais (quando mal analisada, a árvore evolutiva de Darwin pode dar a ideia de uma evolução linear em vários momentos). É igualmente relevante a mudança conceptual de que o Darwinismo não foi a primeira teoria evolucionista a ser proposta e de que a evolução envolve adaptações dos indivíduos ao meio-ambiente, bem como a perceção inicial de que a evolução não é algo que aconteceu apenas no passado.

É sobejamente conhecida a propensão norte-americana de, nalguns estados, ser praticamente abolida toda e qualquer referência a evolução, embora mais restrita aos estados interiores e a zonas maioritariamente rurais, com uma grande penetração religiosa. O caso utilizado, de Chicago, no estado de Illinois, mostra um grau de conhecimento semelhante ao existente nos alunos portugueses, embora com reservas dado o baixo número de alunos envolvidos de um lado e do outro. A diferença mais contrastante diz respeito à afirmação de que a evolução é apenas uma teoria, que quase se assemelha a dizer-se que a evolução é uma opinião ou que não passa de mera especulação. Na realidade, o correto é dizer-se que a evolução é um facto inferido, resultante da enorme quantidade de evidências que o suportam, ou mesmo que a evolução

é, objetivamente, uma teoria e um facto, algo que parece estar relativamente cimentado nos alunos portugueses.

Por fim, em termos da comparação entre sexos, houve uma ligeira prevalência do sexo feminino em relação ao masculino. Existem, atualmente, correntes de pensamento que afirmam que rapazes e raparigas não aprendem da mesma forma (Norfleet James, 2007; 2009) e que, por esse facto, deveria ser criada uma educação diferenciada, existindo escolas privadas, inclusive em Portugal, onde isso sucede. Se tal é proveitoso ou se a este nível há diferenças consideráveis na construção de conceitos que tornem isso uma realidade necessária, é algo que ainda não está suficientemente aprofundado na literatura e que carece de mais evidências (Harker, 2000; Cherney & Campbell, 2011; Salomone, 2013).

Importa ainda referir o facto de as afirmações seleccionadas terem sido todas falsas. Embora esta seleção não tenha sido propositada, o certo é que deixou um caminho para alguns estudos e reflexões que podem ser necessários em termos de construção de itens de verdadeiro/falso. As indicações do Ministério são de que, na construção deste tipo de itens, deve-se escolher igual número de questões verdadeiras e falsas. A própria literatura não é clara nesse ponto, focando-se mais na questão de como minimizar a sorte resultante das respostas a essas questões (Burton, 2001). De observações efetuadas, aquando da correção das provas sumativas, e reflexões, os alunos, quando colocados perante algo que não seja uma distribuição equitativa de verdadeiros e falsos, colocam em causa o seu próprio conhecimento bem como o discernimento do professor na elaboração da questão. Durante uma prova de avaliação, e ao chamar-me para esclarecer uma dúvida, um aluno afirmou, perante um determinado número de respostas que sabia estarem certas, que, então, das duas que lhe faltava responder, uma teria que ser verdadeira e outra falsa.

Serão, então, estas convenções realmente benéficas para a construção de conhecimentos ou ter-se-ão tornado mais uma (falsa) ajuda para os alunos?

Prova de avaliação sumativa interna

Os resultados obtidos na prova de avaliação confirmam que os processos de ensino e aprendizagem foram bem-sucedidos na sua globalidade, indicando ainda uma apetência

dos alunos para o tema da evolução. Nos dois grupos da prova de fevereiro de 2013 (Figura 12), apenas cerca de 10% das classificações totais foram inferiores a 50%.

A variação de classificações para os dois grupos, negativa em 85% dos alunos, pode dever-se à incapacidade, constatada ao longo do ano, de analisar em profundidade texto e figuras, algo que talvez ainda seja uma dificuldade cognitiva nesta idade, e que era essencial para a resposta a algumas das questões do Grupo III.

Geologia – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento

Ficha de avaliação

A parte de Geologia terá sido a mais contrastante em termos gerais. Se, por um lado, os resultados foram bastante positivos, quer nas provas de avaliação sumativa quer na participação no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas, por outro lado foi notória uma desvalorização dos alunos em relação à temática do ordenamento do território e dos problemas que daí possam advir.

No que concerne à ficha de avaliação, as respostas às primeira e segunda questões vão ao encontro do também obtido por Lateh e Ahmad (2011), no sentido de que a maioria dos alunos está ciente da importância do estudo das zonas de vertente para efeitos de ordenamento do território e do perigo da instalação ou existência de aglomerados populacionais em zonas de vertente, seja na base ou no topo. O facto de as respostas se dividirem por CT e C não retirou qualquer valor à assertividade positiva dos alunos em relação à questão.

Ficou também patente a noção de que os alunos associam movimentos em massa a zonas de vertente, classificando-os como o processo geológico de ocorrência mais comum nesses locais, voltando a confirmar essa resposta mais à frente quando a questão foi colocada de forma inversa. Nessa mesma questão, a número 3 do Grupo II, o facto de o segundo turno não obter 100% de respostas “vertentes muito inclinadas” mostrou a pouca seriedade que, por vezes, os alunos demonstram a resolver estas fichas, dado que o aluno

do segundo turno que respondeu “planícies” copiou a resposta pela aluna do primeiro turno que estava sentada à sua frente na sala de aula.

As respostas às duas primeiras perguntas do Grupo II mostraram, de forma inequívoca, que os alunos têm dificuldades na interpretação indireta de imagens, isto é, em extrapolar informação para além daquela que é fornecida diretamente. Se na resposta à primeira questão as percentagens de respostas corretas foram superiores a 90%, na segunda questão, que exigia uma conjugação dos vários elementos da imagem, as respostas dos alunos dividiram-se pelas várias possibilidades, embora o segundo turno, no pós-teste, tenha optado maioritariamente pela opção correta. Tal facto ocorreu também nas provas de avaliação sumativa, como se pode verificar nos resultados obtidos para o Grupo III da prova de fevereiro de 2013 (Tabela 4), um grupo cujas imagens que acompanhavam o texto exigiam uma atenção redobrada e uma interpretação aprofundada dos seus elementos. Por outro lado, durante a realização à parte das provas de avaliação pela aluna assistente, mais velha que a média de idades da turma, verificou-se que esta aluna dedicou a mesma atenção às imagens e ao texto, começando a responder depois de ter interpretado tudo corretamente. Uma possível explicação pode estar relacionada com o grau de autonomia pelos alunos, algo mais difícil de contornar pelo professor em turmas maiores.

Apesar da velocidade de um movimento em massa depender de vários fatores, os mais influentes são a altura e a inclinação. Assim, quanto mais inclinada e alta for a vertente, maior será a velocidade do processo geológico. As respostas dos alunos coincidiram com as determinadas por Lateh e Ahmad (2011), com cerca de 60% a responder que os movimentos em massa apresentam velocidades elevadas.

No que diz respeito aos fatores desencadeantes, os dados recolhidos confirmaram as evidências de Lateh e Ahmad (2011). Os fatores mais indicados com “sim” são os mais inequívocos e fáceis de ligar a zonas de vertente e movimentos em massa, como desflorestação, construções humanas, precipitação elevada e sismos, sempre com percentagens médias de 60%. As diferenças detetadas entre os dois turnos para alguns dos fatores, numa comparação relativa ao pré-teste, poderão dever-se a uma predominância relativa do primeiro turno em relação ao segundo. Por outro lado, as especificidades da linguagem, relativamente aos fatores relacionados com movimentos em massa e à relação entre fatores desencadeantes e condicionantes são difíceis de entender pelos alunos. Os alunos têm tendência demonstrada para dividir entre fatores humanos e não humanos, em que os humanos correspondem aos desencadeadores, o que

talvez possa explicar porque o fator “variações de temperatura” foi o que menos respostas “sim” obteve.

O conhecimento da ocorrência de movimentos em massa é mais discutível. A análise dos resultados para o primeiro turno mostrou uma percentagem de 64-36 (“sim”-“não sei”) para a questão “Já houve algum movimento em massa em Coimbra?”, sendo um pouco superior no pré-teste do segundo turno, o que poderá ter sido devido a uma conversa informativa prévia para indagar da vontade dos alunos em participarem no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas. Talvez mesmo numa sociedade de informação, como aquela em que vivemos, haja um desconhecimento ou desinteresse em relação a determinados conteúdos que por, na região urbana de Coimbra, não causarem avultados danos financeiros ou pessoais com frequência, são menos discutidos.

O fator diferencial nas respostas relativas aos pré e pós-testes foi a participação do segundo turno da turma no congresso, com um trabalho sobre zonas de vertente e movimentos em massa, que envolveu uma aula de campo em três locais da cidade de Coimbra, para observação *in loco* do resultado deste tipo de processos geológicos. Apenas na questão 5 do Grupo II essa diferença tenha ficado aquém das expectativas, embora, a título de exemplo, os 100% de respostas ao item “construções humanas” no pós-teste se deva a um dos locais estudados, o que contribuiu para a consolidação de um conceito abstrato.

Provas de avaliação sumativa interna

Também em Geologia se pode concluir que as classificações da prova de avaliação confirmam o bom resultado dos processos de ensino e aprendizagem aplicados.

A diferença entre os resultados da avaliação sumativa interna de março e maio (Figuras 15 e 16, respetivamente) deve-se a um maior controlo nas ajudas dadas durante a prova, que existem sempre, e ainda à existência de uma questão de ordenação ao invés de um item de verdadeiro/falso. As questões de ordenação são, entre as de seleção, as que colocam maiores dificuldades aos alunos, dado que numa sequência de cinco letras, correspondentes a frases, a sequência tem que estar totalmente correta para ser cotada, enquanto nos itens de verdadeiro/falso, a cotação é bastante mais permissiva a erros,

sendo necessário que, por exemplo, um aluno erre duas afirmações para a cotação passar de 10 para 8 pontos, o que torna estes itens pouco avaliadores do conhecimento real do aluno.

É ainda de salientar que existe também uma grande dificuldade na interpretação das questões de resposta restrita, que normalmente encerram um grupo de avaliação. Poucos alunos, ao longo das correções efetuadas, tiveram a cotação máxima nesses itens, o que poderá ser devido à faixa etária da população estudantil. Um caso específico é a pergunta 7 do Grupo III da prova de março, onde, apesar de parte da resposta estar no texto constante do grupo, existiram dúvidas na interpretação do que era pretendido.

6. Considerações finais

A Educação sempre foi um campo pródigo em alterações, tendo-se verificado nas últimas décadas o desenvolvimento de inúmeras linhas em investigação educacional. No entanto, a instabilidade das políticas governativas, principalmente de índole educativa, tem tornado o papel do Professor cada vez mais complicado no espaço escolar, aumentando a carga de trabalho burocrático e diminuindo o número de horas disponíveis para a organização das aulas e formação ao longo da vida; este prejuízo sente-se ainda mais preparação que deve existir sempre, da parte do Professor, no sentido da relação com os seus alunos. Em toda esta polémica sobre o horário de um Professor, não se pode ignorar que, para além de toda a burocracia e preparação das aulas inerentes à função docente, o Professor deve também estar atualizado em termos gerais e científicos. Além disso, preparar aulas não é somente planificar, pensar em estratégias ou construir recursos, sendo necessário ter uma preparação mental e física para corresponder à exigência imposta diariamente por alunos com diferentes expectativas. Importa aqui acrescentar um estudo de Gasparini *et al.* (2005), que conclui que os Professores estão mais sujeitos a doenças do foro psiquiátrico, quando comparados com outros grupos, devido a condições de trabalho que geram uma sobrecarga das funções psicofisiológicas.

Fazer um estágio numa escola é, para um futuro Professor, uma experiência inteiramente nova. Olha-se em redor e recordam-se tempos idos com outros olhos, noutra posição, com responsabilidades acrescidas. Esta experiência veio confirmar o sentimento que tive há três anos, que é isto que quero fazer. É com prazer que penso que parte dos meus alunos de há três anos estarão a entrar na Universidade em setembro. A outra parte terminou este ano o 10º. Daqui a um ano, serão os meus alunos deste ano a entrarem noutra nível de ensino.

As considerações finais são o espaço por excelência onde se resumem os principais pontos anteriormente discutidos e onde se mostra um pouco mais daquilo que foi um ano letivo, daquilo que não cabe nas margens de uma estruturação de cariz científico. Este estágio permitiu-me evoluir nas áreas didática e pedagógica e desenvolver os princípios que orientarão a minha futura prática letiva, como por exemplo a construção de apresentações de diapositivos adequadas a um estilo de ensino que se pretende mais dialogado que expositivo, dando oportunidade aos alunos para fabricarem o seu próprio conhecimento,

incentivando-os a terem uma participação ativa no todo que constitui os processos de ensino e aprendizagem e a fomentarem a sua própria literacia científica, cimentando-se cada vez mais como cidadãos.

Através de pequenas experiências que foram as aplicações das fichas de avaliação, foi possível formular questões que poderão ser relevantes em termos futuros, caso queira constituir-me enquanto professor-investigador e dar o pequeno contributo para colmatar aquela que penso ser a falha de todo o processo de investigação educacional: como poder controlar o que vai na mente e na vida do aluno, para além das minhas próprias, e conseguir conduzir uma experiência de modo imparcial?

Da mesma forma, é importante referir que a diversidade de experiências a que os alunos podem ter acesso, com a coordenação do Professor, tem um contributo essencial no seu desenvolvimento cognitivo, podendo ajudá-los a colocar num plano real os conceitos aprendidos de forma teórica. Falo da experiência de levar os alunos ao VIII Congresso dos Jovens Geocientistas, não obstante a sua participação no ano letivo transato. A realização deste tipo de atividades não pode ser, contudo, efetuada à custa da planificação e do trabalho do próprio Professor, principalmente num ano de estágio. Por concretizar ficou a tentativa de inserir um SIG como mais uma ferramenta no ensino e aprendizagem de alguns temas de Geologia no ensino secundário. Esta ideia poderá ser concretizada no futuro, pretendendo que seja uma contribuição para novos processos de ensino e aprendizagem.

A participação no VIII Congresso dos Jovens Geocientistas permitiu-me também ter uma perspetiva sobre a aprendizagem cooperativa. Na minha opinião, a aprendizagem cooperativa é uma estratégia que já se faz, de um modo natural, quase desde sempre. O objetivo principal de colocar os alunos a trabalhar em grupo não é o de diminuir a carga de trabalho do Professor mas sim estimular as capacidades de interação e interajuda dos alunos, à medida que trabalham para uma finalidade comum. Todavia, o uso de uma estratégia como a aprendizagem cooperativa pressupõe uma mentalidade diferente daquela que se observa nos alunos, e na sociedade em geral. Os alunos, muitas vezes, não demonstram interesse pelo trabalho que está a ser desenvolvido, mesmo sabendo que podem melhorar os seus conhecimentos e capacidades, colocando o ónus do trabalho nos melhores alunos. Neste caso, poder-se-á considerar a aprendizagem cooperativa uma utopia. Utopia porque, a menos que haja uma mudança de mentalidade na sociedade e a

partir dos alunos mais novos, desde o 1º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico, a expectativa é que cenários semelhantes a este se repitam constantemente.

Um ano de estágio não se avalia somente pela planificação e respetiva consecução de estratégias e atividades. A minha própria avaliação tem que, forçosamente, passar por aquilo que aprendi, tal como os meus alunos. Pelo meu desempenho na sala de aula, em características como a firmeza, a empatia, a sensibilidade e a forma como consegui criar um ambiente propício à aprendizagem. Carol Ann Tomlinson, uma das maiores defensoras do ensino diferencial, referiu em 2008, numa entrevista ao site *Education Week*, que um professor eficaz deve gostar de si próprio. E explicou que quando alguém vê um propósito naquilo que faz, quando alguém gosta do que faz, quando alguém acorda de manhã pronto para fazer a diferença, quando alguém vê que há pessoas cujas vidas vão mudar pelo trabalho que desempenha, quando alguém tem tudo isto, torna-se uma pessoa mais completa. E um professor tem que se sentir assim na sala de aula, ter a coragem de experimentar estratégias novas e conseguir captar a atenção do maior número de alunos possível. Este é, talvez, o maior ensinamento que levo do estágio na escola, pelo exemplo que pude ver todos os dias, e igualmente uma das maiores dificuldades que espera qualquer Professor, a cada novo ano letivo.

Tudo começa pela disponibilidade que se demonstra. Tive, durante este ano, muitos dias em que saí da escola já de noite, por dar apoio a uma aluna. Dei aulas de revisões a outros alunos. Particpei em diversas atividades escolares e tentei, sempre que possível, dar sugestões que pudessem facilitar o trabalho efetuado.

Para mim, o ano de estágio foi muito mais além do que o que está aqui escrito. E o trabalho realizado, esse, irá comigo para a próxima escola que me acolher, para a próxima sala de aula em que entrar, para os alunos que nela se sentarem e a quem eu tentarei transmitir o meu conhecimento da forma que fui ensinado e que for aprendendo.

7. Referências bibliográficas

- Alexander, R.J. (2008). *Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk*. Cambridge, UK: Dialogos.
- Allal, L. (1986). Estratégias de avaliação formativa: concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação. In L. Allal, J. Cardinet & P. Perrenoud (Eds.). *A Avaliação Formativa num Ensino Diferenciado*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Alves, N., Centeno, M. & Novo, Á. (2010). O investimento em educação em Portugal: retornos e heterogeneidade. *Boletim Económico*, 16, 9-39.
- Amado, A. (1997). Contributos para uma discussão sobre o litoral. In *Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*. Porto: Associação Eurocoast-Portugal.
- Bednarz, S.W. & Schee, J.V.D. (2006). Europe and the United States: the implementation of geographic information systems in secondary education in two contexts. *Technology, Pedagogy and Education*, 15(2), 191-205.
- Berner, E.K. & Berner R.A. (2012). *Global Environment: Water, Air, and Geochemical Cycles*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Berra, T.M. (2008). *Charles Darwin - The Concise Story of an Extraordinary Man*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Black, P. & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Black, P. & Wiliam, D. (2011). The reliability of assessments. In J. Gardner (Ed.). *Assessment and Learning*. London: SAGE Publications Limited.
- Bluestone, C. (2000). Feature films as a teaching tool. *College Teaching*, 48(4), 141-146.
- Brum Ferreira, A. (1993). Geomorfologia e ambiente, contributo metodológico. *Estudos de Geografia Física e Ambiente: Linha de Acção de Geografia Física*, 32.
- Burkhardt, Jr., R.W. (1995). *The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology*. Cambridge, USA: Harvard University Press.

- Burton, R.F. (2001). Quantifying the effects of chance in multiple choice and true/false tests: question selection and guessing of answers. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 26(1), 41-50.
- Carvalho, G.S.D. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. In F. Azevedo & M.G. Sardinha (Coords.). *Modelos e Práticas em Literacia*. Lisboa: Lidel.
- Champoux, J.E. (1999). Film as a teaching resource. *Journal of Management Inquiry*, 8(2), 206-217.
- Charlier, R.H. & De Meyer, C.P. (1998). *Coastal Erosion – Response and Management*. Berlin: Springer-Verlag.
- Cherney, I.D. & Campbell, K.L. (2011). A league of their own: do single-sex schools increase girls' participation in the physical sciences? *Sex roles*, 65(9-10), 712-724.
- Cohen, J.E. (2003). Human population: the next half century. *Science*, 302(5648), 1172-1175.
- Colby, B.R. (1963). Fluvial sediments – a summary of source, transportation, deposition, and measurement of sediment discharge. In *Contributions to General Geology, Geological Survey Bulletin 1181*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Cortesão, L. (2002). Formas de ensinar, formas de avaliar: breve análise de práticas correntes de avaliação. In P. Abrantes & F. Araújo (Coords). *Avaliação das Aprendizagens - das Concepções às Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Básico.
- Craig, R.J. & Amernic, J.H. (2006). PowerPoint presentation technology and the dynamics of teaching. *Innovative Higher Education*, 31, 147-160.
- Curtis, D.H., Hewes, C.M. & Lossau, M.J. (1999). Map-IT! A web-based GIS tool for watershed science education. Annual Meeting of the Environmental Systems Research Institute, San Diego, USA.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.
- Demastes, S.S., Good, R.G. & Peebles, P. (1996). Patterns of conceptual change in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407-431.

DES-ME - Departamento do Ensino Secundário - Ministério da Educação (2001). Programa de Biologia e Geologia, 10º ou 11º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias.

DES-ME - Departamento do Ensino Secundário - Ministério da Educação (2003). Programa de Biologia e Geologia, 11º ou 12º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias.

Dias, P. (2009). Estratégias de estudo de alunos dos 5º e 7º anos e resultados em ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 22(1), 29-69.

Dias, P. (2011). Uma abordagem microssociológica de sala de aula, no âmbito da aprendizagem das ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 24(2), 35-71.

Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (2010). *Elaboração do nível estratégico da REN - propostas de orientações estratégicas de âmbito nacional para as tipologias de áreas integradas em REN*. Lisboa: Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Dourado, L. (2001). Trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE) no ensino das ciências - contributo para uma clarificação de termos. In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.

Earl, L.M. (2003). *Assessment as Learning: Using Classroom Assessment to Maximize Student Learning*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.

Ebifegha, M. (2011). *The Darwinian Delusion - The Scientific Myth of Evolutionism*. Bloomington, USA: AuthorHouse.

Fay, L., Akin, M. & Shi, X. (2012). *Cost-Effective and Sustainable Road Slope Stabilization and Erosion Control*. Washington D.C.: Transportation Research Board.

Fryirs, K.A. & Breirley, G.J. (2013). *Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.

Futuyma, D.J. (1998). *Evolutionary Biology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.

- Gaitas, S. & Silva, J.C. (2010). “Bons professores” e “boas práticas pedagógicas”: a visão de professores e alunos dos 2º e 3º ciclos. Actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia. Universidade do Minho.
- Garside, C. (1996). Look who's talking: a comparison of lecture and group discussion teaching strategies in developing critical thinking skills. *Communication Education*, 45(3), 212-227.
- Gasparini, S.M., Barreto, S.M. & Assunção, A.A. (2005). O professor, as condições de trabalho e os efeitos sobre sua saúde. *Educação e Pesquisa*, 31(2), 189-199.
- Gibson, J.P. & Gibson, T.R. (2009). *Natural Selection (Science Foundations)*. New York: Chelsea House Publishers.
- Gomes, F.V. (2007). A gestão da zona costeira portuguesa. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 7(2), 83-95.
- Good, T.L. (1979). Teacher effectiveness in the elementary school. *Journal of Teacher Education*, 30(2), 52-64.
- Graham, S. & Perin, D. (2007). Writing next: effective strategies to improve writing of adolescents in middle and high schools. A Report to Carnegie Corporation of New York. Alliance for Excellent Education.
- Grant, B.W. (2008). Practitioner research as a way of knowing: a case study of teacher learning in improving undergraduates’ concept acquisition of evolution by natural selection. Contracted Paper from the National Research Council Board On Science Education. Workshop “Linking Evidence and Promising Practices in STEM Undergraduate Education” at the National Academies, Washington, DC.
- Hampton, S. (2010). Darwin's argument and three problems: heritability, sexual selection and altruism. In *Essential Evolutionary Psychology*. London: SAGE Publications Ltd.
- Harker, R. (2000). Achievement, gender and the single-sex/coed debate. *British Journal of Sociology of Education*, 21(2), 203-218.
- Harlen, W. (2006). On the relationship between assessment for formative and summative purposes. In J. Gardner (Ed.). *Assessment and Learning*. London: SAGE Publications Limited.

- Harlen, W. (2011). On the relationship between assessment for formative and summative purposes. In J. Gardner (Ed.). *Assessment and Learning*. London: SAGE Publications Limited.
- Harlen, W. & James, M. (1997). Assessment and learning: differences and relationships between formative and summative assessment. *Assessment in Education*, 4(3), 365-379.
- Hirsch Jr, E.D. (1998). Reality's revenge: research and ideology. *Arts Education Policy Review*, 99(4), 3-15.
- Holzl, J. (1997). Twelve tips for effective PowerPoint presentations for the technologically challenged. *Medical Teacher*, 19(3), 175-179.
- Honeywill, R. (2008). *Lamarck's Evolution: Two Centuries of Genius and Jealousy*. St Leonards, Australia: Murdoch Books.
- Instituto de Inovação Educacional (1994). *Pensar Avaliação, Melhorar a Aprendizagem*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67-73.
- Killen, R. (2006). *Effective Teaching Strategies: Lessons from Research and Practice*. South Melbourne: Thomson Social Science Press.
- Kreber, C. (2001). Learning experientially through case studies? A conceptual analysis. *Teaching in Higher Education*, 6(2), 217-228.
- Lateh, H. & Ahmad, J. (2011). Landslide issues in Penang, Malaysia: students' environmental knowledge, attitude and practice. *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, 7(4), 65-72.
- Lateh, H. & Muniandy, V. (2011). Technology integrated teaching in Malaysian schools: GIS, a SWOT analysis. *World Journal on Educational Technology*, 3(2), 64-74.
- Lee, E.M. & Jones, D.K.C. (2004). *Landslide Risk Assessment*. Slough, UK: Thomas Telford Ltd.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H.V. Caetano & M.G. Santos (Orgs.). *Cadernos*

Didáticos de Ciências. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário do Ministério de Educação.

Leite, C. (2002). Avaliação e Projectos Curriculares de Escola e/ou de Turma. In P. Abrantes & F. Araújo (Coords). *Avaliação das Aprendizagens - das Concepções às Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Básico.

Lennox, J. (2001). *Aristotle's Philosophy of Biology: Studies in the Origins of Life Science*. New York: Cambridge Press.

Marui, H. (1988). *FAO Watershed Management Field Manual – Landslide Prevention Measures*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Marzano, R.J. (2000). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.

Marzano, R.J., Pickering, D.J. & Pollock, J.E. (2001). *Classroom Instruction that Works: Research-Based Strategies for Increasing Student Achievement*. Alexandria, USA: Ascd.

Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press.

Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Washington DC: National Academy of Sciences.

Ministério da Educação, Decreto-Lei nº 50/2011, de 8 de abril. Diário da República, 1ª série – Nº 70.

Ministério da Educação, Despacho Normativo nº 1/2005, de 5 de janeiro. Diário da República – I, Série-B.

Miranda, G.L. (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Revista de Ciências da Educação*, (3), 41-50.

Monroe, J.S. & Wicander, R. (2005). *Essentials of Geology*. Pacific Grove, California, USA: Brooks/Cole.

Moore, J. & Moore, R. (2006). *Evolution 101 (Science 101)*. Westport, USA: Greenwood Press.

Mota, M. (2004). Os SIG na Escola. XVIII Encontro Nacional de Geografia, Braga, Portugal.

- Naves, F. & Firmino, T. (2009). *Portugal a Quente e Frio*. Alfragide, Portugal: Publicações Dom Quixote.
- Neo, M. (2005). Engaging students in group-based co-operative learning - A Malaysian perspective. *Journal of Educational Technology and Society*, 8(4), 220-232.
- Norfleet James, A.N. (2007). Gender differences and the teaching of mathematics. *Inquiry*, 12(1), 14-25.
- Norfleet James, A.N. (Ed.) (2009). *Teaching the Female Brain: How Girls Learn Math and Science*. Thousand Oaks, California: Corwin.
- Porter, D. (1999). *Health, Civilization, and the State: A History of Public Health from Ancient to Modern Times*. Oxon, United Kingdom: Routledge.
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. (2003). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman & Company.
- Rebelo, F. (2003). *Riscos Naturais e Acção Antrópica: Estudos e Reflexões*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Rivard, L.P. & Straw, S.B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566-593.
- Roberts, L.C., Dean, E. & Nienhuis, T. (2003). Lights, camera, action: teaching with feature film in the social sciences. *MountainRise*, 1(1), 1-16.
- Sadler, D.R. (1998). Formative assessment: revisiting the territory. *Assessment in Education*, 5(1), 77-84.
- Salomone, R. (2013). Rights and wrongs in the debate over single-sex schooling. *Boston University Law Review*, 13-0001.
- Scott, E. (2009). *Evolution vs. Creationism: An Introduction*. Berkeley, USA: University of California Press.
- Sherman-Morris, K., Morris, J. & Thompson, K. (2009). Introducing teachers to geospatial technology while helping them to discover vegetation patterns in Owens Valley, California. *Journal of Geoscience Education*, 57(1), 64-72.

- Soares, T.M. (2003). Influência do professor e do ambiente em sala de aula sobre a proficiência alcançada pelos alunos avaliados no SIMAVE-2002. *Estudos em Avaliação Educacional*, 28, 103-123.
- Stancheva, M. (2013). Bulgaria. In E. Pranzini & A. Williams (Eds.). *Coastal Erosion and Protection in Europe*. Oxford, UK: Routledge.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M.G. & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: an overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468.
- Tavares Ribeiro, M.M. (2010). *Outros Combates pela História*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Teixeira, J.F. (2003). Uma discussão sobre a classificação de software educacional. Consultado em 15/05/2013.
<http://www.ccuec.unicamp.br/revista/infotec/artigos/jacqueline.html>
- Tomlinson, C.A. (2008). Making a Difference [on-line]. Education Week. (<http://www.edweek.org/tsb/articles/2008/09/10/01tomlinson.h02.html>). (15/03/2013).
- Treagust, D.F. (2012). Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention. In Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education. Sidney, Australia.
- Voss, D. (2004). PowerPoint in the classroom: is it really necessary? *Cell Biology Education*, Fall, 3(3), 155–161.
- Whitaker, D. (2011). Using Geographic Information Systems in science classrooms. *Educar em Revista*, 40, 51-68.
- Woodley, E. (2009). Practical work in school science – why is it important? *School Science Review*, 91 (335), 49-51.
- Woods, C.S. & Scharmann, L.C. (2001). High school students' perceptions of evolutionary theory. *Electronic Journal of Science Education*, 6(2), 1-20.

Anexos

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula.

Planificação a curto prazo		Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	<u>Sumário:</u>		Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
11-01-2013 Lições nºs 82 e 83	Realização de uma ficha de avaliação diagnóstica. Fixismo <i>versus</i> Evolucionismo. Introdução às teorias evolucionistas: Lamarckismo.		

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Fixismo <i>versus</i> Evolucionismo</u>	Conhecer fundamentações do Fixismo e do Evolucionismo Compreender a relação Fixismo /Evolucionismo e a evolução do conhecimento	Exploração dos diapositivos 2 a 10 [(1). Fixismo versus Evolucionismo] Diálogo com os alunos, através da colocação de questões ao longo da exposição dos conceitos	Fixismo Geração Espontânea Criacionismo Catastrofismo Evolucionismo
<u>Lamarckismo</u>	Relembrar a Teoria do Uniformitarismo Reconhecer a importância do Uniformitarismo para o Evolucionismo	Exploração dos diapositivos 11 a 13 [(1). Fixismo versus Evolucionismo] Diálogo com os alunos, através da colocação de questões ao longo da exposição dos conceitos	Teoria do Uniformitarismo Lacunas estratigráficas

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Lamarckismo</u></p>	<p>Compreender que o Lamarckismo é uma teoria evolucionista</p> <p>Conhecer os princípios do Lamarckismo</p> <p>Identificar as principais críticas apontadas ao Lamarckismo</p>	<p>Exploração do diapositivo 3 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Exploração dos diapositivos 4 a 8 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Interpretação das imagens dos diapositivos 5, 6 e 7 [(2). Lamarckismo & Darwinismo], aplicando os conceitos em estudo</p> <p>Construção de um esquema no quadro [diapositivo 8 - (2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Exploração do diapositivo 9 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Revisão dos conceitos lecionados.</p>	<p>Lamarckismo</p> <p>Lei do uso e desuso Lei da transmissão dos caracteres adquiridos</p>

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo	 Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	<u>Sumário:</u> Fundamentos do Darwinismo. Teoria da Seleção Natural. Lamarckismo <i>versus</i> Darwinismo.	Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
16-01-2013 Lição nº 87		

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Fundamentos do Darwinismo</u>	<p>Compreender a importância dos dados biogeográficos e geológicos para o Darwinismo</p> <p>Relacionar o crescimento populacional com factores subjacentes</p> <p>Compreender o conceito de seleção artificial</p>	<p>Exploração dos diapositivos 12 a 14 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Exploração dos diapositivos 15 a 16 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Exploração do diapositivo 17 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p>	<p>Dados biogeográficos Dados geológicos</p> <p>Crescimento populacional Curva exponencial Curva sigmóide</p> <p>Seleção artificial</p>

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Teoria da Seleção Natural</u>	Caracterizar a Teoria da Seleção Natural a partir dos fundamentos do Darwinismo	Exploração dos diapositivos 18 a 26 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]	Luta pela sobrevivência Sobrevivência dos mais aptos Reprodução diferencial Teoria da Seleção Natural
<u>Lamarckismo <i>versus</i> Darwinismo</u>	Distinguir as duas perspectivas evolutivas Identificar o papel do ambiente em cada uma das teorias	Exploração dos diapositivos 27 a 31 [(2). Lamarckismo & Darwinismo] Realização de uma ficha de trabalho Revisão dos conceitos lecionados	Lamarckismo Darwinismo

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo	 Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	<u>Sumário:</u>	Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
18-01-2013	Conclusão do sumário da aula anterior.	
Lições nºs 88 e 89	Argumentos de anatomia comparada.	

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Lamarckismo versus Darwinismo</u>	<p>Distinguir as duas perspectivas evolutivas</p> <p>Identificar o papel do ambiente em cada uma das teorias</p>	<p>Exploração dos diapositivos 27 a 31 [(2). Lamarckismo & Darwinismo]</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho</p>	<p>Darwinismo</p> <p>Lamarckismo</p>

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Argumentos do Evolucionismo: dados da anatomia comparada</u></p>	<p>Identificar argumentos de natureza diversa (anatomia, paleontologia, citologia, bioquímica) que sustentam o evolucionismo</p> <p>Distinguir mecanismos de evolução divergente de mecanismos de evolução convergente</p> <p>Relacionar evolução divergente com estruturas homólogas e, evolução convergente com estruturas análogas</p> <p>Compreender a importância da existência de órgãos vestigiais para a evolução</p>	<p>Exploração do diapositivo 2 [(3). Argumentos Evolucionismo]</p> <p>Exploração dos diapositivos 3 a 11 [(3). Argumentos Evolucionismo]</p> <p>Exploração dos diapositivos 12 a 15 [(3). Argumentos Evolucionismo]</p> <p>Revisão dos conceitos lecionados</p>	<p>Evolução divergente Evolução convergente</p> <p>Órgãos homólogos Órgãos análogos</p> <p>Órgãos vestigiais Evolução regressiva</p>

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo	 Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	<u>Sumário:</u> Continuação do estudo dos argumentos do evolucionismo (anatomia comparada). Argumentos paleontológicos.	Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
21-01-2013 Lições nºs 90, 91 e 92	Visionamento do documentário “A Viagem Perdida de Darwin” e realização de uma ficha de trabalho sobre o mesmo.	

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Argumentos do Evolucionismo: dados da paleontologia</u>	Relembrar a importância da Paleontologia enquanto ciência. Conhecer o conceito de formas intermédias ou sintéticas.	Exploração dos diapositivos 16 a 19 [(3). Argumentos Evolucionismo] Realização de actividade prática - visionamento do documentário “A Viagem Perdida de Darwin” e realização de uma ficha de trabalho sobre o mesmo.	Paleontologia Formas intermédias ou sintéticas

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo		Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	Sumário:		Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
21-01-2013 Lição nº 93	Conclusão do estudo dos argumentos a favor do evolucionismo. Neodarwinismo.		

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Argumentos do Evolucionismo: dados da citologia</u>	Recordar a unidade básica da vida. Relacionar a semelhança entre todas as células com os seus processos metabólicos.	Exploração dos diapositivos 20 a 22 [(3). Argumentos Evolucionismo]	Célula

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Argumentos do Evolucionismo: dados da biologia molecular</u></p> <p><u>Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução</u></p>	<p>Recordar que as biomoléculas são constituintes de todos os organismos vivos</p> <p>Recordar que o DNA e RNA são comuns a todos os organismos vivos</p> <p>Relacionar o fato de todos os organismos vivos possuírem as mesmas biomoléculas com a evolução</p> <p>Reconhecer as críticas/falhas apontadas à Teoria de Darwin</p> <p>Conhecer os princípios do Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução</p>	<p>Exploração dos diapositivos 23 a 27 [(3). Argumentos Evolucionismo]</p> <p>Discussão orientada com os alunos, baseada nos diapositivos 2 a 4 [(4). Neodarwinismo]</p> <p>Revisão dos conceitos lecionados</p>	<p>Proteínas Lípidos Glicídios DNA RNA</p> <p>Hibridização do DNA Análise de proteínas Estudos sorológicos</p> <p>Neodarwinismo/Teoria Sintética da Evolução Seleccção Natural</p>

Anexo I – Planificação a curto prazo do subtema de Biologia, Mecanismos de evolução, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo	 Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Unidade 7.2 – Mecanismos de evolução	<u>Sumário:</u>	Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
25-01-2013 Lições nºs 94 e 95	Conclusão do estudo do Neodarwinismo. Resolução de uma ficha de trabalho sobre as teorias evolutivas.	

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução</u>	<p>Reconhecer a importância das mutações e da recombinação genética para a variabilidade das populações.</p> <p>Identificar as populações enquanto unidades evolutivas.</p> <p>Relacionar o fundo genético de uma população com a sua capacidade evolutiva.</p>	<p>Exploração dos diapositivos 5 a 20 [(4). Neodarwinismo]</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho</p>	<p>Variabilidade genética</p> <p>Mutações</p> <p>Recombinação genética</p> <p>População</p> <p>Fundo genético</p> <p>Evolução</p>

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula.

Planificação a curto prazo	 Escola Secundária José Falcão	 Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano – Unidade 1: Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	Sumário: Realização de uma ficha de avaliação.	Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos
15-02-2013	Riscos e ordenamento do território.	
Lições nº 108 e 109	Bacias hidrográficas.	

Conteúdos	Competências	Atividades e Estratégias	Conceitos
<u>Riscos e ordenamento do território</u>	Reconhecer as contribuições da Geologia nas áreas da prevenção de riscos geológicos e ordenamento do território.	Realização de uma ficha de avaliação sobre zonas de vertente. Exploração dos diapositivos 2 a 8 [Aulas de Geologia]. Diálogo com os alunos, através da colocação de questões.	Risco Riscos naturais Riscos geológicos Ordenamento do território
<u>Bacias hidrográficas</u>	Identificar bacias hidrográficas. Caracterizar uma bacia hidrográfica.	Exploração do diapositivos 10 a 17 [Aulas de Geologia]. Discussão de conceitos com os alunos. Diálogo com os alunos, através da colocação de questões.	Bacia hidrográfica Rio Rede hidrográfica Margem esquerda Margem direita Jusante Montante Leito normal, de cheia e de estiagem

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Actividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Bacias hidrográficas</u></p>	<p>Conhecer diferentes fases da atividade geológica de um rio</p> <p>Reconhecer a influência dos diferentes tipos de atividade geológica na forma do vale fluvial.</p> <p>Conhecer diferentes tipos de intervenção humana num rio.</p> <p>Relacionar a intervenção humana com as inundações em meio fluvial: cheias, construção de barragens e extração de inertes.</p>	<p>Análise e discussão dos diapositivos 18 a 34 [Aulas de Geologia].</p> <p>Exploração dos diapositivos 35 a 48 [Aulas de Geologia].</p> <p>Esquematização, no quadro preto, da ação antrópica das barragens sobre o curso do rio.</p> <p>Diálogo com os alunos, através da colocação de questões.</p> <p>Revisão dos conceitos lecionados.</p>	<p>Detrito</p> <p>Erosão</p> <p>Transporte</p> <p>Carga</p> <p>Transporte em solução, em suspensão, por saltação, por rolamento e por arrastamento/deslizamento</p> <p>Sedimentação</p> <p>Sedimentos</p> <p>Perfil longitudinal</p> <p>Vale em V fechado</p> <p>Vale em V aberto</p> <p>Caleira fluvial</p> <p>Cheias</p> <p>Barragens</p> <p>Inertes</p>

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo		Escola Secundária José Fação		Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano – Unidade 1: Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	<u>Sumário:</u> Conclusão do estudo das bacias hidrográficas. Zonas costeiras.		Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos	
18-02-2013 Lições nº 111 e 112				

Conteúdos	Competências	Actividades e Estratégias	Conceitos
<u>Zonas costeiras</u>	Identificar diferentes formas geológicas do litoral. Caracterizar a faixa litoral portuguesa. Relacionar a faixa litoral com os conceitos de formas de erosão e deposição.	Exploração dos diapositivos 50 a 54 [Aulas de Geologia]. Exploração do diapositivo 55 [Aulas de Geologia]	Faixa litoral Costa rochosa Costa arenosa Formas de erosão Formas de deposição

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Actividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Zonas costeiras</u></p>	<p>Conhecer diferentes processos de erosão do litoral.</p> <p>Compreender os processos associados ao surgimento de formas de erosão.</p> <p>Distinguir as diferentes formas de deposição.</p> <p>Depreender a necessidade de intervenção humana, de forma equilibrada, nas zonas costeiras, face a problemas gerados.</p> <p>Compreender a utilização sustentada da faixa litoral.</p>	<p>Exploração dos diapositivos 56 a 60 [Aulas de Geologia].</p> <p>Análise e discussão dos diapositivos 61 a 66 [Aulas de Geologia].</p> <p>Exploração dos diapositivos 67 a 71 e 84 a 86 [Aulas de Geologia]</p> <p>Registo de termos e conceitos lecionados.</p>	<p>Arriba Abrasão marinha Plataforma de abrasão</p> <p>Duna Praia Restinga Tômbolo Ilha-barreira</p>

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula (continuação).

Planificação a curto prazo		Escola Secundária José Falcão		Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia
Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano – Unidade 1: Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	<u>Sumário:</u> Conclusão do estudo das zonas costeiras. Estudo das zonas de vertente.		Professor Estagiário: Paulo Sérgio Santos	
20 e 25-02-2013 Lições nº 113 e 116	Conclusão do estudo das zonas de vertente.			

Conteúdos	Competências	Actividades e Estratégias	Conceitos
<u>Zonas de vertente</u>	Caraterizar zonas de vertente Distinguir os diferentes tipos de processos geológicos em zonas de vertente	Exploração dos diapositivos 88 a 89 [Aulas de Geologia] Exploração dos diapositivos 90 a 92 [Aulas de Geologia]	Zona de vertente Erosão hídrica Movimentos de massa

Anexo II – Planificação a curto prazo do subtema de Geologia, Ocupação antrópica e problemas de ordenamento, com descrição detalhada por aula (continuação).

Conteúdos	Competências	Actividades e Estratégias	Conceitos
<p><u>Zonas de vertente</u></p>	<p>Compreender a importância da existência de dois tipos de fatores associados a movimentos de massa</p> <p>Distinguir os três tipos de movimentos de massa ocorrentes na região urbana de Coimbra</p> <p>Estabelecer a relação, em termos de ordenamento do território, entre medidas de prevenção e medidas de estabilização</p> <p>Caracterizar diferentes tipos de medidas de estabilização em zonas de vertente</p>	<p>Exploração dos diapositivos 93 a 97 [Aulas de Geologia].</p> <p>Esquematização de fenómenos de deslizamento no quadro preto, com recurso aos diapositivos 98 a 102 [Aulas de Geologia].</p> <p>Registo de termos e conceitos lecionados.</p> <p>Exploração dos diapositivos 103 a 108 [Aulas de Geologia]</p> <p>Diálogo com os alunos, através da colocação de questões ao longo da exposição dos conceitos</p> <p>Revisão dos conceitos lecionados</p>	<p>Fatores condicionantes Fatores desencadeantes</p> <p>Queda de blocos Deslizamento translacional Deslizamento rotacional</p> <p>Medidas de prevenção Medidas de estabilização</p> <p>Muros com suporte de drenagem Pregagens Ancoragens Muro de gabiões</p>