

## **AGRADECIMENTOS**

Às Orientadoras Científicas, Professora Doutora Celeste Gomes e Professora Doutora Isabel Abrantes, pelo que me ensinaram e pelas correções científicas e pedagógicas que permitiram melhorar os meus trabalhos e a minha prestação enquanto professora estagiária.

À Orientadora Cooperante, Professora Paula Paiva, pelas experiências, saberes e conhecimentos partilhados, pela ajuda e apoio prestado nas diversas tarefas pedagógicas e pelas críticas construtivas que permitiram e permitirão fortalecer e melhorar o meu desempenho enquanto professora.

Aos meus Professores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, pelo que me ensinaram e pela disponibilidade para me ajudar a esclarecer dúvidas.

Aos alunos participantes pela colaboração no trabalho e simpatia ao longo do estágio pedagógico.

À minha família que sempre me acompanhou.

Ao Marco, pela ajuda, companheirismo e apoio.

A todos os meus colegas e amigos que sempre estiveram presentes nos bons e maus momentos, com quem partilhei felicidades e angústias, ao longo destes últimos cinco anos.

## **RESUMO**

Este trabalho reflete a forma como decorreram as aulas de prática de ensino supervisionada, durante o estágio pedagógico, nas unidades de vulcanologia e mecanismos de evolução lecionadas, respetivamente, no 10º e no 11º ano do ensino secundário, do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. O objetivo deste trabalho foi avaliar se as estratégias utilizadas (apresentação de diapositivos e realização de atividades práticas - fichas de trabalho, trabalho laboratorial e projeção de vídeos) contribuíram para as aprendizagens dos alunos. A amostra (N=47) foi constituída pelos alunos das duas turmas onde foram lecionados os temas das unidades de prática de ensino supervisionada, numa escola do centro de Coimbra. Foram aplicados testes diagnóstico/avaliação antes e após a leção dos temas, que incluíram questões de opinião e de aplicação de conhecimentos, assim como fichas de avaliação sumativa. Os resultados revelaram que as estratégias implementadas tiveram maior impacto na leção da vulcanologia, o que pode significar que as implementadas na leção dos mecanismos de evolução poderão não ter sido as mais adequadas. Por outro lado, esta diferença poderá explicar-se pelo facto de, na turma do 11º ano, existir uma maior percentagem de alunos com dificuldades de aprendizagem. Esta conclusão permitiu refletir sobre as estratégias a implementar na leção deste tema, sugerindo-se que sejam realizadas mais atividades práticas em que a interação entre alunos e professor seja mais desenvolvida. As estratégias permitiram que os alunos relacionassem os conteúdos programáticos com a ciência e sociedade. Este estudo contribuiu para refletir sobre as práticas letivas, especialmente sobre as potencialidades e limitações das estratégias implementadas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem; Ciência; Estratégias de ensino; Mecanismos de evolução; Sociedade; Vulcanologia.

## **ABSTRACT**

The following report describes the supervised teaching practice lessons about volcanology and mechanisms of evolution with 10<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> grade students, respectively. The main objective was to evaluate if the applied strategies (slide presentations and practical activities – worksheets, laboratory work and video presentations) contributed towards students' learning. The sample (N=47) included two secondary education classes of the Sciences and Technologies course, in a school near the centre of Coimbra. Diagnostic/evaluation tests were administered before and after teaching the themes; they included questions to give an opinion and to apply knowledge. Summative evaluation tests were also used. The results revealed that the applied strategies had more impact in the volcanology theme than in the mechanisms of evolution theme, which may mean that the planned methodologies for the latter might not have been the most suitable. However, this difference might also be justified by the fact that the 11<sup>th</sup> grade students had more learning difficulties. This conclusion lead us to rethink the strategies for teaching this theme and to suggest a greater focus on student-student interaction as well as student-teacher interaction, through more practical activities. The applied strategies allowed the students to relate the themes with science and society. This study highlighted the strengths and weaknesses of the applied strategies in practical lessons.

**Key-words:** Learning; Mechanisms of evolution; Science; Society; Teaching strategies; Volcanology.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	I
RESUMO .....	II
ABSTRACT .....	III
ÍNDICE.....	IV
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	5
2.1 - Ensino e aprendizagem de geologia e biologia numa perspetiva CTSA.....	5
2.1.1 - Aplicação do conhecimento na vida prática.....	6
2.1.2 - Literacia científica.....	7
2.1.3 - A importância das atividades práticas .....	8
2.1.4 - Contribuição das TIC e dos recursos audiovisuais .....	9
2.1.5 - Motivação, um incentivo ao ensino e à aprendizagem.....	10
2.1.6 - Estratégias pedagógicas .....	10
2.2 - Avaliação.....	11
2.2.1 - Tipos de avaliação.....	12
2.2.1.1 - Avaliação diagnóstica .....	12
2.2.1.2 - Avaliação formativa .....	13
2.2.1.3 - Avaliação sumativa .....	13
2.3 - Unidades de prática de ensino supervisionada.....	14
2.3.1 - Geologia - Vulcanologia .....	14
2.3.1.1 - Materiais expelidos durante uma erupção vulcânica.....	15
2.3.1.2 - Tipos de lava .....	16
2.3.1.3 - Textura da lava.....	18
2.3.1.4 - Tipos de vulcanismo .....	18
2.3.1.5 - Tectónica de placas .....	20
2.3.1.6 - Riscos vulcânicos .....	22
2.3.1.7 - Previsão, monitorização e prevenção de erupções vulcânicas .....	23
2.3.1.8 - Benefícios.....	24
2.3.1.9 - Vulcanismo em Portugal .....	24
2.3.2 - Biologia - Mecanismos de evolução .....	24
2.3.2.1 - Fixismo .....	25

2.3.2.2 - Transição fixismo – evolucionismo .....	25
2.3.2.3 - Evolucionismo.....	26
2.3.2.4 - Neodarwinismo ou teoria sintética da evolução.....	27
3 - METODOLOGIA .....	30
3.1 - Caracterização da amostra.....	30
3.2 - Seleção, planificação e avaliação diagnóstica das unidades de Geologia e Biologia .	30
3.3 - Lecionação das unidades .....	31
3.3.1 - Estratégias .....	31
3.3.2 - Materiais didáticos .....	31
3.3.2.1 - Diapositivos e fichas de trabalho .....	31
3.3.2.2 - Vídeos .....	43
3.3.2.3 - Exercícios/atividades dos manuais escolares .....	43
3.4 - Avaliação.....	43
3.4.1 - Teste diagnóstico/avaliação.....	43
3.4.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa .....	44
4 - RESULTADOS.....	57
4.1 - Geologia - Vulcanologia .....	57
4.1.1 - Teste diagnóstico/avaliação.....	57
4.1.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa .....	66
4.2 - Biologia - Mecanismos de evolução .....	68
4.2.1 - Teste diagnóstico/avaliação.....	68
4.2.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa .....	74
5 - CONCLUSÕES.....	77
6 - BIBLIOGRAFIA.....	80
ANEXOS.....	85
ANEXO I.....	86
ANEXO II .....	89
ANEXO III.....	102

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado no âmbito da disciplina de Estágio e Relatório do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

O estágio pedagógico decorreu numa escola secundária com 3º ciclo, do centro de Coimbra, em duas turmas, uma do 10º e outra do 11º ano, do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Foi nestas turmas que se desenvolveram as atividades correspondentes à lecionação das unidades de prática de ensino supervisionada. Um conjunto de aulas foi dedicado a um tema de geologia (vulcanologia, no 10º ano) e outro a um de biologia (mecanismos de evolução, no 11º ano).

O estudo desenvolvido, ao longo do ano letivo 2011/2012, incluiu a aplicação de um teste (diagnóstico/avaliação) antes e após a lecionação dos temas, de forma a analisar a evolução nas aprendizagens.

Assim, segundo o contexto do estudo, formularam-se as seguintes questões:

1. As estratégias implementadas levarão os alunos a relacionar corretamente os conteúdos programáticos com questões relativas à ciência e sociedade?
2. As estratégias implementadas modificarão o interesse dos alunos pelos temas lecionados (vulcanologia e mecanismos de evolução)?
3. As estratégias implementadas permitirão o desenvolvimento das competências conceptuais relativamente aos temas lecionados?

Os objetivos gerais deste estudo foram:

1. Implementar estratégias que motivem os alunos para a aprendizagem da vulcanologia e mecanismos de evolução;
2. Avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos, relativamente às unidades de ensino;
3. Avaliar e melhorar as estratégias implementadas.

Os objetivos específicos foram (adaptado de DES-ME, 2001):

1. Proporcionar aos alunos conhecimentos científicos sobre vulcanologia e mecanismos de evolução;
2. Reforçar competências científicas;
3. Fomentar atitudes responsáveis para o exercício da cidadania;
4. “Interpretar fenómenos naturais a partir de modelos” e vídeos (DES-ME, 2001, p. 8);
5. “Aplicar os conhecimentos adquiridos a novos contextos e a novos problemas” (DES-ME, 2001, p. 8);
6. Estabelecer relações entre ciência e sociedade;
7. “Fomentar o diálogo sobre problemas que envolvam ciência e sociedade” (DES-ME, 2001, p. 8);
8. “Melhorar capacidades de comunicação escrita e oral” (DES-ME, 2001, p. 8).

De forma a atingir os objetivos propostos, os autores do Programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano propõe aos professores que implementem, nas suas aulas, estratégias educativas centradas no aluno, que o tornem ativo e prático no seu processo de aprendizagem, utilizando para isso situações e conhecimentos da realidade do aprendiz. Assim, destaca-se o trabalho prático que, no seu sentido mais lato, deve ser inserido e aplicado ao longo de todo o processo educativo (DES-ME, 2001).

A planificação das aulas teve em consideração os propósitos definidos pelo Ministério da Educação para a disciplina de Biologia e Geologia, destacando-se o facto de a disciplina ser frequentada por alunos que pretendem seguir um percurso ao nível das ciências mas também, por aqueles “a quem a sociedade exige, cada vez mais, uma participação crítica e interventiva” (DES-ME, 2001, p. 4). Por isso, pretendeu-se criar condições de ensino para

além da simples transmissão de conhecimentos, desprovidos de qualquer significado, e recorrer a temas atuais/do quotidiano (DES-ME, 2001).

O Programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano sublinha o recurso a estratégias, atividades e materiais que fundamentem um ensino numa orientação construtivista e numa perspetiva “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente” (CTSA). Além disso, afirma que:

“- a aprendizagem das ciências deve ser entendida como um processo activo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento;

- os conhecimentos prévios dos alunos condicionam as suas aprendizagens, necessitando o professor de estabelecer conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos;

- as actividades práticas, de carácter experimental, investigativo, ou de outro tipo, desempenham um papel particularmente importante na aprendizagem das ciências;

- ao professor cabe a tarefa de organizar e dirigir as actividades práticas dos alunos, servindo-se para esse efeito de problemas que, de início, possam suscitar o seu interesse, facilitando as conexões com os seus conhecimentos prévios e estruturando novos saberes;

- a Ciência deve ser apresentada como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção destes saberes, reforçando a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da Ciência e da investigação científica” (DES-ME, 2001, p. 7).

Relativamente à avaliação, neste contexto de ensino e aprendizagem, deve permitir corrigir as opções que foram menos adequadas e levar à perceção de quais as melhores estratégias a implementar, facilitando assim uma melhoria nas aprendizagens dos alunos. Tal deve ser feito recorrendo a métodos e instrumentos diversificados, aplicados nos momentos adequados (avaliação diagnóstica, formativa e sumativa). Realça-se que, além dos conteúdos conceptuais, também os procedimentais e os atitudinais devem ser avaliados. Contudo, neste estudo apenas os conceptuais foram avaliados.

O Programa da disciplina está organizado de modo a que cada tema seja introduzido por uma situação-problema, no entanto, cabe ao professor saber geri-la, adaptá-la ou alterá-la consoante os interesses que vê destacados no seu grupo-turma. As intenções destas problemáticas são:

“- motivar os alunos para o estudo dos diversos assuntos, interessando-os pela sua realidade mais próxima;



- contextualizar os conceitos que se espera venham a ser adquiridos, encontrando um fio condutor que lhes dê unidade;
  - desenvolver formas de pensamento mais elaboradas;
  - corrigir eventuais erros que a mediatização de determinados assuntos tem provocado”
- (DES-ME, 2001, p. 19).

Este trabalho foi organizado em 6 secções: 1) introdução, onde foram apresentadas as questões e os objetivos; 2) enquadramento teórico, com uma síntese sobre o ensino e aprendizagem de geologia e biologia, numa perspetiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, avaliação e unidades de prática de ensino supervisionada (vulcanologia e mecanismos de evolução); 3) metodologia, com a caracterização e apresentação das estratégias, materiais didáticos e instrumentos; 4) resultados, onde foram analisados os resultados obtidos; 5) conclusões; e 6) bibliografia.

## 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 - Ensino e aprendizagem de geologia e biologia numa perspetiva CTSA

A época em que vivemos é marcada pelo contínuo avanço da ciência e da tecnologia e “muitas das questões que afectam o futuro da civilização vão procurar respostas nos mais recentes desenvolvimentos da Biologia e da Geologia” (DES-ME, 2001, p.3).

Por sua vez, os cidadãos são influenciados, direta ou indiretamente, pela crescente evolução da ciência e da tecnologia o que arrasta consigo consequências que afetam o indivíduo e a sociedade. Assim, a escola deve encarar as perspetivas da sociedade atual, modificando as suas estratégias, recursos, ofertas educativas, entre outros, de maneira a educar os alunos para que se adaptem e saibam viver melhor em sociedade. Neste sentido, “os avanços do conhecimento científico e tecnológico ao repercutirem-se de forma imparável e por vezes imprevisível na sociedade, influenciam-na profundamente e, inevitavelmente, influenciam também a escola” (Martins, 2002, p. 29).

A interligação que existe entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (CTSA) leva a que se influenciem mutuamente. Neste contexto, surge na escola e na educação a necessidade de transparecer aos alunos este “movimento” que nos envolve (DES-ME, 2001; Paixão *et al.*, 2008). Esta perspetiva de ensino e aprendizagem de ciência (incluindo a biologia e a geologia) rege-se por vários princípios:

- a) ensino e aprendizagem compreendendo situações do dia-a-dia (Martins, 2002), de preferência exemplos/problemáticas próximos da realidade e do interesse do aluno, proporcionando uma aprendizagem mais significativa (Pedrosa, 2001a; Leite & Fernandes, 2002), “onde emergem ligações à tecnologia, com implicações da e para a sociedade” (Martins, 2002, p. 30), assim como para o ambiente;
- b) tornar os alunos capazes de participar ativa e corretamente na sociedade e, congruentemente, conseguirem lidar com os problemas que vão surgindo (Veríssimo & Ribeiro, 2001; DGE, 2012);
- c) aprender a aprender, isto é, saber procurar e identificar informação fidedigna (Veríssimo & Ribeiro, 2001; Leite & Fernandes, 2002; Galvão *et al.*, 2006);
- d) promover a literacia científica, com o intuito de formar cidadãos cientificamente mais cultos (Aikenhead, 1994 citado em Fontes & Cardoso, 2006; Dourado & Leite, 2008);

- e) desenvolver interesse pela ciência (Aikenhead, 1994 citado em Fontes & Cardoso, 2006);
- f) educar para a cidadania (Veríssimo & Ribeiro, 2001);
- g) desenvolver o pensamento crítico (Pedrosa, 2001a; Aikenhead, 1994 citado em Fontes & Cardoso, 2006; Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006).

Em suma, o enquadramento CTSA no ensino de biologia e geologia visa permitir, aos alunos e professores, aprender e ensinar, respetivamente ou mutuamente. Hoje em dia, com o acesso fácil e rápido à informação, os alunos podem ter conhecimento de descobertas científicas antes do professor, e acabam por trazer para a sala de aula novas situações que promovem interesse para todos, promovendo o desenvolvimento de competências pessoais, sociais, cognitivas, entre outras, e a aplicação/construção de conhecimentos prévios/novos (Pedrosa, 2001a).

Como o mundo está enredado de ciência e tecnologia, que afetam toda a população e o ambiente, torna-se imprescindível envolver as problemáticas do avanço científico-tecnológico na escola e nas aulas, quer de ciências, quer de outras disciplinas.

### **2.1.1 - Aplicação do conhecimento na vida prática**

No dia-a-dia, deparamo-nos com situações que implicam conhecimento científico e que requerem a sua aplicação. Assim, surge a necessidade da escola preparar os alunos para resolverem as questões que lhes vão surgindo e para aplicarem os seus conhecimentos a novas situações (Leite & Fernandes, 2002; Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006).

A compreensão de novos conceitos, teorias e factos, assim como a construção de conhecimentos, deve ter, sempre que possível, uma ligação ao dia-a-dia, numa perspetiva CTSA, em que o ensino da ciência deve recorrer a exemplos que integrem a sociedade, a tecnologia e o ambiente.

Pretende-se que o ensino de biologia e geologia seja útil para a vida futura dos alunos, de modo a que estes tomem decisões refletidas e saibam criticar situações que vão emergindo e, conseqüentemente, melhorem a sua qualidade de vida e a da sociedade (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006; Vieira, 2007).

### 2.1.2 - Literacia científica

A literacia científica “significa que uma pessoa pode procurar, encontrar e determinar as respostas a questões derivadas da sua curiosidade sobre as experiências do dia-a-dia. Significa que a pessoa tem capacidade para descrever, explicar e prever fenómenos naturais. A literacia científica inclui o ser capaz de ler e compreender artigos sobre ciência na imprensa pública e envolver-se numa conversação sobre a validade das conclusões. Implica que uma pessoa pode identificar questões problemáticas subjacentes a políticas nacionais e locais e expressar posições científicas e tecnologicamente informadas. Deve ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica com base nas fontes e métodos para a gerar. Implica a capacidade de colocar e avaliar argumentos baseados na evidência e de aplicar apropriadamente as conclusões a partir desses argumentos” (Valente, 2002, p. 3).

A escola deve promover a literacia científica e tecnológica dos seus estudantes, de modo a prepará-los para a vida social e profissional, sendo importante que o estudo de ciência utilize estratégias adequadas para desenvolver nos alunos o pensamento crítico/pensamento reflexivo (Galvão *et al.*, 2006; Vieira, 2007). O aluno, com a ajuda do professor, poderá construir conhecimentos científicos, desenvolvendo, ao mesmo tempo, competências que lhe permitirão confrontar situações/questões, na escola ou fora dela, procurando respostas e estimulando a sua autonomia (Arends, 1995).

A literacia científica, numa perspetiva CTSA, possibilita ao indivíduo: 1) “interrogar, encontrar, ou conceber respostas a questões levantadas pela curiosidade das vivências quotidianas; 2) descrever, explicar e prever fenómenos naturais; 3) avaliar a qualidade da informação científica; e 4) apresentar e avaliar argumentos baseados em evidências e aplicar, apropriadamente, conclusões assentes nesses mesmos argumentos” (DeBoer, 2000 citado em Vieira, 2007, p. 101-102).

Quanto mais literato e mais culto for um cidadão maior será a probabilidade de compreender as questões científicas-tecnológicas-sociais-ambientais e mais ponderadas serão as suas decisões (Leite & Fernandes, 2002; Galvão *et al.*, 2006; Santos, 2005 citado em Paixão *et al.*, 2008).

A promoção da literacia científica é um movimento ambicionado não só em Portugal mas também na maioria dos países ocidentais, tendo como objetivos principais incrementar a compreensão generalizada da ciência (Pedrosa, 2001b) e formar cidadãos cultos que possam participar democraticamente na tomada de decisões.

O ensino das ciências deve desenvolver nos alunos competências de modo a serem cidadãos, críticos e melhor qualificados para exercerem o seu direito e dever de cidadania (Veríssimo & Ribeiro, 2001; Galvão *et al.*, 2006).

O Programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano “pretende ser uma peça importante” para a formação de cidadãos “mais informados, responsáveis e intervenientes” (DES-ME, 2001, p. 4).

### **2.1.3 - A importância das atividades práticas**

As atividades práticas podem ser laboratoriais, de exterior e de sala de aula, podendo ser experimentais, quando incluem a manipulação de variáveis (Leite, 2001, Marques *et al.*, 2008). Destas, as mais usadas nas aulas de ciências são as que envolvem resolução de problemas de papel e lápis (de sala de aula) e as laboratoriais. As atividades práticas permitem motivar e auxiliar os alunos a aprender novos conteúdos conceptuais, assim como, desenvolver conteúdos procedimentais e atitudinais (Hodson, 1993 citado em Bonito & Macedo, 2000).

A articulação correta entre teoria e prática promove um ensino mais eficaz e motivador (Valadares, 2001), no entanto, nem sempre é possível coordenar a teoria com a prática, devido ao calendário escolar, horário das turmas, realização de testes e interrupções, o que não facilita a aprendizagem (Bonito *et al.*, 2009). Normalmente, a prática sucede à teoria mas, também é admissível aprender o conhecimento conceptual através do conhecimento processual. No primeiro caso, recorre-se à atividade prática para ilustrar e consolidar os conhecimentos pré-adquiridos, enquanto no segundo, o aluno (re)descobre ou (re)constrói conhecimentos básicos através da atividade prática, para, posteriormente, aprender conhecimentos mais complexos (Leite, 2001; Bonito, 2008).

As atividades práticas podem proporcionar o desenvolvimento de capacidades como a observação, recolha de informação, inquirição, registo, organização, análise, discussão, escrita, entre outras, envolvendo o aluno no seu processo de aprendizagem. Além disso, nas atividades práticas o aluno deve participar e desenvolver capacidades cognitivas, afetivas e psicomotoras (Hodson, 1988 citado em Dourado, 2001).

As atividades práticas devem ser planificadas e ajustadas conforme os conteúdos programáticos que se pretendem lecionar. No entanto, é importante realçar que, no caso de atividades que suscitem maior passividade por parte do aluno, como por exemplo as

demonstrações ou projeções de vídeos, é necessário fomentar, ainda mais, o seu envolvimento (Leite, 2001).

A planificação/execução de trabalhos práticos é também fomentada pelo Programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano. Na biologia, evidenciam-se os trabalhos laboratoriais e na geologia, destacam-se os trabalhos de campo e também os laboratoriais, recorrendo a modelos quando não é possível ir ao campo. Neste último caso, salienta-se a importância “de escala, de representatividade dos materiais e de velocidade dos processos” (DES-ME, 2001, p. 13), bem como de um exercício reflexivo, por parte dos alunos e do professor, de modo a interpretar as analogias utilizadas (DES-ME, 2001).

#### **2.1.4 - Contribuição das TIC e dos recursos audiovisuais**

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) permitem ao professor utilizá-las e enquadrá-las na sala de aula, de maneira a que haja diversificação de estratégias nas suas práticas letivas e de forma a suscitar o interesse dos alunos. Assim, as TIC podem auxiliar na construção das aprendizagens e constituir um fator de motivação.

A utilização das TIC na escola fomenta a procura e partilha de materiais, o que pode desenvolver o espírito de cooperação entre elementos da comunidade educativa. As TIC também vieram aproximar a sala de aula da realidade fora dela, principalmente através da INTERNET. Atualmente, é possível mostrar aos alunos uma diversidade de recursos didáticos, disponíveis *online*, como imagens, vídeos e modelos educativos, assim como recorrer a *sites* que auxiliem na construção dos conhecimentos da disciplina, ajudando os alunos a compreender melhor os conceitos mais abstratos através de algo mais concreto.

A TIC mais utilizada pelos professores de ciências, em sala de aula, é a apresentação de diapositivos que pode funcionar como um projetor/refletor das ideias que o docente pretende aprofundar na aula. Permite, ainda, organizar e representar os conteúdos, através de, por exemplo, imagens, tabelas, podendo incluir animações (Kinchin, 2006).

Apesar das potencialidades das TIC, o professor não deve basear-se simplesmente na apresentação de diapositivos para transmitir passivamente os conhecimentos aos seus alunos, mas utilizá-los de forma a criar situações-problema que suscitem interesse e motivação, responsabilizando o aluno no processo de ensino e aprendizagem. O professor deve evitar uma postura simplista e inativa, não se restringindo a ler os diapositivos, e optar por comunicar com os alunos, estabelecendo diálogos promotores de ensino e aprendizagem, o mais importante não é despender muito tempo a preparar uma

apresentação mas sim, conseguir desenvolver através dela a capacidade de envolver e desafiar o aluno a participar na aula e na construção do seu próprio conhecimento (Kinchin, 2006).

### **2.1.5 - Motivação, um incentivo ao ensino e à aprendizagem**

Atendendo a que “toda a aprendizagem carece de motivação” (Martins, 2002, p. 31), é importante planificar estratégias e construir materiais, num âmbito CTSA, que motivem os alunos a aprender e os professores a ensinar.

A relação entre professor e aluno também influencia a motivação e, por isso, torna-se importante que o professor tente criar empatia com os alunos, mantenha uma comunicação aberta e simples, apropriada ao contexto de sala de aula, criando um bom ambiente de ensino e aprendizagem. Pretende-se aproximar os alunos à ciência e à prática científica, permitindo uma visão da ciência mais clarificada e fascinante, útil no quotidiano e que se interliga com a realidade e com situações do dia-a-dia (Vieira, 2007).

Neste encadeamento, predomina um ensino numa perspectiva CTSA, uma vez que “proporciona aprendizagens de interesse para os alunos, centradas em temas de relevância social, que englobam a Ciência e a Tecnologia” (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006, p. 102), assim como, permite “maior motivação dos alunos e (...) melhor preparação para darem uma resposta mais adequada aos problemas científico-tecnológicos do mundo contemporâneo” (Cachapuz *et al.*, 2000 citados em Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006, p. 87).

### **2.1.6 - Estratégias pedagógicas**

As estratégias de ensino e aprendizagem numa perspectiva CTSA devem permitir desenvolver capacidades de análise e resolução de problemas. Cabe ao professor gerir as estratégias e os materiais didáticos que se apresentam mais adequados e motivadores (Arends, 1995).

As estratégias que o professor emprega na sala de aula devem possibilitar que os alunos descubram o conhecimento e, ao longo das atividades, deve fomentar-se, progressivamente, que o aluno participe utilizando uma linguagem científica correta (Sequeira & Freitas 1987 citados em Bonito, 2008).

Este tipo de estratégias, numa perspectiva CTSA e que envolvem trabalho prático, devem aproximar-se igualmente do domínio afetivo e cognitivo do aluno, envolvendo-o

emocionalmente e intelectualmente, tornando as aprendizagens mais significativas (Pedrosa, 2001a). No entanto, estas estratégias nunca devem descurar a promoção dos conteúdos conceptuais, assim como a dos conteúdos procedimentais e atitudinais.

As estratégias devem incluir temas com atualidade científica relacionados, direta ou indiretamente, com o Homem/Sociedade. Por isso, surge a necessidade do professor se manter cientificamente atualizado e procurar inteirar-se dos progressos da ciência e da tecnologia para melhorar a sua prática pedagógica.

## **2.2 - Avaliação**

O processo avaliativo pretende regular e certificar o ensino e a aprendizagem, na escola e na sala de aula (Decreto-Lei n.º 50/2011, Artigo 4.º d); Artigo 10.º, 1), e imprimir qualidade, justiça e transparência ao processo educativo, recorrendo a um conjunto de critérios bem definidos (Portaria n.º 244/2011, Artigo 6.º, a), e)).

A avaliação dos alunos tem como propósito aferir os seus conhecimentos e outras competências e inferir se os objetivos definidos, para aquele nível de escolaridade, ou para aquela disciplina, foram atingidos (Decreto-Lei n.º 50/2011, Artigo 10.º, 2).

A avaliação das aprendizagens, no ensino secundário, tem como objetivos:

- “a) Apoiar o processo educativo, de forma a sustentar o sucesso dos alunos;
- b) Certificar as competências adquiridas pelo aluno à saída do ensino secundário;
- c) Contribuir para melhorar a qualidade do sistema educativo, possibilitando a tomada de decisões para o seu aperfeiçoamento e o reforço da confiança social no seu funcionamento” (Portaria n.º 244/2011, Artigo 5.º, 3, p. 3646).

Sublinha-se a necessidade de se enquadrar e articular as estratégias de avaliação com as de ensino e aprendizagem, assim como, utilizar “técnicas e instrumentos de avaliação” próprios a estes contextos (Portaria n.º 244/2011, Artigo 6.º, b), c), p. 3646). O Programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano salienta que estas técnicas e instrumentos de avaliação devem atingir os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais (DES-ME, 2001).

De modo a perceber se os objetivos, definidos inicialmente, foram atingidos, é necessário sistematizar as estratégias de ensino, preparar os materiais didáticos e instrumentos de avaliação (MEC, 1980).

Na avaliação das aprendizagens, é relevante que haja participação de todos os elementos, realçando-se o papel do encarregado de educação, que deve estar inserido e



atualizado sobre a avaliação do seu educando (Portaria nº 244/2011, Artigo 6.º, d)), e do aluno, que tem o direito de ser esclarecido “sobre o seu desempenho” ao longo do processo avaliativo, visando-se assim o aperfeiçoamento das suas aprendizagens (Portaria nº 244/2011, Artigo 6.º, f), p. 3647).

Ao aluno compete um “processo de auto-avaliação que o torne consciente dos seus percursos de aprendizagem” (DES-ME, 2001, p.13) e ao professor “ir reflectindo sobre a sua prática e tomando medidas no sentido de a melhorar” (Hodson, 1992 citado em Leite, 2000, p. 5).

A avaliação deve ser o mais integradora e abrangente possível, assim como realizada sistemática e diversificadamente. De uma forma geral, a avaliação permite às várias entidades educativas perceber como está a decorrer ou de que forma sucedeu o processo de ensino e de aprendizagem, seja em termos quantitativos ou qualitativos. A avaliação reveste-se de um mecanismo de *feedback* que possibilita ao professor e aos alunos conhecerem o seu grau de desempenho, capacidades e dificuldades a superar, sempre no sentido de melhorar o ensino e a aprendizagem (DES-ME, 2001).

### **2.2.1 - Tipos de avaliação**

O Ministério da Educação remete a avaliação das aprendizagens dos alunos do ensino secundário para dois tipos: a formativa e a sumativa (interna e externa) (Portaria nº 244/2011, Artigo 11.º). No entanto, o Programa Curricular da disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano refere também que a avaliação diagnóstica deve ser integrada no processo de ensino e aprendizagem e no processo avaliativo dos alunos. Assim, estes três tipos de avaliação (diagnóstica, formativa e sumativa) serão apresentados e analisados seguidamente, uma vez que também fizeram parte deste trabalho.

#### **2.2.1.1 - Avaliação diagnóstica**

Este tipo de avaliação pode ocorrer no início do ano letivo, com o intuito de estimar os conhecimentos dos alunos, ou a aplicação destes, por exemplo na interpretação de gráficos, tabelas, entre outros. Também pode ocorrer antes da leção de uma unidade didática, de forma a perceber que conhecimentos os alunos possuem e/ou aqueles que devem ser reforçados/revistos, entre outros aspetos relevantes, como aptidões, interesses ou outras qualidades do aluno (MEC, 1980).

Segundo os resultados obtidos, o professor pode repensar e replanificar as estratégias/materiais que tinha previsto para as suas aulas, de modo a que estas estejam melhor adequadas às necessidades/dificuldades educativas dos alunos (DES-ME, 2001; Leite, 2002 citada em Leite & Fernandes, 2002).

A importância desta modalidade de avaliação está relacionada com o facto de possibilitar ao professor a comparação entre a situação inicial e final do grupo-turma ou do aluno (MEC, 1980).

### **2.2.1.2 - Avaliação formativa**

No ensino secundário, a avaliação formativa não representa uma componente tão significativa como no ensino básico. Neste nível de escolaridade, esta modalidade de avaliação tem um carácter diagnóstico uma vez que permite estimar o nível de conhecimentos do aluno, e implementar novas estratégias, de modo a melhorar as aprendizagens (Portaria nº 244/2011, Artigo 12.º, 1).

Este tipo de avaliação deve ocorrer de forma “contínua e sistemática” (Portaria nº 244/2011, Artigo 12.º, 1, p. 3648), isto é, “deve acompanhar todo o processo de aprendizagem” (Leite, 2000, p. 4) e ocorrer em cooperação entre os elementos intervenientes (professor e aluno), na tentativa de desenvolver o domínio da auto-avaliação e da metacognição (Portaria nº 244/2011, Artigo 12.º, 2). O desenvolvimento da metacognição é da responsabilidade do professor, devendo este promover estratégias que permitam aos alunos ter consciência dos seus conhecimentos (Leite & Fernandes, 2002).

Na avaliação formativa não é usual a atribuição de classificações, no entanto, a classificação qualitativa com recurso a apreciações e comentários, destacando o que está menos bem, pode ajudar os alunos a detetar as suas dificuldades e os seus erros, promovendo a melhoria das aprendizagens (Arends, 1995; Leite & Fernandes, 2002). Esta avaliação proporciona, assim, “reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos que, deste modo são considerados parte activa em todo o processo” (DES-ME, 2001, p. 71).

### **2.2.1.3 - Avaliação sumativa**

Esta modalidade de avaliação ocorre nos momentos finais de um ou mais períodos educativos e pode acontecer interna ou externamente (Portaria nº 244/2011, Artigo 13.º, 4). Com a avaliação sumativa interna, no final de cada período letivo, pretende-se informar os

alunos e encarregados de educação “sobre o desenvolvimento das aprendizagens” (Portaria nº 244/2011, Artigo 14.º, p. 3648), com exceção do 3º período, onde a avaliação sumativa interna deve evidenciar a “apreciação global do trabalho desenvolvido pelo aluno e do seu aproveitamento ao longo do ano” (Portaria nº 244/2011, Artigo 15.º, 1 a), p. 3648).

A avaliação sumativa externa tem como objetivo “aferir o grau de desenvolvimento das aprendizagens dos alunos, mediante o recurso a instrumentos de avaliação definidos a nível nacional”, ou seja, “através de exames finais nacionais” (Portaria nº 244/2011, Artigo 17.º, p. 3649).

Esta avaliação expressa um valor que abrange as aprendizagens globais dos alunos (MEC, 1980; Portaria nº 244/2011, Artigo 13.º, 1) e tem em consideração todos os itens avaliativos, também decorrentes da avaliação formativa e/ou diagnóstica, “avaliando conhecimentos, capacidades, atitudes e valores como também o processo, isto é, se foram ou não alcançados os objectivos pretendidos” (DES-ME, 2001, p. 14).

Neste sentido, a avaliação sumativa, desprovida de análise e reflexão, atribuindo simplesmente uma nota quantitativa, pouco contribui para a “promoção da aprendizagem” (Wellington, 2000 citado em Leite, 2000, p. 4), uma vez que esta se torna pouco clara e não representa o trabalho desenvolvido pelo aluno (Leite & Fernandes, 2002). Por isso, são necessários momentos de *feedback* entre aluno e professor, de modo a que o aprendiz conheça as suas capacidades e os aspetos que deve trabalhar para superar as dificuldades (DES-ME, 2001; Leite & Fernandes, 2002). A finalidade deste tipo de avaliação é sintetizar, sob a forma de uma nota, o nível de desempenho do aluno, ao longo de um determinado intervalo de tempo.

## **2.3 - Unidades de prática de ensino supervisionada**

### **2.3.1 - Geologia - Vulcanologia**

A vulcanologia, ramo da Geologia que se dedica ao estudo do vulcanismo, apresenta um relevo importante na sociedade, uma vez que existem locais na Terra vulcanicamente ativos que, independentemente da sua localização, podem afetar todo o planeta. A vulcanologia, além de contribuir para o estudo do vulcanismo, previsão de erupções e prevenção para diminuir o número de eventuais perdas humanas e materiais, contribui também para o estudo do interior da Terra, para o estudo da formação da crosta terrestre e para o estudo da história da Terra (através das rochas vulcânicas).

A Terra, como planeta ativo, possui energia no seu interior que, por vezes, se manifesta à superfície. Um dos processos é o vulcanismo, através do qual há libertação de material proveniente do interior da Terra.

Na astenosfera, com limite superior aproximadamente aos 100 km de profundidade, parte do material mantélico atinge o ponto de fusão originando o magma (Bardintzeff & McBirney, 2000). O magma consiste numa mistura de fases (fase líquida – material rochoso fundido; fase gasosa - H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, ...; fase sólida - fragmentos de rocha encaixante e minerais que não chegaram a fundir ou já cristalizaram) (Best, 2003) e possui menor densidade que as rochas encaixantes, o que o leva a ascender e provocar fracturação nestas rochas. O magma pode ascender essencialmente através de um canal principal - chaminé vulcânica principal, ou através de sistemas de fraturas e/ou falhas - chaminés vulcânicas secundárias ou laterais (Press *et al.*, 2004).

Geralmente, o magma acumula-se num reservatório na litosfera ao qual se chama câmara magmática. Esta, após o término da(s) erupção(ões) vulcânica(s), pode esvaziar total ou parcialmente (ou seja, numa estrutura deste tipo as erupções vulcânicas podem ser recorrentes), levando à falta de sustentação das rochas sobrejacentes, podendo assim haver colapsos. Neste caso, à depressão que se forma no cimo do cone vulcânico, na cratera do vulcão (local por onde são expelidos os materiais vulcânicos), chama-se caldeira vulcânica (Hall, 1996; Bardintzeff & McBirney, 2000; Best, 2003). Quando ocorre precipitação ou degelo a caldeira vulcânica pode ficar inundada, formando lagos ou lagoas. No entanto, a câmara magmática pode voltar a ter bolsada magmática (totalidade de magma que preenche a câmara magmática) e haver uma nova erupção (que será tendencialmente violenta, o que justifica a importância de haver monitorização nas caldeiras vulcânicas) e posteriormente a formação de uma caldeira vulcânica ressurgente. Este ciclo pode voltar a ocorrer ao longo do tempo.

A acumulação de várias camadas de lava e dos materiais expelidos ao longo de uma erupção, ou resultantes de diversas erupções vulcânicas (atividade vulcânica), levam à formação do cone vulcânico.

### **2.3.1.1 - Materiais expelidos durante uma erupção vulcânica**

Não há nenhuma erupção vulcânica sem haver libertação de lava e gases, podendo haver também libertação de piroclastos (Hall, 1996).

Os gases emanados nos vulcões podem ser tóxicos para o Homem. Geralmente, a maior percentagem é de vapor de água, seguindo-se o dióxido de carbono, dióxido de enxofre, sulfureto de hidrogénio, monóxido de carbono, entre outros, em menor quantidade (Bardintzeff & McBirney, 2000; Blatt *et al.*, 2006; Press *et al.*, 2004).

Aquando da formação da Terra, a atividade vulcânica era bastante intensa, tendo os gases vulcânicos emanados originado a atmosfera primitiva. Esta teria composição semelhante à dos gases vulcânicos da atualidade, seria pobre em oxigénio e rica em vapor de água e dióxido de carbono, entre outros. A grande quantidade de água libertada pelos vulcões, em forma de vapor, terá passado ao estado líquido, devido ao arrefecimento no exterior do planeta, originando os oceanos.

Os gases vulcânicos passam a fazer parte da atmosfera, de modo que, erupções vulcânicas de longa duração, ou erupções vulcânicas muito frequentes, podem afetar a sua composição e, conseqüentemente, o clima, os ecossistemas e, assim, toda a vida no planeta (Press *et al.*, 2004).

Aos materiais projetados durante as erupções vulcânicas chamam-se piroclastos (fragmentos de rocha incandescente). Estes, ao solidificarem, podem apresentar tamanhos variados, adquirindo diferentes designações: cinzas vulcânicas (dimensões inferiores a 2 mm), lapilli ou bagacina (dimensões entre os 2 mm e os 64 mm) e bombas vulcânicas (dimensões superiores a 64 mm) (IUGS, 1989; Hall, 1996; Bardintzeff & McBirney, 2000).

Quanto menor é o tamanho do piroclasto maior será a distância a que poderá ser projetado. No entanto, há registos em que bombas vulcânicas atingiram alguns quilómetros de distância em relação à cratera. As cinzas podem permanecer em suspensão na atmosfera ao longo de grandes distâncias e durante grandes períodos de tempo (Press *et al.*, 2004).

Quando os piroclastos, devido à força da gravidade, atingem a superfície terrestre, geralmente, ainda apresentam temperaturas elevadas pelo que se podem agregar e depois solidificar, originando depósitos piroclásticos (IUGS, 1989).

### **2.3.1.2 - Tipos de lava**

A caracterização da lava (magma quando atinge a superfície) faz-se, essencialmente, segundo a sua composição química, sendo a percentagem em sílica (SiO<sub>2</sub>) o fator mais determinante. Por exemplo, quanto maior for o teor em sílica maior será a viscosidade da lava, mover-se-á mais lentamente e terá maior capacidade de retenção de gases. Em

relação à temperatura, por norma, as lavas mais viscosas possuem um ponto de fusão mais baixo do que as lavas mais fluidas (Hall, 1996; Best, 2003; Press *et al.*, 2004).

### **Lava básica ou basáltica**

A lava básica ou basáltica apresenta cor escura quando solidifica, a sua temperatura varia entre 800 e 1200 °C (Blatt *et al.*, 2006), temperaturas semelhantes às do manto superior. Devido à elevada temperatura e ao baixo teor em sílica (% sílica inferior a 52% (Blatt *et al.*, 2006)), a lava básica é muito fluida desloca-se rapidamente, atingido locais bastante distantes, e perde facilmente os gases (Hall, 1996; Bardintzeff & McBirney, 2000; Best, 2003). Este tipo de lava origina o basalto, rocha magmática extrusiva de cor escura, e ocorre geralmente associada a vulcanismo do tipo fissural.

Quando se acumulam diversas escoadas de lava básica, em terrenos aplanados, estas formam planaltos basálticos. Este tipo de lava, ao arrefecer, pode solidificar de diferentes formas e o seu aspeto pode variar, adquirindo estruturas diferentes (Press *et al.*, 2004).

As lavas encordoadas ou *pahoehoe* formam-se quando a lava é muito fluida e, ao escoar, a sua superfície, em contacto com o ar, solidifica mas, na parte inferior desta camada, continua a haver deslizamento de lava o que faz com que a parte superficial seja arrastada e contorcida, dando origem a pregas ou dobras sobrepostas que fazem lembrar cordas ou encordoamentos (Hall, 1996; Best, 2003; Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006).

As lavas escoriáceas ou *aa* ocorrem quando a lava, apesar de fluida, é mais viscosa que a lava encordoada, apresentando um aspeto rugoso, em blocos angulosos (Hall, 1996; Best, 2003; Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006).

Numa mesma erupção, a lava expelida próximo da cratera pode ter características de lavas encordoadas, por estar mais quente e num estado mais fluido, enquanto, em locais mais afastados, pode adquirir características de lavas escoriáceas, por estar num estado mais viscoso.

Por último, existem as lavas em almofada ou *pillow lavas*, que também são lavas básicas, no entanto, ocorrem apenas quando a lava entra em contacto com meio aquático. Por esta razão, sempre que se observam lavas em almofada, mesmo em locais emersos, sabemos que a erupção foi submarina (Hall, 1996; Best, 2003; Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006).

### **Lava ácida ou riolítica**

Esta lava é caracterizada por uma percentagem de sílica entre 68 e 75% (Blatt *et al.*, 2006). Por esta razão, é mais viscosa do que a lava básica e retém uma maior percentagem de gases (Hall, 1996; Blatt *et al.*, 2006). A sua temperatura é inferior à da lava básica e varia entre 650 e 800 °C de modo que, acima destas temperaturas, está em estado de fusão e quando se encontra abaixo solidifica (Blatt *et al.*, 2006). Geralmente, as lavas ácidas ocorrem associadas a vulcanismo do tipo central e dão origem a rochas e/ou piroclastos de cor clara.

### **Lava intermédia ou andesítica**

A lava é intermédia ou andesítica quando a percentagem de sílica varia entre 52 e 55% (Blatt *et al.*, 2006) e a temperatura apresenta valores entre os da lava básica e os da lava ácida. A fluidez e capacidade de retenção de gases também vão apresentar valores intermédios (Press *et al.*, 2004).

#### **2.3.1.3 - Textura da lava**

Conforme a velocidade de arrefecimento da lava, esta vai apresentar texturas diferentes. Quando o arrefecimento é lento, a textura torna-se mais irregular e rugosa (Press *et al.*, 2004). Se a lava for riolítica e arrefecer rapidamente fica com uma textura vítrea, originando a obsidiana ou vidro vulcânico (Blatt *et al.*, 2006).

No caso das bombas vulcânicas é comum ocorrer a textura vesicular, devido à grande libertação de gases e rápida solidificação da lava quando é expelida (Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006).

#### **2.3.1.4 - Tipos de vulcanismo**

Podem distinguir-se dois tipos de vulcanismo em relação ao modo como a energia interna do planeta se manifesta à superfície. Se ocorrer uma erupção vulcânica (expulsão de lava), o vulcanismo é primário/eruptivo, se houver apenas libertação de gases e/ou água, o vulcanismo é secundário/residual.

## **Vulcanismo primário ou eruptivo**

Este tipo de vulcanismo pode ser fissural ou central (Best, 2003).

O vulcanismo fissural está associado às dorsais oceânicas e ocorre quando a lava, frequentemente básica e muito fluida, irrompe a crosta até à superfície através de fraturas. (Press *et al.*, 2004). O cone vulcânico quando se forma tem vertentes muito pouco inclinadas, podendo constituir os planaltos basálticos, típicos dos fundos oceânicos e que formam a crosta oceânica, ou vulcões com vertentes muito suaves (Press *et al.*, 2004).

O vulcanismo central é o mais conhecido por estar associado a cones vulcânicos bastante pronunciados. No entanto, é de realçar que nem todas as montanhas representam cones vulcânicos. Neste tipo de vulcanismo, a ascensão do magma ocorre através da(s) chaminé(s) vulcânica(s) que faz(em) a ligação entre a câmara magmática e a cratera (Press *et al.*, 2004).

O cone vulcânico pode adquirir diferentes formas, consoante o tipo de material expelido pelo vulcão. Se os materiais expelidos forem essencialmente piroclásticos, sendo a lava ácida, o cone vulcânico terá vertentes acentuadas. Se a lava for básica, as vertentes serão suaves e, se houver alternância de libertação de piroclastos e escoadas de lava, o cone vulcânico chamar-se-á estratovulcão, podendo as vertentes ser mais acentuadas ou mais suaves, conforme a espessura ou a quantidade de camadas de piroclastos e de lava (Press *et al.*, 2004).

Quando o magma é muito ácido, a fluidez da lava é mínima e, por não conseguir mover-se, acumula-se na cratera formando um domo vulcânico que impede a libertação dos gases acumulados no interior da chaminé vulcânica. Quando os gases conseguem escapar podem originar erupções violentas/explosivas (Hall, 1996; Press *et al.*, 2004).

## **Vulcanismo secundário ou residual**

O hidrotermalismo, uma das formas de vulcanismo secundário, é frequente nas zonas das dorsais oceânicas, uma vez que são zonas fraturadas que permitem a infiltração de água. Quando a água provém do magma, designa-se magmática ou juvenil, quando é proveniente da água pluvial, designa-se meteórica. Associados ao hidrotermalismo podem existir grandes depósitos minerais e, por outro lado, o aproveitamento da energia geotérmica de águas aquecidas de forma natural (Bardintzeff & McBirney, 2000).

Por vezes, a infiltração de água através da crosta até ao manto é proporcionada por grandes sistemas de falhas. Esta água, à medida que se infiltra, vai estando sujeita ao



aumento de temperatura, com origem no calor geotérmico, no calor proveniente de bolsadas magmáticas ou da astenosfera. A água começa a aquecer e a entrar em ebulição e o vapor que se forma tende a escapar através das fraturas na rocha encaixante. À manifestação de vapor de água à superfície terrestre chama-se fumarola, no entanto, este processo geológico pode adquirir designações mais específicas, por exemplo, sulfatara, se os vapores forem ricos em enxofre e mofeta, se os vapores forem ricos em dióxido de carbono (Bardintzeff & McBirney, 2000).

O vapor de água e os gases que se formam no interior da Terra nem sempre conseguem escapar facilmente. Quando tal acontece, a pressão nos reservatórios onde estão armazenados vai aumentando até ao ponto em que expulsa violentamente os gases e o vapor de água. A água, à medida que ascende à superfície, descomprime e passa ao estado líquido, dando origem a jatos que ocorrem de forma intermitente (quando a pressão no reservatório devido à grande acumulação de gás é elevada), denominando-se géiseres (Bardintzeff & McBirney, 2000; Press *et al.*, 2004).

As nascentes termais vulcânicas consistem noutra forma de vulcanismo secundário. Estas surgem quando água aquecida, devido ao calor magmático, aflora à superfície. Normalmente, transportam minerais das rochas que atravessam, sendo águas muito mineralizadas (Bardintzeff & McBirney, 2000).

### **2.3.1.5 - Tectónica de placas**

Segundo esta teoria, a superfície da Terra encontra-se dividida em placas litosféricas, isto é, em fragmentos da litosfera. Os limites que segmentam estas placas podem ser divergentes (as placas afastam-se), convergentes (as placas colidem) ou conservativos (as placas deslizam lateralmente, sem se afastarem ou aproximarem uma da outra).

De uma maneira geral, com exceção dos limites conservativos, existe vulcanismo em todos os limites tectónicos. Naturalmente, quanto maior for a atividade do limite maior será a atividade vulcânica nesse local.

Além de existir vulcanismo interplaca, existe também vulcanismo intraplaca (5%) e, embora a maior parte dos vulcões ativos se situe nos limites convergentes (80%), é nos divergentes (15%), principalmente submarinos (dorsais oceânicas), que há libertação de grandes quantidades de lava e formação contínua de crosta terrestre (Press *et al.*, 2004).

## **Vulcanismo interplaca**

Os limites divergentes, geralmente, são locais onde há construção de crosta oceânica/basáltica, onde o magma ascende por decompressão. As fraturas associadas aos riftes, nas dorsais, promovem a entrada e a circulação de água que, ao infiltrar-se na crosta e no manto superior, na zona da astenosfera onde se situa o magma em movimentos de convecção, aquece e é expelida, arrastando consigo diversos minerais (muitos deles metálicos) e gases (principalmente sulfurosos) – fontes hidrotermais. Nestes locais, existe um conjunto de seres vivos que conseguem sobreviver às condições extremas de temperatura, luz, acidez, entre outros fatores, do ambiente em redor. As características primitivas destes organismos levam a presumir que a origem da vida na Terra tenha surgido nestas condições (Press *et al.*, 2004).

Nestes limites, as erupções são efusivas e/ou mistas, sendo essencialmente subaquáticas e originando *pillow lavas*. No entanto, também podem ocorrer no seio de crosta continental (Blatt *et al.*, 2006).

Nos limites convergentes (zonas de subducção) formam-se, geralmente, cordilheiras vulcânicas representadas por um conjunto de vulcões alinhados com a direção do limite (Blatt *et al.*, 2006). Esta cadeia de cones vulcânicos localiza-se sempre na placa litosférica que é subductada. Quando a colisão ocorre entre placas oceânicas, subducta aquela que é mais densa. No caso de colisões entre placas litosféricas continentais praticamente não há subducção de nenhuma placa (Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006).

Neste contexto tectónico, o magma que se forma devido à fusão da placa que subducta pode ser básico a ácido. Quando a colisão ocorre entre uma placa oceânica e uma continental, a fusão do material dá-se por indução de fluidos e o magma, ao ascender e atravessar a crosta continental, enriquece em sílica, tornando-se mais ácido e originando erupções explosivas (Press *et al.*, 2004; Blatt *et al.*, 2006). Na zona de subducção, local de destruição de crosta, forma-se uma depressão, que pode ser bastante profunda, onde há acumulação de sedimentos arrastados pela crosta oceânica formando um prisma de acreção (Press *et al.*, 2004).

## **Vulcanismo intraplaca**

Este tipo de vulcanismo ocorre no interior das placas litosféricas devido à existência de plumas mantélicas que, por sua vez, originam pontos quentes ao atingirem a superfície terrestre (Bardintzeff & McBirney, 2000; Press *et al.*, 2004).

Nos pontos quentes, o magma tem uma origem mais profunda proveniente do manto inferior próximo da fronteira com o núcleo externo (cerca de 2900 km) (Bardintzeff & McBirney, 2000). Tem uma composição diferente que o torna mais leve que o material envolvente e, por isso, ascende até à superfície. A esta ascensão do magma, “em coluna”, chama-se pluma mantélica.

A pluma mantélica permanece na mesma posição geográfica, no entanto, a crosta terrestre movimenta-se e, por isso, forma-se um vulcão que se vai tornando inativo, à medida que a placa se desloca. Posteriormente, forma-se um novo vulcão, por cima da pluma mantélica/ponto quente e assim, sucessivamente, levando à formação de alinhamentos de cones vulcânicos, que permitem verificar a direção do movimento da placa onde se situa o ponto quente. Nestes alinhamentos, o cone vulcânico mais antigo é o que está mais afastado do ponto quente (Bardintzeff & McBirney, 2000; Press *et al.*, 2004).

No vulcanismo intraplaca, as erupções que ocorrem na crosta oceânica são, geralmente, mais efusivas do que, na crosta continental. A lava é mais fluida nos pontos quentes oceânicos e mais viscosa nos continentais, devido ao enriquecimento em sílica proveniente da fusão parcial da crosta continental (Bardintzeff & McBirney, 2000).

#### **2.3.1.6 - Riscos vulcânicos**

Associados às erupções vulcânicas ocorrem diversos processos que podem constituir perigo para o ser humano. Estes podem estar diretamente relacionados com a erupção (escoadas de lava, nuvens ardentes, projeção de piroclastos, libertação de gases e tsunamis) ou podem ocorrer por consequência da erupção (deslizamentos de vertente, *lahares*, sismos vulcânicos, incêndios e situações de fome). Muitos destes processos são influenciados por outros fatores como o vento, a topografia do terreno, o degelo, a chuva, entre outros (Bardintzeff & McBirney, 2000; Press *et al.*, 2004).

Numa situação extrema, em que o vulcanismo seja muito intenso ou muito frequente, poderá haver alterações climáticas e extinções, em consequência da enorme quantidade de cinzas na atmosfera que, por sua vez, vai impedir que a luz solar atinja a superfície, levando, inicialmente, a uma diminuição da temperatura (Bardintzeff & McBirney, 2000). Este processo ocorreu, por exemplo, em 1815, associado à erupção do vulcão Tambora e, em 1991, à erupção do vulcão Monte Pinatubo (USGS, 2003).

### **2.3.1.7 - Previsão, monitorização e prevenção de erupções vulcânicas**

Apesar de não se conseguir identificar o dia e a hora em que uma erupção vulcânica vai ocorrer, é possível prever se está prestes a acontecer. Há sinais que o vulcão “transmite” ao Homem, que mostram indícios de que irá entrar em atividade num futuro próximo. Por este motivo, e porque há muitas zonas no nosso planeta vulcanicamente ativas, é importante que os vulcões ou as zonas vulcânicas sejam monitorizados, para tentar evitar ao máximo a perda de vidas humanas e de outras espécies.

A observação e registo de alterações químicas e físicas é importante para detetar se há risco vulcânico. Em relação às alterações químicas, os vulcanólogos devem estudar a composição dos gases emanados e a temperatura e a composição da água e do solo nas proximidades do vulcão. Em relação às alterações físicas devem estudar a atividade sísmica, o campo magnético, a força gravítica no local e verificar se há deformações no cone vulcânico ou na topografia do terreno. Existem ainda outras formas de estudar uma zona vulcânica, como por exemplo compilar o registo histórico e vigiá-la através de satélites (Bardintzeff & McBirney, 2000).

Atualmente, conhecem-se diversos instrumentos e métodos para tentar prever uma possível erupção vulcânica e tomar medidas de prevenção.

A monitorização de um vulcão consiste, por exemplo, em verificar os movimentos de magma no seu interior através de sismógrafos que detetam o local e a profundidade das vibrações provocadas pela deslocação do magma (pequenos sismos registados próximos de um vulcão podem indicar uma futura erupção). Outro método consiste em anotar o pendor das vertentes do vulcão através de clinómetros (um aumento da inclinação poderá significar o enchimento da câmara magmática, o que poderá levar também ao aparecimento de fraturas no vulcão) (Press *et al.*, 2004).

É impossível impedir um acontecimento vulcânico, no entanto, não é impossível tentar precaver e atenuar os seus efeitos nefastos. Para isso, é importante que haja monitorização constante das zonas vulcânicas, gestão e ordenamento do território (impedindo que as populações se instalem em zonas consideradas perigosas), sistemas de alerta, planos de evacuação, além da educação da população que deve ser promovida pela escola (Bardintzeff & McBirney, 2000).

### **2.3.1.8 - Benefícios**

Os materiais vulcânicos são caracterizados por tornarem os solos bastante férteis, devido à sua riqueza em elementos químicos essenciais para as plantas. Por isso, as populações tendem a cultivar estas zonas e a fixar-se próximo dos vulcões, mesmo conhecendo os riscos (Bardintzeff & McBirney, 2000; Press *et al.*, 2004).

Os materiais vulcânicos, como já foi referido anteriormente, trazem também vantagens ao Homem. São exemplos os minerais economicamente rentáveis, como metais, enxofre, entre outros, e a energia geotérmica que pode ser aproveitada para vários fins como produzir eletricidade, aquecer as casas e cozinhar (Press *et al.*, 2004).

### **2.3.1.9 - Vulcanismo em Portugal**

Em Portugal Continental e na Madeira não existe vulcanismo ativo, contudo, nos Açores, este tipo de processo geológico é recorrente.

Apesar de, atualmente, não haver vulcanismo em Portugal Continental, conhecem-se vestígios da sua ocorrência no passado, por exemplo na região de Lisboa e no Algarve. No caso da Madeira, a sua formação esteve associada a um ponto quente (Galopim de Carvalho & Brandão, 1991). Nos Açores, foi detectado, em 1998, um tipo de vulcanismo submarino, cuja característica principal é apresentar blocos de lava flutuantes no oceano, e que foi classificado como “serretiano” por ocorrer na Ilha da Serreta (Forjaz *et al.*, 2000).

O vulcanismo dos Açores é muito complexo, contudo, pode afirmar-se que está associado a um conjunto de sistemas de fraturas e falhas, relacionadas com a existência da dorsal médio atlântica e com a junção de 3 placas tectónicas (França *et al.*, 2009). Existe ainda a conjugação deste contexto tectono-estrutural com o do vulcanismo intraplaca, ponto quente (Madeira, 2005).

## **2.3.2 - Biologia - Mecanismos de evolução**

Desde muito cedo que o Homem começou a interessar-se e a interrogar-se sobre a origem dos seres vivos e, mais tarde, como surgiu a biodiversidade. No início, não se admitia sequer uma hipótese evolutiva, ou seja, a modificação dos seres vivos e o aparecimento de novos seres a partir de alterações nos seres pré-existentes. Tal conceção provinha das ideias fixistas, predominantes até ao início do século XIX. Nesta época, a religião comandava o pensamento das populações e, por isso, não havia lugar para admitir

a mudança, pois acreditava-se num “deus todo-poderoso”, criador de todas as espécies, sendo estas imutáveis.

Com o desenvolvimento cultural, socioeconómico, político e, principalmente, científico-tecnológico, houve alterações na maneira de pensar e começou-se a acreditar na transformação dos seres vivos, assim como na sua evolução ao longo do tempo.

### **2.3.2.1 - Fixismo**

Segundo Aristóteles e Platão, as espécies eram inalteráveis, permanentes e perfeitas, em que cada uma ocupava um lugar fixo, sem haver possibilidade de mudança.

Mais tarde, Lineu considerou que as espécies foram originadas por criação divina, e por isso, eram estáveis e perfeitas. As imperfeições, que poderiam ocorrer, derivavam da imperfeição e corrupção do mundo.

Cuvier explicava o aparecimento e desaparecimento de certos seres vivos, com as catástrofes naturais. Para este naturalista, o aparecimento de fósseis diferentes numa sucessão de estratos era explicado pela extinção dos seres que povoavam a zona fustigada, com posterior repovoamento, por seres que migravam de outras áreas. O aparecimento de fósseis, com formas distintas da atualidade, corresponderia a criações anteriores que desapareceram completamente, devido aos acontecimentos catastróficos (Futuyma, 1998; Campbell *et al.*, 2008).

### **2.3.2.2 - Transição fixismo – evolucionismo**

Hutton e o seu discípulo Lyell, mais dedicados à área da geologia, contribuíram para a formação de ideias evolucionistas. No final do século XVIII/início do século XIX, estes naturalistas admitiram que a Terra tinha uma idade superior à considerada até então, o que permitia que as espécies se pudessem ter modificado ao longo do tempo, e divulgaram a lei do uniformitarismo baseada no actualismo (“o presente é a chave do passado”), no gradualismo (as alterações geológicas são lentas e graduais) e no princípio de que as leis naturais são constantes no espaço e no tempo. Mais tarde, esta lei foi utilizada por Darwin para comprovar a sua teoria evolucionista, aplicando os conhecimentos da geologia ao mundo vivo (Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrímsson, 2008).

Também a taxonomia, iniciada pelo fixista Lineu, acabou por contribuir para a aceitação do evolucionismo, uma vez que o estudo pormenorizado da morfologia dos seres vivos permitiu conhecer as semelhanças e diferenças entre estes, sugerindo a existência de

relações de parentesco ou até uma possível origem comum, entre aqueles que mais se assemelhavam.

Os estudos paleontológicos vieram, igualmente, contrariar a imutabilidade das espécies, pois alguns fósseis representam formas de transição entre grupos de seres vivos diferentes como, por exemplo, o *Archaeopteryx* que apresenta características de répteis e de aves (Futuyma, 1998).

A evolução das ideias e a alteração dos contextos socioeconômicos, políticos e religiosos contribuíram para o abandono da visão estática do mundo e permitiram o avanço da ciência, levando ao desenvolvimento do evolucionismo, no início do século XIX.

### **2.3.2.3 - Evolucionismo**

A teoria de Lamarck pode ser considerada como a primeira teoria evolucionista, tendo-se apoiado nos princípios do uso e não uso e da transmissão dos caracteres adquiridos para explicar, com base na comparação dos seres vivos com as formas fósseis, que os primeiros reagem à ação do ambiente e os seus órgãos ao uso e não uso (Campbell *et al.*, 2008). O primeiro estava relacionado com a necessidade dos seres vivos se adaptarem às condições ambientais, levando a um uso (hipertrofia) ou a um não uso (atrofia) de determinados órgãos ou estruturas e, o segundo, com as modificações adquiridas que, segundo o lamarquismo, seriam transmitidas à descendência. Até agora, não existem evidências para a hereditariedade dos caracteres adquiridos postulada por Lamarck.

Atualmente, o evolucionismo é explicado pela teoria darwinista que surgiu após a viagem que Darwin fez à volta do mundo, em 1831, durante a qual observou e recolheu dados que, posteriormente, viriam a servir de suporte para a sua teoria sobre a origem das espécies. Entre estes dados destacam-se os biogeográficos, tendo analisado e comparado as semelhanças e/ou diferenças de espécies geograficamente distantes ou próximas. À semelhança do que acontece com a Terra, os seres vivos também experimentam modificações lentas e graduais que levam ao aparecimento de novas espécies. Além disso, Darwin teve uma oportunidade única para estudar as adaptações dos organismos em várias partes do mundo, tendo verificado, mais tarde, que as adaptações ao meio e a origem de novas espécies eram processos que estavam relacionados.

Após a viagem, Darwin conseguiu selecionar pombos, com determinadas características, a partir de cruzamentos induzidos, a que chamou seleção artificial. Estes estudos, em conjunto com as observações efetuadas durante a viagem, permitiram-lhe

desenvolver a teoria da evolução que compreende três componentes principais: 1) as espécies não são imutáveis, mas sofrem alterações ao longo do tempo, 2) o agente responsável pelas alterações é a seleção natural e 3) espécies diferentes partilham um ancestral comum (Sadava *et al.*, 2011). Darwin considerou ainda que a variabilidade intraespecífica permite que os seres com características mais vantajosas sobrevivam e transmitam essas características à descendência (Campbell *et al.*, 2008).

Apesar de Wallace ter também proposto uma teoria sobre seleção natural muito idêntica à de Darwin, Darwin publicou o seu livro, em 1859, “On the origin of species by means of natural selection”, normalmente referido como “The origin of species” (Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

#### **2.3.2.4 - Neodarwinismo ou teoria sintética da evolução**

Darwin apesar de não ter conseguido desenvolver a teoria da hereditariedade, nem compreender o significado dos trabalhos de Mendel, considerava que os conhecimentos sobre hereditariedade eram fundamentais para explicar a sua teoria (Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011). A redescoberta dos trabalhos de Mendel contribuiu para o desenvolvimento da genética de populações que permitiu estudar as variações inter e intraespecíficas (Sadava *et al.*, 2011).

Tendo como suporte a teoria de Darwin, surge a teoria do neodarwinismo ou teoria sintética da evolução que engloba os dados resultantes do avanço da ciência e da tecnologia. Estes conhecimentos permitem explicar a variabilidade intraespecífica que está relacionada com a existência de mutações e de recombinações genéticas. As primeiras podem tornar os indivíduos mais ou menos aptos ao meio, enquanto as segundas ocorrem apenas associadas à reprodução sexuada. As recombinações genéticas podem ocorrer na meiose, durante o *crossing-over* onde há recombinação entre os cromossomas homólogos, durante a separação aleatória dos cromossomas homólogos, que origina gâmetas com combinações diferentes de informação, ou na fecundação, devido à união dos indivíduos e dos gâmetas ser aleatória. Estes processos têm a capacidade de promover a inconstância do fundo genético, aumentar a possibilidade de aparecimento de variações favoráveis, incrementar a probabilidade de adaptação às variações do ambiente e conferir mais hipóteses de sobrevivência, originando um maior número de descendentes. Assim, nesta teoria, a população funciona como unidade de evolução (Futuyma, 1998; Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011).



Presentemente, existem muitas evidências, no âmbito da anatomia comparada, paleontologia, embriologia, biogeografia, citologia e biologia molecular, que validam a teoria do evolucionismo.

### **Anatomia comparada**

O estudo dos padrões anatómicos de alguns animais levou os cientistas a estabelecerem relações entre organismos, o que permitiu identificar, para um determinado grupo de seres vivos, relações de parentesco e uma possível origem comum (Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008).

A existência de estruturas homólogas (mesmo plano estrutural mas com funções diferentes) em indivíduos de espécies diferentes indica uma descendência comum (monofilética) e representa uma evolução divergente (Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

As homologias opõem-se às analogias, estruturas com função semelhante e com um plano estrutural e ontogénese diferentes, uma vez que pertencem a grupos biológicos distanciados com diferentes raízes filogenéticas (origem polifilética) e que estão associadas a uma evolução convergente (Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

### **Paleontologia**

Os fósseis permitem conhecer a história da vida na Terra, embora o processo de fossilização só aconteça em condições excecionais e os fósseis que afloram não correspondem, necessariamente, a todo o tipo de seres vivos que existiram.

Os fósseis de forma intermédia ou fósseis de transição apresentam características que existem em diferentes grupos de seres vivos e correspondem a pontos de ramificação que conduziram à formação de novos grupos taxonómicos (Futuyma, 1998; Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

### **Embriologia**

Após a observação de embriões de diferentes animais concluiu-se que, nas primeiras fases de desenvolvimento embrionário, existem muitas semelhanças entre os embriões. Este facto sugere uma origem comum e quanto maior for o grau de semelhança, entre os

embriões dos animais, maior é o grau de parentesco ou filogenia entre eles (Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

### **Biogeografia**

A análise e estudo da distribuição das espécies tem permitido verificar que estas tendem a ser tanto mais semelhantes quanto maior a sua proximidade geográfica. No entanto, espécies que estejam próximas geograficamente, devido às características e influências típicas de cada habitat, apesar de serem semelhantes, apresentam diferenças resultantes da adaptação ao meio (Futuyma, 1998; Campbell *et al.*, 2008; Hall & Hallgrimsson, 2008).

### **Citologia**

O facto de a célula ser a unidade básica da vida, e de todos os seres vivos serem constituídos por uma ou mais células, consolida a teoria de uma origem comum para todos os seres vivos (Hall & Hallgrimsson, 2008).

### **Biologia molecular**

Todos os seres vivos possuem compostos orgânicos (DNA, RNA, glícidos, lípidos, prótidos, ácidos nucleicos), realizam processos metabólicos e mecanismos de síntese proteica e utilizam energia metabólica (ATP). O estudo da base molecular e a expressão dos genes suportam a hipótese de uma origem comum para os seres vivos (Hall & Hallgrimsson, 2008; Sadava *et al.*, 2011). Além disso, a universalidade do código genético é uma forte evidência de que existe uma relação entre as diferentes formas de vida (Campbell *et al.*, 2008).

### **3 - METODOLOGIA**

#### **3.1 - Caracterização da amostra**

A amostra (N=47) foi constituída pelos alunos de duas turmas (uma de 10º ano e outra de 11º), numa escola do centro de Coimbra, onde foram lecionados os temas das unidades de prática de ensino supervisionada.

A turma do 10º ano era composta por 28 alunos, 12 rapazes e 16 raparigas, com idades entre 14 e 15 anos, sendo a média das idades 14,7. Nesta turma, dos 28 alunos, 4 (14%) apresentavam algumas dificuldades de aprendizagem e 1 encontrava-se a fazer melhoria da disciplina. Dezassete alunos (61%) afirmaram gostar de estudar e a disciplina de Biologia e Geologia era a favorita de 12 (43%).

A turma do 11º ano era composta por 19 alunos, 9 raparigas e 10 rapazes, com idades entre 15 e 18 anos, sendo a média das idades 16,2. Na turma existiam 8 alunos (42%) com algumas dificuldades de aprendizagem, dois dos quais eram repetentes. Oito alunos (42%) afirmaram gostar de estudar e a disciplina de Biologia e Geologia era a favorita para 6 (32%).

De uma forma geral, todos os alunos que integraram este estudo tinham ambição de continuar os estudos e 42 (89%) pretendiam ingressar no ensino superior.

Comparando as duas turmas, a turma do 11º ano apresentava uma percentagem maior de alunos com dificuldades de aprendizagem e percentagem menor que gostava de estudar e que considerava a Biologia e Geologia a sua disciplina preferida. Assim, será de esperar que os resultados obtidos pela turma de 10º ano sejam superiores aos da turma de 11º ano.

#### **3.2 - Seleção, planificação e avaliação diagnóstica das unidades de Geologia e Biologia**

No início do ano letivo (2011/2012), foram selecionados os temas para as unidades de prática de ensino supervisionada, tendo em consideração os conteúdos programáticos de dois níveis de escolaridade do Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias. Assim, foi escolhido o ponto 2 – Vulcanologia do tema III – Compreender a Estrutura e a Dinâmica da Geosfera, a lecionar no 1º período, no 10º ano e o ponto 2 - Mecanismos de Evolução da unidade 7 – Evolução Biológica, a lecionar no 2º período, no 11º ano (Anexo I).

Para cada uma das unidades, foi elaborada uma planificação (Anexo II) identificando as estratégias para lecionar os conteúdos programáticos e as competências a desenvolver de

acordo com as Orientações e Programas do Ensino Secundário para a disciplina de Biologia e Geologia do 10º e 11º ano.

No início da primeira aula de Vulcanologia e de Mecanismos de evolução, foi aplicado um teste diagnóstico. O primeiro tema tinha sido já lecionado no 7º ano, embora de uma forma simples, enquanto o segundo representava uma novidade, em termos curriculares, para os alunos do 11º ano.

### **3.3 - Lecionação das unidades**

A lecionação das unidades foi efetuada recorrendo a várias estratégias, atendendo às tecnologias e materiais/recursos disponíveis na escola. Foram também construídos materiais didáticos: apresentações de diapositivos e fichas de trabalho relativas às atividades práticas laboratoriais e aos vídeos projetados.

Para além dos materiais didáticos, foram ainda utilizados os manuais escolares adotados pela escola e vídeos de curta (alguns segundos/minutos) e de longa duração (cerca de 45 min).

#### **3.3.1 - Estratégias**

As estratégias implementadas consistiram na utilização de diapositivos e realização de atividades práticas, entre elas, fichas de trabalho, trabalho laboratorial e projeção de vídeos.

#### **3.3.2 - Materiais didáticos**

##### **3.3.2.1 - Diapositivos e fichas de trabalho**

Os diapositivos, para a componente de geologia e de biologia (Anexo III), foram elaborados de forma a serem elucidativos, apelativos e sintéticos, tendo-se recorrido, frequentemente, a imagens, vídeos e tabelas de síntese. Além disso, para cada unidade de ensino, foram elaboradas fichas de trabalho complementares às fichas dos manuais escolares, às atividades práticas laboratoriais e à observação de vídeos.

Na unidade de vulcanologia foram construídas duas fichas de trabalho que foram resolvidas em aulas de 135 min (2 turnos) e que contribuíram para a avaliação formativa dos alunos. A primeira compreendeu duas atividades (fig. 1). A atividade 1 referia-se à simulação de erupções vulcânicas e a atividade 2 foi destinada à observação de materiais

vulcânicos (vidro vulcânico/obsidiana, bomba vulcânica, cinzas vulcânicas, lapilli/bagacina). A segunda (fig. 2) incidiu sobre os riscos e benefícios do vulcanismo e a minimização dos riscos vulcânicos que foram apresentados através de um vídeo. A correção destas duas fichas de trabalho encontra-se na figura 3.

Na unidade de mecanismos de evolução foram construídas três fichas de trabalho, sendo as duas primeiras (figs. 4 e 5) adaptadas de manuais escolares. A primeira (fig. 4) destinou-se a introduzir a problemática “Fixismo vs. Evolucionismo”, apresentando um resumo que confronta as ideias fixistas e evolucionistas. Depois de lecionada a teoria de Lamarck, foi resolvida a segunda ficha de trabalho (fig. 5) sobre esta temática. A última ficha (fig. 6), sobre o vídeo relativo à viagem de Darwin, foi resolvida numa aula de 135 min (2 turnos). A correção destas três fichas de trabalho encontra-se na figura 7.

Logótipo  
da Escola

Escola Secundária \_\_\_\_\_

Biologia e Geologia – 10<sup>o</sup> \_\_ 2011/2012

Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Data: 15/11/11

## Ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos”

### Atividades práticas

#### Atividade 1 – Simulação de vulcões

A atividade que se segue requer cuidados especiais. É importante seguir as regras de segurança no laboratório.

##### A. Simulação 1

**Material:** tabuleiro metálico (5 cm x 36,5 cm); areia (3 kg); forma metálica cônica (fig.1); cabeças de fósforo (12); cabeças de fósforo com 1cm de pé (6); dicromato de amónio (30 g); açúcar (20 g); enxofre (2 g); espátula.

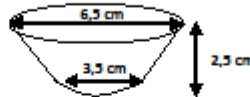


Figura 1 – Forma metálica cônica e suas dimensões.

#### Procedimento

- 1- Colocar a areia dentro do tabuleiro.
- 2- Enterrar a forma metálica no centro, de modo a ficar com a abertura ao nível da areia.
- 3- Colocar na forma, com o auxílio da espátula, alternadamente:
  - 10 g de dicromato de amónio;
  - 6 cabeças de fósforo;
  - 1 g de enxofre;
  - 10 g de açúcar;
  - 10 g de dicromato de amónio;
  - 6 cabeças de fósforo;
  - 1 g de enxofre;
  - 10 g de açúcar;
  - 10 g de dicromato de amónio.
- 4- Inserir os 6 fósforos com pé, na última camada de dicromato de amónio, de modo a que as cabeças fiquem de fora.
- 5- Acender os últimos 6 fósforos.

**A.1** – Desenha o aparelho vulcânico e o tipo de materiais expelidos, no quadro da figura 1.

Figura 1 – Ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos”.



### **B. Simulação 2**

**Material:** tabuleiro metálico (5 cm x 36,5 cm); areia (3 kg); gobelé de 150 ml e de 250 ml; recipiente de madeira (14 cm x 4 cm x 3,5 cm); vareta de vidro; bicarbonato de sódio (20 g); vinagre (60 ml); corante alimentar encarnado (5 gotas); detergente da loiça (40 ml); água (40 ml).

#### **Procedimento**

- 1- Colocar a areia dentro do tabuleiro.
- 2- Enterrar o recipiente de madeira no centro, de modo a ficar com a abertura ao nível da areia.
- 3- Colocar o bicarbonato de sódio no recipiente de madeira.
- 4- Colocar no gobelé de 250 ml o vinagre, o corante, a água e o detergente.
- 5- Misturar com a vareta de vidro e colocar no recipiente de madeira.

**B.1 –** Desenha o aparelho vulcânico e o tipo de materiais expelidos, no quadro da figura 2.



Figura 1 – Ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos” (continuação).

C. Após a realização das experiências responde às questões de 1 a 4.

1- Refere o que se pretende representar com a areia e com a mistura de reagentes.

---

2- Explica em que consiste um cone vulcânico.

---

3- Faz a correspondência entre os números da coluna A e as letras da coluna B.

Coluna A	Coluna B
1 - Simulação 1 2 - Simulação 2	A- Erupção do tipo explosivo B- Erupção do tipo efusivo C- Lava fluida D- Lava viscosa E- Piroclastos F- Gases G- Vulcão do tipo central H- Vulcão do tipo fissural

---

4- Identifica duas diferenças entre os vulcões simulados e os vulcões reais.

---

---

### Atividade 2 - Materiais vulcânicos

A. Observa, atentamente, os materiais que estão em cima da bancada e responde às questões 1 e 2.

1- Faz corresponder as letras (representantes das amostras de mão) aos números da coluna da designação dos materiais e aos números da definição dos materiais.

Materiais	Designação dos materiais	Definição dos materiais
A- ____ B- ____ C- ____ D- ____ E- ____	1- Vidro vulcânico/obsidiana 2- Bomba vulcânica 3- Cinza vulcânica 4- Lapilli/bagacina	I. Material piroclástico com dimensões inferiores a 2 mm II. Material resultante do arrefecimento muito rápido de magma rico em sílica III. Material piroclástico com dimensões superiores a 64 mm IV. Material piroclástico com dimensões entre 2 mm e 64 mm

2- Refere a origem destes materiais.

---

Figura 1 – Ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos” (continuação).



Logótipo  
da Escola

Escola Secundária \_\_\_\_\_  
Biologia e Geologia – 10<sup>º</sup> \_\_ 2011/2012  
Data: 22/11/11

### Ficha de trabalho “Vulcões”

Responde às questões de 1 a 6, baseadas no filme “Vulcões”.

- 1- Refere 3 materiais e/ou processos associados ao vulcanismo primário que constituem uma ameaça para o Homem e outros seres vivos.

---

---

- 2- Indica 3 consequências vantajosas do vulcanismo.

---

---

- 3- Existirão algumas alternativas para o estudo *in situ* de vulcões ativos, apesar de alguns vulcanólogos arriscarem a sua vida para este tipo de estudo?

---

---

- 4- Hoje em dia é possível prever algumas erupções vulcânicas. Que métodos usam os vulcanólogos para prever a atividade vulcânica?

---

---

- 5- Qual o primeiro passo de atuação da Proteção Civil para proteger uma população em risco de ser afetada por uma erupção vulcânica?

---

- 6- Comenta a seguinte afirmação “Os vulcões podem causar destruição mas também produzem riqueza”.

---

---

---

---

Figura 2 - Ficha de trabalho “Vulcões”.

### **Questões da ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos”**

#### **Atividade 1 – Simulação de vulcões**

- 1- A areia representa o cone vulcânico e a mistura de reagentes o magma/lava.
- 2- O cone vulcânico resulta da acumulação de materiais libertados pelo vulcão.
- 3- 1 – a, d, e, f, g; 2- b, c, h, f
- 4- Tamanho/dimensões; tipo de materiais/composições diferentes; força/dimensão da erupção; perigos e danos provocados; temperatura; duração da erupção; ...

#### **Atividade 2 – Materiais vulcânicos**

- 1-
  - A- 1; II
  - B- 2; III
  - C- 3; I
  - D- 4; IV

- 2- Os materiais têm origem vulcânica.

### **Questões da ficha de trabalho “Vulcões”**

- 1- Escoadas de lava; nuvens de cinza; sismos; gases tóxicos; avalanche incandescente; projeções de piroclastos; tsunamis; ...
- 2- Propriedades curativas (reumatismo, artrite, asma, problemas de estômago); alguns vulcões subaquáticos trazem vida; solos férteis (cinzas vulcânicas são ricas em nutrientes); exploração de minerais e elementos químicos (enxofre);...
- 3- Robots, helicópteros, ...
- 4- Satélites; raios laser; ...
- 5- Evacuação das áreas mais perigosas.
- 6- Os vulcões quando entram em erupção podem destruir tudo à sua volta, podendo provocar danos materiais como danos na vida de alguns seres. No entanto, nem todas as consequências do vulcanismo são negativas, pois este pode dar origem a outras formas de vida, pode tornar os solos mais férteis, entre outros aspetos positivos. Logo, apesar de destruírem (quando estão em erupção) também podem trazer benefícios à população humana e a outros seres vivos (quando não estão em erupção).

Figura 3 – Correção das fichas de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos” e “Vulcões”.

### Ficha de trabalho “Fixismo vs. Evolucionismo”

A origem e as teorias de evolução dos seres vivos têm variado ao longo dos tempos.

A teoria da geração espontânea foi apresentada inicialmente por Aristóteles (influenciado por Platão) - os seres vivos tinham origem na matéria não viva (ex.: os ratos originavam-se a partir do pó e restos de alimentos). Após a sua formação, os organismos não poderiam alterar as suas características.

A teoria criacionista é baseada nos escritos bíblicos - as espécies eram criadas por Deus, todas as espécies de seres vivos permaneciam imutáveis e qualquer erro seria devido à imperfeição do mundo.

A ideia de que o mundo apresenta variações ao longo do tempo e de que as espécies não são exceção colocou em causa a conceção fixista.

Lineu (1707-1778), apesar de ser fixista, desenvolveu estudos de taxonomia dos seres vivos com base nas características morfológicas, tendo constatado a existência de muitas semelhanças entre os organismos. Lineu foi um criacionista, mas os seus trabalhos contribuíram para o desenvolvimento das ideias evolucionistas.

A teoria catastrofista foi elaborada, em 1799, pelo naturalista Cuvier - as catástrofes locais (glaciações, terremotos) destruíam as formas de vida existentes nessa região, provocando extinções. Posteriormente, essas regiões seriam repovoadas com espécies provenientes de outros locais. Deste modo, Cuvier tentou explicar a existência de, numa sequência de estratos, haver fósseis com características tão diferentes.

Em 1778, Hutton estabeleceu uma idade para a Terra muito superior aos 6000 anos até então aceites. Mais tarde, Lyell (1797-1875) publica o Princípio do Actualismo, defendendo que os fatores responsáveis pela geodinâmica externa são os mesmos desde o início da formação da Terra, sendo “o presente a chave do passado”. Também as conceções gradualistas de Lyell, aplicadas à geologia, conduziram ao desenvolvimento de ideias evolucionistas no campo da biologia.

O lamarquismo foi apresentado por Jean Baptiste de Monet, cavaleiro de Lamarck (1744 – 1829) - as alterações do ambiente e a necessidade dos indivíduos eram responsáveis pela evolução. Os seres vivos tinham um impulso interior que lhes permitia adaptarem-se ao meio.

O darwinismo foi apresentado pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809 – 1882) - explica a evolução da espécie em função das mudanças ambientais. Sempre que as condições ambientais variem significativamente (escassez de alimento, alterações climáticas, entre outras) sobrevivem aqueles que possuem características vantajosas. Ocorre, deste modo, uma seleção natural, que atua sobre a variabilidade dos seres vivos permitindo que estes evoluam gradualmente através dos tempos, baseando-se nas relações de parentesco.

(adaptado de Silva *et al.*, 2007)

1- Quais das teorias supracitadas consideras fixistas e evolucionistas?

Teorias fixistas: \_\_\_\_\_

Teorias evolucionistas: \_\_\_\_\_

1.1- Refere as principais diferenças entre o fixismo e o evolucionismo.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2- Indica os contributos, referidos no texto, para o desenvolvimento das teorias evolucionistas.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Figura 4 – Ficha de trabalho “Fixismo vs. Evolucionismo”.

### Ficha de trabalho “Lamarquismo”

“Eis uma ave terrestre que é obrigada a viver em regiões inundadas ou transformadas em lagos. Levada a procurar o alimento nas águas, quer dizer, obrigada a nadar, faz esforços para este fim; por isso, afasta os dedos e a pele que une a base destes, que adquire o hábito de se distender. À força de esforços repetidos durante gerações, esta pele desenvolver-se-ia lentamente, cresceria pouco a pouco, milímetro a milímetro. Tal seria a origem da membrana interdigital (fig. 1), característica das patas dos gansos, dos patos e dos cisnes.” Lamarck



Figura 1 – Aparecimento da membrana interdigital.

“Se numa região diminuisse a intensidade das chuvas, as plantas passariam, como consequência, a ter necessidade de conservar a água. Passados muitos anos, à medida que a região se tornasse mais parecida com um deserto, as plantas transmitiriam aos descendentes as características que tinham adquirido para reter água. Deste modo, ter-se-iam originado as plantas típicas das regiões desérticas (fig. 2), como os cactos, capazes de armazenar grandes quantidades de água.” Lamarck

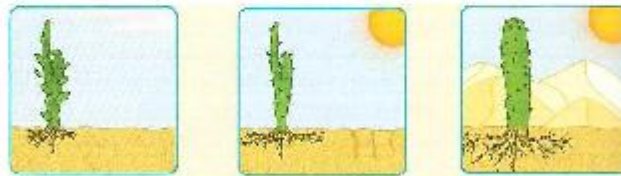


Figura 2 – Aparecimento das plantas típicas das regiões desérticas.

- 1- Com base nos textos de Lamarck, procura identificar as principais causas da evolução dos seres vivos.  
\_\_\_\_\_
- 2- Identifica, nos textos, expressões que traduzam os dois princípios fundamentais do Lamarquismo.  
\_\_\_\_\_
- 3- Com base na teoria de Lamarck, explica o desaparecimento dos membros nas cobras.  
\_\_\_\_\_
- 4- Segundo o Lamarquismo, o que seria de esperar que acontecesse aos descendentes de um trabalhador braçal (fig. 3), relativamente ao desenvolvimento da musculatura?  
\_\_\_\_\_



Figura 3 – Trabalhador braçal.

(Adaptado de Matias & Martins, 2004)

Figura 5 – Ficha de trabalho “Lamarquismo”.

Logótipo  
da Escola

Escola Secundária \_\_\_\_\_  
Biologia e Geologia – 11<sup>º</sup> \_\_\_ 2011/2012

Nome: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_ Data: 16/1/12

### Ficha de trabalho “A Viagem Perdida de Darwin”

Completa as afirmações de 1 a 14, baseadas no filme “A Viagem Perdida de Darwin”, escolhendo a opção mais adequada.

1- A obra que Darwin escreveu após alguns anos de ter embarcado no Beagle foi....

- Origem das Espécies.
- Princípios de Geologia.
- Ensaio Sobre a População.

2- A viagem que Darwin realizou foi...

- à volta do mundo.
- até África.
- à volta da Europa.

3- No início da viagem, Darwin acreditava que as espécies eram...

- mutáveis.
- criadas.
- alteráveis.

4- Darwin, descobriu no Uruguai e na Argentina, ...

- fósseis, que comparou com animais vivos.
- plantas, que comparou com animais vivos.
- insetos, que comparou com animais vivos.

5- A compreensão de alguns elementos geológicos (fósseis, sismos, ilhas vulcânicas) levou Darwin a admitir...

- uma evolução nos seres vivos.
- que os nandus são avestruzes.
- que as Galápagos são ilhas vulcânicas.

6- Na Patagónia, Darwin descobriu que o Rio Negro separa dois grupos de aves: ...

- nandus grandes de nandus pequenos.
- tentilhões escuros de tentilhões claros.
- tordos escuros de tordos claros.

7- Para as aves que não conseguem voar, como os pinguins, Darwin admitiu que...

- não lhes apetecia voar.
- perderam a capacidade de voar devido à predação.
- perderam a capacidade de voar devido a uma mutação.

Figura 6 – Ficha de trabalho “A Viagem Perdida de Darwin”.

8- No cimo dos Andes, para explicar a existência de fósseis marinhos, Darwin seguiu as ideias de...

- Lyell.
- Malthus.
- Lineu.

9- O que mais impressionou Darwin foram os tordos que apresentavam...

- bicos de tamanho igual em todas as ilhas das Galápagos.
- bicos de tamanho diferente em todas as ilhas das Galápagos.
- bicos de cor igual em todas as ilhas das Galápagos.

10- Os corais formam-se associados a...

- ilhas vulcânicas.
- plantas.
- peixes.

11- Segundo Darwin, as ilhas puderam ser povoadas porque...

- o oceano permite a movimentação de espécies.
- o oceano impede a movimentação de espécies.
- o Homem impede a movimentação de espécies.

12- No final da viagem Darwin admite que as espécies ...

- se transformam.
- se mantêm imutáveis.
- não estão relacionadas entre si.

13- A luta pela sobrevivência não favorece ...

- os mais aptos.
- os menos aptos.
- nem os mais aptos, nem os menos aptos.

14- As espécies com as características mais favoráveis são ...

- preservadas.
- eliminadas.
- menos abundantes.

Figura 6 – Ficha de trabalho “A Viagem Perdida de Darwin” (continuação).

### **Questões da ficha de trabalho “Fixismo vs. Evolucionismo”**

1- Teorias fixistas: geração espontânea; criacionista; catastrofista.

Teorias evolucionistas: lamarquismo; darwinismo.

1.1- O fixismo considera que os seres a partir do momento em que são formados não sofrem evolução, enquanto o evolucionismo defende a evolução dos organismos ao longo dos tempos.

2- O desenvolvimento da taxonomia, que permitiu a observação de semelhanças entre os seres vivos; o facto da idade da Terra ser muito superior àquela até então considerada e o princípio do actualismo e do gradualismo.

### **Questões da ficha de trabalho “Lamarquismo”**

1- Lamarck considerava que as alterações do ambiente e a necessidade dos indivíduos seriam as causas responsáveis pela evolução.

2- Lei do uso e do não uso: “... faz esforços para este fim; por isso, afasta os dedos e a pele que une a base destes que adquire o hábito de se distender.”

Lei dos caracteres adquiridos: “... as plantas transmitiram aos descendentes as características que tinham adquirido para reter água.”

3- Os membros das cobras constituíam uma dificuldade para a sua deslocação entre a vegetação densa ou aberturas estreitas. O facto de não usarem os membros conduziu à sua atrofia e desaparecimento (lei do uso e do não uso).

4- Os descendentes deveriam herdar as características transmitidas pelo progenitor e, assim, apresentarem músculos desenvolvidos (lei da transmissão dos caracteres adquiridos).

### **Questões da ficha de trabalho “A Viagem Perdida de Darwin”**

1- Origem das Espécies; 2- à volta do mundo; 3- criadas; 4- fósseis, que comparou com animais vivos; 5- uma evolução nos seres vivos; 6- nandus grandes de nandus pequenos; 7- perderam a capacidade de voar devido a uma mutação; 8- Lyell; 9- bicos de tamanho diferente em todas as ilhas das Galápagos; 10- ilhas vulcânicas; 11- o oceano permite a movimentação de espécies; 12- se transformam; 13- os menos aptos; 14- preservadas

Figura 7 - Correção das fichas de trabalho “Fixismo vs. Evolucionismo”, “Lamarquismo” e “A Viagem Perdida de Darwin”.

### **3.3.2.2 - Vídeos**

A opção de apresentar vídeos nas aulas surgiu essencialmente com o tema vulcanologia, por ser um assunto que é mais fácil de se entender através da observação. A aplicação e enquadramento dos vídeos, alguns retirados da INTERNET, no contexto de sala de aula, são apresentados na planificação das unidades (Anexo II).

Na unidade de vulcanologia foram projetados vários vídeos de curta duração, ao longo das aulas, enquanto nos mecanismos de evolução, foi projetado apenas um, na última aula da unidade, para sintetizar a matéria lecionada. Além destes vídeos de curta duração, foram também incluídos vídeos de longa duração sobre um tópico específico da unidade. Assim, para a componente de geologia, optou-se por projetar o vídeo “Vulcões” e, para a componente de biologia, projetou-se o vídeo “A Viagem Perdida de Darwin”.

### **3.3.2.3 - Exercícios/atividades dos manuais escolares**

Foram realizados alguns exercícios (atividades práticas de papel e lápis) dos manuais escolares do 10º e 11º ano.

Na turma do 10º ano, foram realizadas atividades sobre “Morfologia do vulcão e tipo de actividade vulcânica”, “Vulcanismo do tipo serretiano” e “Vulcanismo intraplaca”, enquanto na turma do 11º ano, foram realizadas as atividades “Como evoluem as espécies por seleção natural?”, “Em que difere o lamarquismo do darwinismo?”, “Que há de comum nos membros dos vertebrados?” e “Evolução ao longo do tempo, da borboleta *Biston betularia*”.

## **3.4 - Avaliação**

De modo a facilitar a comparação de resultados, antes e depois da leção dos temas de geologia e de biologia, optou-se por aplicar o mesmo teste, funcionando primeiro como diagnóstico e depois como avaliação. Na avaliação dos alunos foram também consideradas as questões das fichas de avaliação sumativa sobre os temas das unidades lecionadas.

### **3.4.1 - Teste diagnóstico/avaliação**

Para a componente de geologia elaborou-se um teste (fig. 8), para a turma de 10º ano e, para a componente de biologia elaborou-se outro (fig. 9), para a turma de 11º ano. A correção destes testes encontra-se na figura 10.



A construção e organização dos testes foram semelhantes para os dois temas. Ambos incluíram dois grupos:

- 1) Questões de opinião, para perceber o nível de ligação que os alunos estabelecem entre os conhecimentos e a sua relação com a ciência e sociedade, assim como, o interesse pelo tema;
- 2) Exercício com afirmações para os alunos identificarem se são verdadeiras ou falsas, para avaliar a evolução dos conhecimentos.

No primeiro grupo, optou-se por perguntas de resposta semi-fechada, tendo-se apresentado respostas pré-definidas em que o inquirido tinha liberdade de escolha. A resposta por níveis (neste caso 4 para não haver uma opção intermédia) tenta avaliar o tipo de opinião do aluno. Quando comparados os resultados do teste diagnóstico com os do teste de avaliação, pretende avaliar que tipo de modificação poderá ter ocorrido no grau de acordo ou desacordo relativamente à afirmação. Estas questões apresentam-se como “indiretas” e “não-específicas ou gerais” (Tuckman, 2000, p. 309), uma vez que a partir delas se podem inferir outros aspetos, como o interesse ou motivação do aluno pelo tema, ou a relação que os alunos estabelecem entre o tema e a ciência e sociedade.

No segundo grupo de questões, as respostas eram fechadas, facilitando a análise e comparação de resultados e permitindo “transformar os dados verdadeiro/falso numa escala de intervalos, utilizando o número de repostas verdadeiras como sendo uma pontuação atribuída aos sujeitos” (Tuckman, 2000, p. 319).

### **3.4.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa**

Além da avaliação pelos testes, cada tema foi avaliado através de questões, inseridas nas fichas de avaliação sumativa que englobavam as respetivas unidades de ensino. Na componente de geologia foi incluído um grupo de questões (figs. 11 e 12), enquanto na de biologia foram incluídos dois grupos (figs. 13 e 14).

## Vulcanologia

Nome: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Este questionário não servirá para a tua avaliação. Responde com sinceridade. Obrigada!

### Grupo I

Neste grupo de questões não há respostas corretas ou erradas. São apenas questões de opinião.

Assinala, com um X, a resposta que mais se adequa ao teu parecer.

1. O estudo da vulcanologia é útil para a sociedade.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

2. Gosto do tema Vulcanologia.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

3. O vulcanismo pode constituir um perigo para mim.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

### Grupo II

Indica se a frase é verdadeira (V) ou falsa (F).

- \_\_\_ 1. Em Portugal Continental há vestígios de atividade vulcânica.
- \_\_\_ 2. Existem vários tipos de atividade vulcânica.
- \_\_\_ 3. As lavas fluidas, geralmente, estão associadas a erupções explosivas.
- \_\_\_ 4. Os vulcões distribuem-se aleatoriamente pela Terra.
- \_\_\_ 5. Os piroclastos são materiais gasosos expelidos durante uma erupção vulcânica.
- \_\_\_ 6. O arquipélago da Madeira é de origem vulcânica.
- \_\_\_ 7. No arquipélago dos Açores existe vulcanismo residual/secundário.
- \_\_\_ 8. Um vulcão em erupção pode afetar a vida de seres vivos que habitem no outro lado do planeta.
- \_\_\_ 9. O vulcanismo apenas representa prejuízo para a população humana.
- \_\_\_ 10. É impossível prever erupções vulcânicas.

Obrigada pela tua colaboração!

Figura 8 – Teste diagnóstico/avaliação sobre vulcanologia.

### Mecanismos de evolução

Nome: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Este questionário não servirá para a tua avaliação. Responde com sinceridade. Obrigada!

#### Grupo I

Neste grupo de questões não há respostas corretas ou erradas. São apenas questões de opinião.

Assinala, com um X, a resposta que mais se adequa ao teu parecer.

1. O estudo da evolução biológica é importante para a biologia e para a sociedade.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

2. Gosto do tema evolução biológica.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

3. A evolução biológica pode influenciar a vida do Homem.

Concordo plenamente	Concordo	Concordo pouco	Não concordo

#### Grupo II

Indica se a frase é verdadeira (V) ou falsa (F).

- \_\_\_ 1. O evolucionismo defende que as espécies são estáveis.
- \_\_\_ 2. Um ancestral comum corresponde a um ser vivo que originou diferentes espécies.
- \_\_\_ 3. A seleção artificial ocorre quando o Homem seleciona as espécies.
- \_\_\_ 4. Um indivíduo pode ser considerado eternamente o mais apto.
- \_\_\_ 5. Quando ocorre evolução convergente um mesmo ser vivo dá origem a várias espécies.
- \_\_\_ 6. Os diferentes desenvolvimentos de órgãos ou estruturas espelham séries filogenéticas.
- \_\_\_ 7. As mutações possibilitam a evolução.
- \_\_\_ 8. O fixismo explica a variabilidade genética das populações.
- \_\_\_ 9. A seleção natural favorece os menos aptos ao meio.
- \_\_\_ 10. Os princípios geológicos fundamentam o evolucionismo.

Obrigada pela tua colaboração!

Figura 9 – Teste diagnóstico/avaliação sobre mecanismos de evolução.

### **Teste de avaliação/diagnóstico sobre vulcanologia**

- V\_\_1. Em Portugal Continental há vestígios de atividade vulcânica.
- V\_\_2. Existem vários tipos de atividade vulcânica.
- F\_\_3. As lavas fluidas, geralmente, estão associadas a erupções explosivas.
- F\_\_4. Os vulcões distribuem-se aleatoriamente pela Terra.
- F\_\_5. Os piroclastos são materiais gasosos expelidos durante uma erupção vulcânica.
- V\_\_6. O arquipélago da Madeira é de origem vulcânica.
- V\_\_7. No arquipélago dos Açores existe vulcanismo residual/secundário.
- V\_\_8. Um vulcão em erupção pode afetar a vida de seres vivos que habitem no outro lado do planeta.
- F\_\_9. O vulcanismo apenas representa prejuízo para a população humana.
- F\_\_10. É impossível prever erupções vulcânicas.

### **Teste de avaliação/diagnóstico sobre mecanismos de evolução**

- F\_\_1. O evolucionismo defende que as espécies são estáveis.
- V\_\_2. Um ancestral comum corresponde a um ser vivo que originou diferentes espécies.
- V\_\_3. A seleção artificial ocorre quando o Homem seleciona as espécies.
- F\_\_4. Um indivíduo pode ser considerado eternamente o mais apto.
- F\_\_5. Quando ocorre evolução convergente um mesmo ser vivo dá origem a várias espécies.
- V\_\_6. Os diferentes desenvolvimentos de órgãos ou estruturas espelham séries filogenéticas.
- V\_\_7. As mutações possibilitam a evolução.
- F\_\_8. O fixismo explica a variabilidade genética das populações.
- F\_\_9. A seleção natural favorece os menos aptos ao meio.
- V\_\_10. Os princípios geológicos fundamentam o evolucionismo.

Figura 10 - Correção dos testes de avaliação/diagnóstico sobre vulcanologia e mecanismos de evolução.

## Questões da ficha de avaliação sumativa sobre vulcanologia

### III

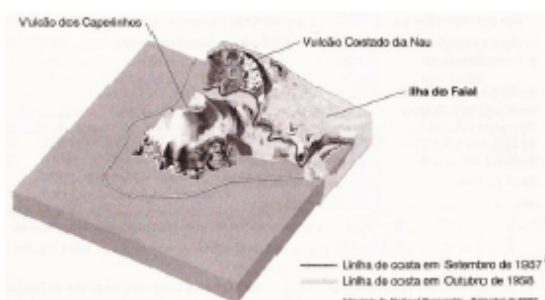
O Vulcão dos Capelinhos rompeu a crosta insular na mesma fratura de antecessores idênticos, caso do vulcão do Costado da Nau, na extremidade ocidental da ilha do Faial.

A erupção dos Capelinhos, no Faial, começou a 27 de setembro de 1957, depois de 200 sismos, numa chaminé submarina junto à ponta oeste da ilha. A erupção iniciou-se com emissão de vapor de água e outros gases, mas depressa se tornou violenta com fortes explosões que projetaram escórias negras (fragmentos sólidos porosos de forma irregular) a mais de 100 metros de altura. A emissão de cinzas foi tão abundante que a 10 de outubro de 1957, já se tinha formado uma ilhota com 880 metros de diâmetro e 99 metros de altura.

Em novembro, a erupção recomeçou e formou-se uma nova ilhota, a cerca de 100 metros da anterior, que passado uns dias já estava ligada à ilha do Faial.

Este tipo de atividade durou até abril de 1958, tomando-se menos violenta em maio, passando inteiramente à fase terrestre, com emissão de bagacinas incandescentes e longos rios de lava fluida, ora em "lajedos" (tipo *pahoehoe*) ora em "biscoito" (tipo *aa*).

(adaptado de <http://www.vulcaodoscapelinhos.org/vulcao/historia/>; acessado em 22/11/11)



(10 pts) 1. Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) as afirmações que se seguem.

- (A) A emissão de lava fluida com formação de rios de lava é característica de uma erupção vulcânica efusiva.
- (B) O vulcão Costado da Nau é mais recente que o vulcão dos Capelinhos.
- (C) A emissão de bombas vulcânicas é característica de erupções vulcânicas efusivas.
- (D) Lavas encordoadas podem percorrer facilmente grandes extensões.
- (E) A atividade vulcânica dos Capelinhos foi do tipo misto.
- (F) O teor em sílica de uma lava é independente da sua viscosidade.
- (G) O local onde emergiu o vulcão dos Capelinhos não está relacionado com o contexto tectónico da região.
- (H) As lavas características do vulcanismo fissural são básicas.

2. Selecciona a alternativa que completa as frases seguintes de modo a obter afirmações corretas.

(6 pts) 2.1. Durante os cerca de 13 meses em que esteve ativo, o vulcão dos Capelinhos emitiu grandes quantidades de gases para a atmosfera. Entre estes os que foram expelidos em maior quantidade são

\_\_\_\_\_.

- (A) - [...] vapor de água, dióxido de carbono e compostos de enxofre.
- (B) - [...] dióxido de carbono, hidrogénio e oxigénio.
- (C) - [...] vapor de água, azoto e hélio.
- (D) - [...] dióxido de carbono, oxigénio e compostos de enxofre.

Figura 11 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre vulcanologia.

(6 pts) 2.2. O material rochoso que forma o cone vulcânico do vulcão dos Capelinhos é de natureza \_\_\_\_\_, podendo ser classificado como uma rocha \_\_\_\_\_.

- \_\_\_ (A) - [...] granítica [...] magmática extrusiva.
- \_\_\_ (B) - [...] granítica [...] magmática intrusiva.
- \_\_\_ (C) - [...] basáltica [...] magmática extrusiva.
- \_\_\_ (D) - [...] basáltica [...] magmática intrusiva.

(6 pts) 2.3. A atividade vulcânica dos Capelinhos pode ser explicada por \_\_\_\_\_.

- \_\_\_ (A) - [...] por fenómenos de subducção.
- \_\_\_ (B) - [...] pela colisão de placas litosféricas.
- \_\_\_ (C) - [...] pelas teorias *hotspot* e fissural.
- \_\_\_ (D) - [...] por limites conservativos.

(6 pts) 2.4. Durante a erupção dos Capelinhos foram expelidos diferentes tipos de piroclastos, do tipo \_\_\_\_\_.

- \_\_\_ (A) - [...] vapor de água e outros gases.
- \_\_\_ (B) - [...] cinzas e bagacinas.
- \_\_\_ (C) - [...] lava tipo pahoehoe e tipo aa.
- \_\_\_ (D) - [...] vapor de água e bagacinas.

(10 pts) 3. Faz corresponder a cada uma das afirmações a respectiva manifestação do vulcanismo indicada na chave.

Chave	Afirmações
I – Géiser	___ A – Depressão vulcânica mais larga que a cratera original.
II – Caldeira	___ B – Manifestações de atividade vulcânica que perduram além das erupções vulcânicas.
III – Fumarola	___ C – Água subterrânea projetada sob a forma de repuxo intermitente.
IV – Fontes termais	___ D – Emissão de gases que permanece após a erupção vulcânica.
V – Vulcanismo secundário	___ E – Estrutura resultante da acumulação de materiais expelidos pelo vulcão.
VI – Cone vulcânico	
VII – Câmara magmática	

(10 pts) 4. Explica de que forma a monitorização de um vulcão permite prever uma nova erupção e prevenir a perda de vidas humanas.

---



---



---



---



---



---



---

Figura 11 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre vulcanologia (continuação).

## Questões da ficha de avaliação sumativa sobre vulcanologia

### Grupo III

1. Afirmações Verdadeiras – A, D, E, H;

Afirmações Falsas – B, C, F, G

Nº de afirmações corretas	Cotação
7 ou 8	10 pontos
5 ou 6	8 pontos
3 ou 4	4 pontos
1 ou 2	0 pontos

2.1 A

2.2 C

2.3 C

2.4 B

3. A – II; B – V; C – I; D – III; E – VI

Níveis	Níveis de correspondências corretas	Cotação
2	4 ou 5	10 pontos
1	2 ou 3	5 pontos

4. A resposta deve contemplar os seguintes tópicos:

- O movimento de magma na câmara magmática e o seu movimento a caminho da superfície é avaliado pela monitorização registando sismos, aumento de temperatura do solo, aumento da pressão e libertação de gases tóxicos
- A previsão de que a nova erupção está prestes a ocorrer permite retirar a população da região, evitando a perda de vidas humanas.

Nível	Descritor	Classificação
2	A resposta contempla os dois tópicos solicitados	10 pontos
1	A resposta contempla apenas um dos tópicos solicitados	5 pontos

Figura 12 – Correção das questões da ficha de avaliação sumativa sobre vulcanologia.

### Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução

#### III

Os primeiros antepassados do género *Equus* ocuparam florestas primitivas húmidas, alimentando-se de folhagem. As espécies selvagens atuais, por sua vez, habitam áreas vastas e expostas, como as estepes, e a sua nutrição orienta-se para uma vegetação, preferencialmente, rasteira.

Aparentemente, a evolução do cavalo ocorreu de modo linear, num único sentido, ao longo do tempo. Algumas características, tais como o seu tamanho crescente, o desenvolvimento dos molares e as adaptações nos membros, parecem reforçar esta noção. No entanto, o estudo comparativo dos vários fósseis de espécies próximas do género atual revela que esta evolução não foi retilínea.

A velocidade máxima de um mamífero está relacionada, entre outros fatores, com o comprimento dos seus membros.

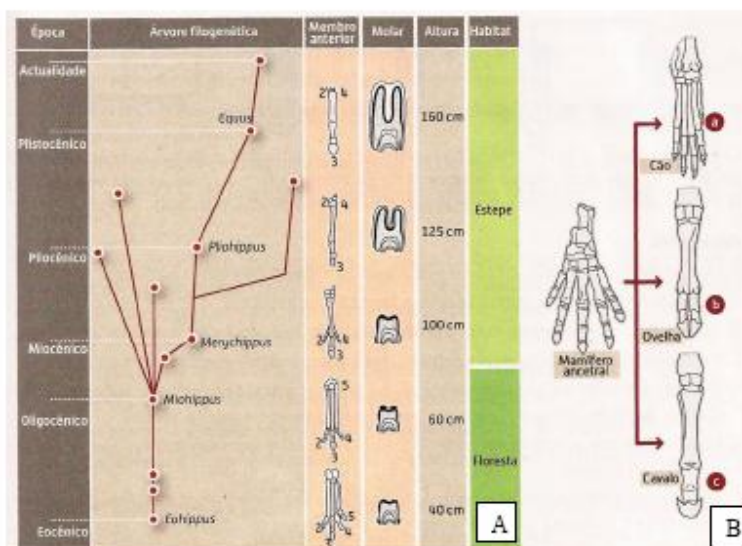


Figura 3A – Evolução do cavalo (árvore filogenética; evolução dos dedos das patas e dos molares).

Figura 3B – Evolução do membro anterior em mamíferos.

(12 pts) 1. Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações.

- A – O tipo de vegetação não interferiu na evolução deste grupo de animais.
- B – A evolução dos molares do cavalo relaciona-se com o tipo de alimentação.
- C – Os membros atuais do género *Equus* revelam estar aptos à velocidade.
- D – O representante mais antigo que se conhece na evolução do cavalo é *Merychippus*.
- E – No Plistocénico, o cavalo era de pequenas dimensões e habitava florestas.
- F – A seleção natural manteve as características ancestrais dos molares.
- G – É possível estabelecer, inequivocamente, a filogenia do género *Equus* a partir do registo fóssil.
- H – Ao longo da evolução foram preservados os conjuntos génicos que determinaram a regeneração de algumas extremidades dos membros do cavalo.

Figura 13 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução.



2. Selecciona as opções que completam corretamente as seguintes afirmações.

(5 pts) 2.1. Na figura 3B, encontra-se um exemplo de \_\_\_\_\_, onde os órgãos a, b e c representam \_\_\_\_\_.

- A – animais sujeitos a pressões seletivas idênticas [...] estruturas com origem embrionária semelhante.
- B – animais sujeitos a pressões seletivas diferentes [...] estruturas com origem embrionária distinta.
- C – evolução divergente [...] estruturas homólogas.
- D – evolução convergente [...] estruturas análogas.

(5 pts) 2.2. A figura 3B mostra os dedos \_\_\_\_\_ como \_\_\_\_\_, embora noutros mamíferos existam estruturas equivalentes desenvolvidas e funcionais.

- A – do cão e da ovelha [...] estruturas vestigiais [...]
- B – do cavalo e da ovelha [...] estruturas vestigiais [...]
- C – do cavalo e da ovelha [...] estruturas análogas [...]
- D – do cão e da ovelha [...] estruturas análogas [...]

(5 pts) 2.3 Atualmente existem diversas raças de cavalos domésticos que podem dever-se a \_\_\_\_\_.

- A – [...] seleção artificial
- B – [...] evolução convergente
- C – [...] fecundação
- D – [...] seleção natural

(10 pts) 3. Faz corresponder a cada uma das afirmações relativas aos processos de evolução dos cavalos a letra da chave que melhor assinala a respetiva corrente de pensamento.

Chave	Afirmações
A – Fixismo	<input type="checkbox"/> 1 As populações de cavalos que habitam determinado ambiente, evoluem adaptando-se às alterações desse mesmo ambiente.
B – Evolucionismo	<input type="checkbox"/> 2 Os fósseis de espécies de cavalos hoje extintas não podem ter qualquer descendente atual.
C – Lamarquismo	<input type="checkbox"/> 3 O ambiente provocou a evolução dos cavalos porque os obrigou a adaptações que transmitiram aos seus descendentes.
D – Darwinismo	<input type="checkbox"/> 4 A evolução dos cavalos ocorreu pela incidência de mutações que alteraram significativamente as características deste grupo.
E – Neodarwinismo	<input type="checkbox"/> 5 O ambiente é um fator importante na alteração das características dos cavalos.
	<input type="checkbox"/> 6 No género <i>Eohippus</i> havia variabilidade intraespecífica.
	<input type="checkbox"/> 7 O ambiente condiciona a evolução das populações ao eliminar progressivamente os conjuntos génicos menos aptos.
	<input type="checkbox"/> 8 Ao longo do tempo as características do cavalo permaneceram constantes.

(20 pts) 4. Tendo em conta os dados fornecidos no texto e na figura, explica segundo a perspetiva Lamarquista, a evolução filogenética do género *Equus*.

---

---

---

---

---

Figura 13 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução (continuação).

#### IV

A hemoglobina dos vertebrados é composta por uma proteína (formada por duas cadeias de 141 aminoácidos cada uma e por outras duas cadeias de 146 aminoácidos cada uma) associada a um grupo não proteico (heme). No quadro da figura 4 estão indicados, em percentagem as diferenças de aminoácidos entre as cadeias de hemoglobina de alguns vertebrados, comparadas duas a duas.

	Tubarão	Carpa	Tritão	Frango	Equidno	Canguru	Cão	Homem
Tubarão		59,4	61,4	59,7	60,4	55,4	56,8	53,2
Carpa			53,2	51,4	53,6	50,7	47,9	48,6
Tritão				44,7	50,4	47,5	46,1	44,0
Frango					34,0	29,1	31,2	24,8
Equidno						34,8	29,8	26,2
Canguru							23,4	19,1
Cão								16,3
Homem								

Figura 4 - Percentagem de aminoácidos diferentes entre as cadeias de hemoglobina de alguns vertebrados.

1. Selecciona as opções que completam correctamente a seguintes afirmações.

(5 pts) 1.1. De acordo com os dados da figura, o animal que pode ser considerado filogeneticamente mais afastado do Homem é \_\_\_\_\_.

- A - [...] cão  
 B - [...] carpa  
 C - [...] tubarão  
 D - [...] frango

(5 pts) 1.2. A partir dos dados da figura 4 pode-se afirmar que \_\_\_\_\_.

- A - [...] geneticamente, alguns cães são próximos do Homem.  
 B - [...] tanto o cão como o Homem se originaram na América.  
 C - [...] o cão e o Homem têm um ancestral comum porque apresentam os mesmos hábitos alimentares.  
 D - [...] o cão e o Homem apresentam estruturas com a mesma função o que constitui uma evidência de ancestralidade comum.

(5 pts) 1.3. De acordo com Darwin a evolução referente à hemoglobina nos vertebrados resultou de um equilíbrio dinâmico entre \_\_\_\_\_.

- A - [...] variabilidade e recombinação génica.  
 B - [...] isolamento reprodutor e seleção natural.  
 C - [...] variabilidade e seleção natural  
 D - [...] mutação e recombinação génica.

(10 pts) 2. Explica por que razão as moléculas de hemoglobina podem ser consideradas homólogas.

---



---



---

Figura 13 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução (continuação).

(10 pts) 3. Faz corresponder a cada uma das afirmações relativas aos processos de evolução dos cavalos à letra da chave que melhor assinala a respetiva corrente de pensamento.

Chave	Afirmações
A – Paleontológicos	___ 1 Todos os seres vivos são constituídos por células.
B – Anatomia Comparada	___ 2 Os sistemas circulatórios dos vertebrados representam séries filogenéticas.
C – Citológicos	___ 3 A análise de DNA de gatos e de panteras revela a existência de um ancestral comum.
D – Bioquímicos	___ 4 Há semelhanças entre os embriões do peixe e da salamandra.
E – Embriológicos	___ 5 No arquipélago das Galápagos há variedade de tordos.
F - Biogeográficos	___ 6 Os fósseis de elefantes antigos ajudaram a reconstruir a história evolutiva do elefante.
	___ 7 Duas famílias de plantas diferentes possuem estruturas semelhantes.
	___ 8 O <i>Ichthyostega</i> tem características de peixe e de anfíbio.

(8 pts) 4. Seleciona a opção que avalia corretamente as afirmações seguintes.

1. A semelhança entre moléculas de DNA de diferentes seres vivos pode ser explicada admitindo que esses seres tenham tido um ancestral comum.
2. Os mecanismos responsáveis pelas variações bioquímicas nas espécies são as mutações.
3. As características genéticas não permitem estabelecer relações filogenéticas entre os vertebrados.

- \_\_\_ A – A afirmação 2 é verdadeira e as afirmações 1 e 3 são falsas.  
\_\_\_ B – As afirmações 1 e 2 são verdadeiras e a afirmação 3 é falsa.  
\_\_\_ C – As afirmações 2 e 3 são verdadeiras e a afirmação 1 é falsa.  
\_\_\_ D – A afirmação 1 é verdadeira e as afirmações 2 e 3 são falsas.

(8 pts) 5. As frases que se seguem reconstituem a evolução das espécies de acordo com a teoria Neodarwinista. Reconstitui a sequência temporal dos acontecimentos mencionados, colocando por ordem as letras que os identificam.

- A - Maior taxa de reprodução dos indivíduos mutados.  
B - A seleção natural atua sobre a população, selecionando, sucessivamente, os indivíduos com o gene mutado.  
C - Aparecimento de uma mutação vantajosa num indivíduo.  
D - Aumento da frequência e eventual dominância do gene mutado no fundo genético da população.  
E - O indivíduo mutado está mais apto às condições do ambiente em que se encontra.

Figura 13 – Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução

### Grupo III

1. Afirmações Verdadeiras – B, C e H;  
Afirmações Falsas – A, D, E, F e G

Nº de afirmações corretas	Cotação
7 ou 8	12 pontos
5 ou 6	8 pontos
3 ou 4	4 pontos
1 ou 2	0 pontos

2.1 C

2.2 B

2.3 A

3. 1- C; 2- A; 3- C; 4- E; 5- B; 6- D; 7- E; 8- A.

4. A resposta deve contemplar os seguintes tópicos:

- O habitat dos cavalos mudou, criando necessidades aos cavalos.
- Pelo uso (aumentando os molares e o tamanho do corpo) e não uso (deixam de utilizar 3 dos dedos passando a assentar um) os cavalos adaptaram-se às novas condições.
- As características adquiridas foram transmitidas à descendência.

Nível	Descritor	Classificação
4	- os três tópicos de referência; - organização coerente dos conteúdos; - linguagem científica adequada	20 pontos
3	- os três tópicos de referência; - falhas de coerência na organização dos conteúdos e/ou falhas na aplicação da linguagem científica.	15 pontos
2	- os dois tópicos de referência; - linguagem científica adequada	10 pontos
1	- um dos tópicos de referência; - falhas de coerência na organização dos conteúdos e/ou falhas na aplicação da linguagem científica..	5 pontos

Figura 14 – Correção das questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução.

## Grupo IV

1.1 C

1.2 D

1.3 C

2. A resposta deve contemplar os seguintes tópicos:

- As moléculas de hemoglobina dos vertebrados apresentam a mesma composição e estrutura semelhante (uma proteína formada por duas cadeias de 141 aminoácidos cada uma e por outras duas cadeias de 146 aminoácidos cada uma, associada a um grupo não proteico (heme)).
- Por terem a mesma estrutura e origem comum, as moléculas de hemoglobina dos vertebrados podem ser consideradas homólogas.

Nível	Descritor	Classificação
2	A resposta contempla os dois tópicos solicitados	12 pontos
1	A resposta contempla apenas um dos tópicos solicitados	6 pontos

3. 1- C; 2- B; 3- D; 4- E; 5- F; 6- A; 7-B; 8- A.

Níveis	Níveis de correspondências assinaladas corretamente	Cotação
3	7 ou 8	10 pontos
2	5 ou 6	7 pontos
1	3 ou 4	5 pontos

4. B

5. C, E, B, A, D

Figura 14 – Correção das questões da ficha de avaliação sumativa sobre mecanismos de evolução (continuação).

## 4 - RESULTADOS

Para a análise dos resultados das questões de opinião dos testes de diagnóstico/avaliação foram atribuídos níveis às categorias de resposta (tabela 1).

Tabela 1 – Categorias de resposta relativas às questões de opinião dos testes de diagnóstico/avaliação.

Categoria de resposta	Nível
Não concordo (NC)	1
Concordo pouco (Cpouco)	2
Concordo (C)	3
Concordo plenamente (Cp)	4

### 4.1 - Geologia - Vulcanologia

#### 4.1.1 - Teste diagnóstico/avaliação

Na primeira questão de opinião, o estudo da vulcanologia é útil para a sociedade, pretendeu-se saber que ligação os alunos estabeleceram entre a vulcanologia e a sociedade. Verificou-se que, antes da lecionação da unidade, 17 alunos concordaram plenamente com a afirmação, 10 concordaram e 1 concordou pouco. Após a lecionação, 24 concordaram plenamente e apenas 4 concordaram (fig. 15 A). Os primeiros resultados revelaram que a maioria dos alunos tinham consciência da importância da vulcanologia vs. sociedade. A análise dos resultados do teste de avaliação mostrou que as estratégias aplicadas modificaram a opinião que alguns alunos tinham sobre a importância do estudo da vulcanologia para o Homem e/ou para a sociedade, apesar de 2 alunos terem modificado a sua opinião do nível 4 para o 3 (tabela 2).

Na segunda questão de opinião, gosto do tema vulcanologia, pretendia-se conhecer o interesse dos alunos pelo tema. Antes da lecionação, 8 alunos concordaram plenamente com a afirmação, 16 concordaram e 4 concordaram pouco, tendo-se observado no teste de avaliação uma melhoria, com 13 concordo plenamente e 15 concordo (fig. 15 B). Os resultados mostraram uma melhoria no interesse dos alunos pela vulcanologia. Apesar disso, 2 alunos modificaram a sua opinião do nível 4 para o 3 (tabela 2).

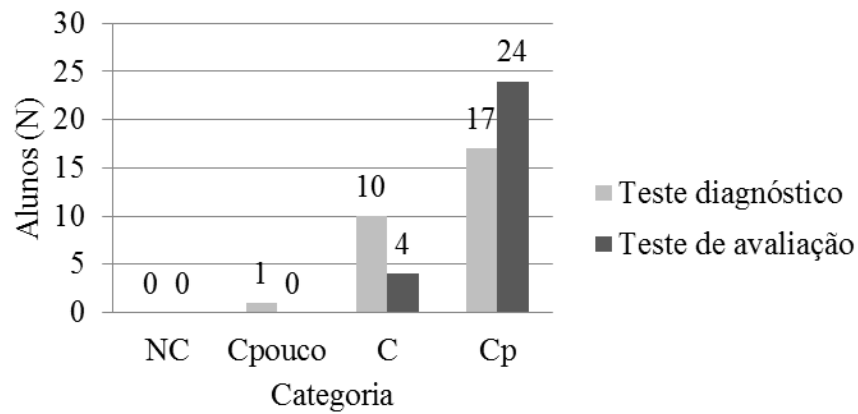
Na terceira questão, o vulcanismo pode constituir um perigo para mim, os resultados do teste diagnóstico revelaram que 6 alunos concordaram plenamente, 11 concordaram, 7

concordaram pouco e 4 não concordaram (fig. 15 C). No teste de avaliação, 8 alunos concordaram plenamente, 15 concordaram, 4 concordaram pouco e apenas 1 não concordou. Constatou-se que 10 alunos modificaram a sua opinião de um nível inferior para um superior e 3 de um nível superior para um inferior (tabela 2), verificando-se que a maioria dos alunos compreendeu que existe perigo inerente ao vulcanismo.

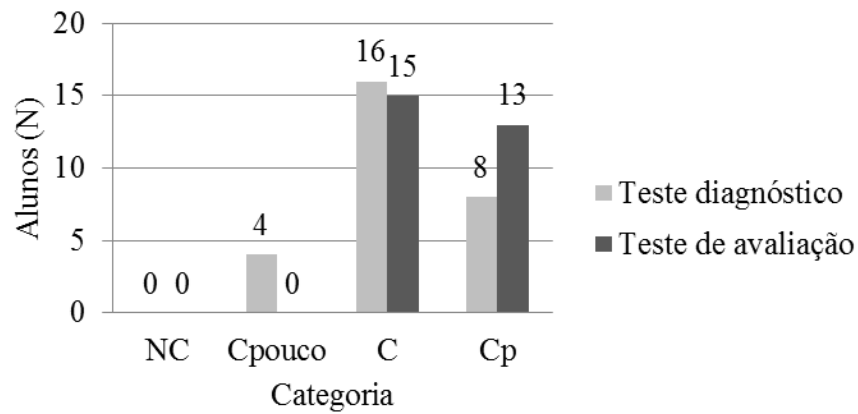
De uma forma geral, no teste diagnóstico, o tipo de resposta nas três questões de opinião foi muito diverso. Na primeira predominou a categoria concordo plenamente, na segunda o concordo, assim como na terceira, embora a distribuição de respostas nesta questão tenha sido mais variada (tabela 3). Nas três afirmações, a média das respostas foi mais elevada na categoria concordo, seguida de concordo plenamente (tabela 3).

No teste de avaliação, na primeira questão de opinião predominou a categoria concordo plenamente, enquanto na segunda e na terceira a maioria das respostas foi na categoria concordo (tabela 4). Neste grupo, a média mais elevada de respostas foi concordo plenamente, seguida de concordo (tabela 4), revelando uma melhoria dos resultados, após a leção da unidade.

A.



B.



C.

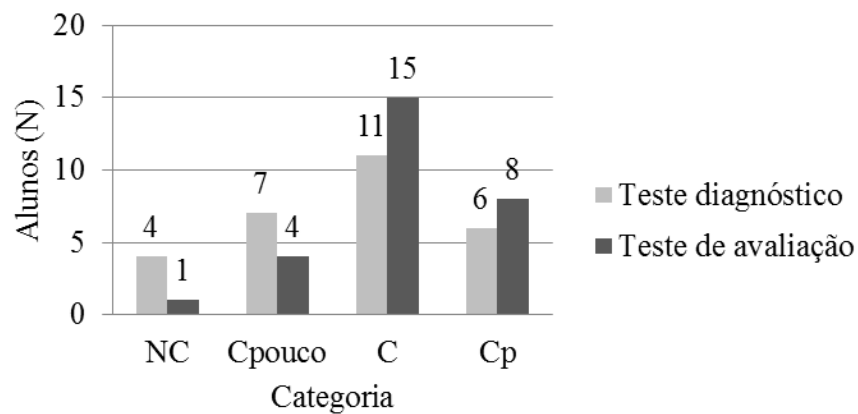


Figura 15 – Resultados obtidos, no teste diagnóstico e no teste de avaliação, nas questões de opinião (grupo I) sobre vulcanologia. A. Questão 1 - O estudo da vulcanologia é útil para a sociedade; B. Questão 2 - Gosto do tema vulcanologia; C. Questão 3 - O vulcanismo pode constituir um prazer para mim.



Tabela 2 – Comparação dos resultados obtidos no teste diagnóstico e no teste de avaliação, nas questões do grupo I sobre vulcanologia.

Número do aluno	Número da questão		
	1	2	3
1	-	-	-
2	-	3→4	-
3	4→3	3→4	3→2
4	-	4→3	3→4
5	3→4	2→3	-
6	-	4→3	-
7	3→4	-	2→3
8	2→4	3→4	-
9	4→3	-	1→3
10	-	3→4	3→4
11	-	3→4	1→3
12	-	-	1→3
13	3→4	-	-
14	3→4	-	-
15	-	-	-
16	-	-	4→3
17	3→4	2→3	2→3
18	3→4	2→3	-
19	-	-	2→3
20	-	2→4	-
21	-	-	-
22	-	-	2→4
23	-	-	-
24	-	-	2→3
25	3→4	3→4	3→2
26	3→4	-	-
27	-	-	-
28	-	-	-

Tabela 3 – Resultados obtidos, nas questões do grupo I do teste diagnóstico sobre vulcanologia, segundo a categoria de resposta.

Categoria	Questão 1 Nº de respostas	Questão 2 Nº de respostas	Questão 3 Nº de respostas	Média	Mediana	Desvio padrão
Cp	17	8	6	10,3	8	5,9
C	10	16	11	12,3	11	3,2
Cpouco	1	4	7	4,0	4	3,0
NC	0	0	4	1,3	0	2,3

Tabela 4 – Resultados obtidos, nas questões do grupo I do teste de avaliação sobre vulcanologia, segundo a categoria de resposta.

Categoria	Questão 1 Nº de respostas	Questão 2 Nº de respostas	Questão 3 Nº de respostas	Média	Mediana	Desvio padrão
Cp	24	13	8	15,0	13,0	8,2
C	4	15	15	11,3	15,0	6,4
Cpouco	0	0	4	1,3	0,0	2,3
NC	0	0	1	0,3	0,0	0,6

Nas questões de resposta fechada do grupo II (fig. 8), foi feita a avaliação dos conhecimentos sobre vulcanologia. Comparando os resultados do teste diagnóstico com o de avaliação, verificou-se uma melhoria, pois o número de respostas erradas diminuiu em todas as afirmações, não tendo havido, contudo, mais afirmações no teste de avaliação com 100% de respostas certas (fig. 16).

A primeira afirmação poderia ser desconhecida para a maioria dos alunos, pelo facto de não saberem que existem registos de episódios antigos de atividade vulcânica em Portugal Continental. O número de respostas certas no teste de avaliação foi 24 (fig. 16 B), enquanto no teste diagnóstico apenas 10 alunos tinham acertado (fig. 16 A), o que revela a influência das aulas. No entanto, 4 alunos não compreenderam que em Portugal Continental existem vestígios de atividade vulcânica e 2 dos 4 alunos que erraram no teste de avaliação alteraram a sua resposta de certa para errada (tabela 5). Este resultado poderá ser justificado pelo facto de não terem tido atenção na aula, não terem compreendido o que foi ensinado ou terem respondido aleatoriamente.

Os primeiros resultados obtidos na segunda afirmação revelaram que todos os alunos conheciam os tipos de atividade vulcânica, possivelmente porque este tópico foi lecionado anteriormente (fig. 16 A). No teste de avaliação não houve alterações nos resultados (tabela 5).

O conteúdo da terceira afirmação foi também lecionado anteriormente, por isso, verificou-se que 20 alunos acertaram no teste diagnóstico, enquanto 8 erraram (fig. 16 A). No teste de avaliação houve uma melhoria, 27 respostas certas e 1 errada (fig. 16 B), o que revela que a maioria dos alunos compreendeu que as lavas fluidas, geralmente, não estão associadas a erupções explosivas.

Na afirmação 4, nos primeiros resultados, metade da turma acertou (fig. 16 A) e, nos segundos, verificou-se uma melhoria, 21 alunos acertaram e 7 erraram, o que significa que a maioria dos alunos compreendeu que os vulcões não se distribuem aleatoriamente pelo planeta. Nesta afirmação, 1 aluno alterou a sua resposta de certa para errada (tabela 5).

Provavelmente, o termo “piroclastos” não era uma novidade para os alunos, por isso, 26 acertaram na quinta afirmação e apenas 2 erraram (fig. 16 A). No teste de avaliação, 27 alunos acertaram e 1 errou (fig. 16 B), ou seja, a maioria dos alunos compreendeu que os piroclastos não são materiais gasosos expelidos durante uma erupção vulcânica.

Na afirmação 6, 17 alunos acertaram e 11 erraram (fig. 16 A), revelando que nem todos os alunos conheciam a origem geológica da Madeira. Os resultados do teste de avaliação foram melhores, 25 respostas certas e 3 erradas (fig. 16 B). Relativamente ao vulcanismo secundário dos Açores (afirmação 7), os resultados dos 2 testes foram semelhantes (fig. 16), provavelmente por este conceito ter sido lecionado no 7º ano.

A análise dos dados obtidos na afirmação 8, revelou que, no teste diagnóstico, 15 alunos acertaram e 13 erraram (fig. 16 A), traduzindo a dificuldade dos alunos em compreender que um vulcão pode afetar a vida de seres vivos que habitam do outro lado do planeta. No teste de avaliação, verificou-se uma melhoria, 21 alunos acertaram e 7 erraram (fig. 16 B), o que significa que houve uma influência positiva das aulas.

Na nona afirmação, tanto no teste diagnóstico como no teste de avaliação, todos os alunos acertaram (fig. 16). Na afirmação 10, atualmente, é possível prever erupções vulcânicas, houve uma melhoria acentuada, uma vez que no teste de avaliação 27 alunos acertaram e apenas 1 errou (fig. 16 B).

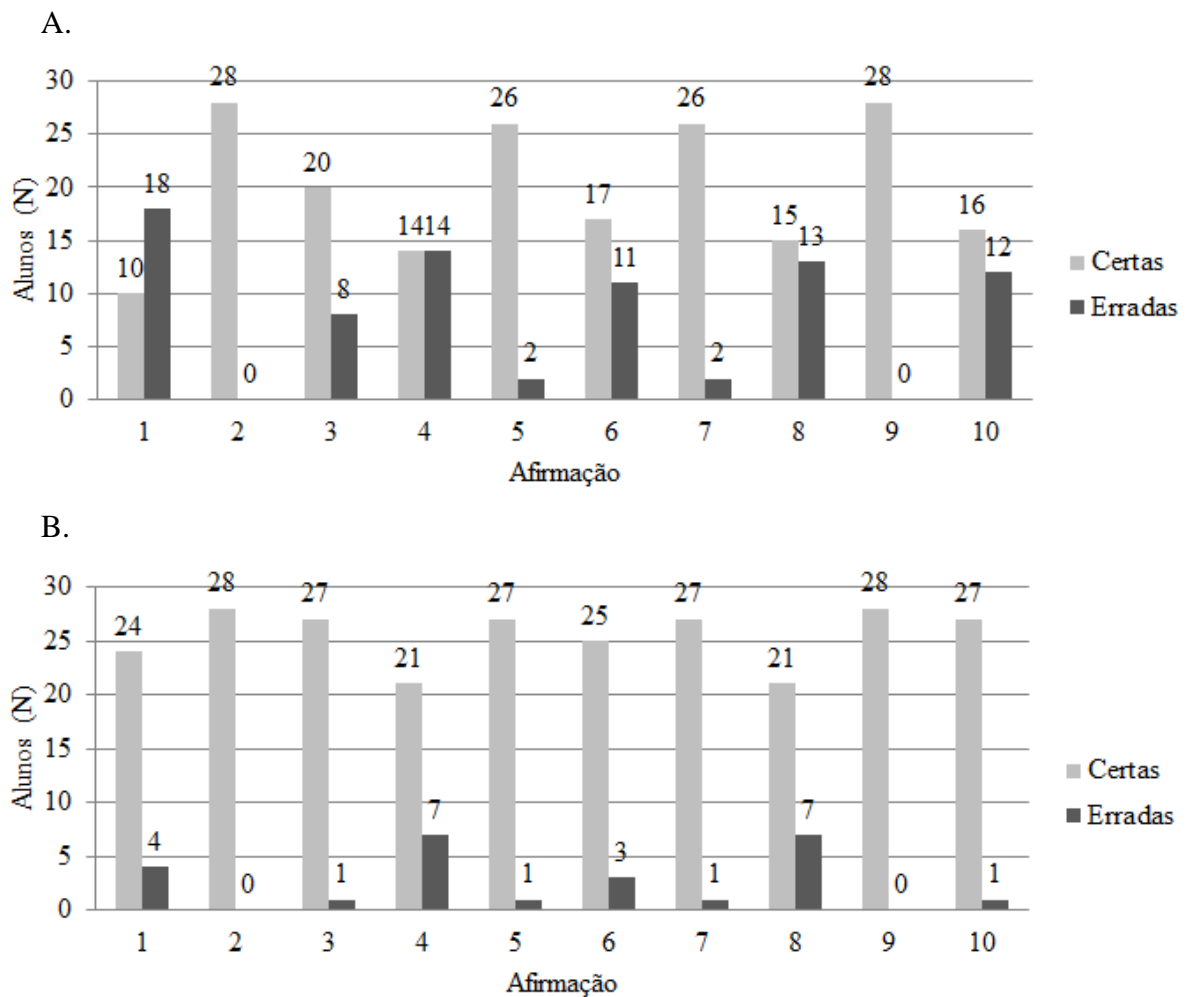


Figura 16 – Resultados obtidos nas afirmações do grupo II do teste diagnóstico (A) e de avaliação (B) sobre vulcanologia. 1 - Em Portugal Continental há vestígios de atividade vulcânica; 2 - Existem vários tipos de atividade vulcânica; 3 - As lavas fluidas, geralmente, estão associadas a erupções explosivas; 4 - Os vulcões distribuem-se aleatoriamente pela Terra; 5 - Os piroclastos são materiais gasosos expelidos durante uma erupção vulcânica; 6 - O arquipélago da Madeira é de origem vulcânica; 7 - No arquipélago dos Açores existe vulcanismo residual/secundário; 8 - Um vulcão em erupção pode afetar a vida de seres vivos que habitem no outro lado do planeta; 9 - O vulcanismo apenas representa prejuízo para a população humana; 10 - É impossível prever erupções vulcânicas.

Tabela 5 – Comparação dos resultados obtidos no grupo II do teste diagnóstico e teste de avaliação sobre vulcanologia.

Nº aluno	Número da afirmação/Resposta certa									
	1/V*	2/V	3/F*	4/F	5/F	6/V	7/V	8/V	9/F	10/F
1	-	-	V→F	V→F	-	-	-	-	-	-
2	F→V	-	V→F	V→F	-	-	-	-	-	V→F
3	F→V	-	-	-	-	F→V	-	-	-	V→F
4	F→V	-	-	-	-	F→V	-	F→V	-	-
5	F→V	-	-	-	-	F→V	-	-	-	V→F
6	F→V	-	-	V→F	-	-	-	F→V	-	-
7	V→F	-	-	F→V	F→V	F→V	-	F→V	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	V→F	-	-	-	V→F	-	-
10	NS*→V	-	-	-	-	NS→V	-	-	-	-
11	F→V	-	-	V→F	-	-	-	F→V	-	-
12	F→V	-	-	V→F	-	-	-	F→V	-	-
13	-	-	-	-	-	-	F→V	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	F→V	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V→F
16	-	-	-	-	-	-	V→F	-	-	V→F
17	F→V	-	-	-	-	-	-	F→V	-	V→F
18	F→V	-	V→F	V→F	-	F→V	-	-	-	-
19	-	-	V→F	V→F	-	-	-	-	-	-
20	F→V	-	V→F	-	V→F	V→F	-	-	-	V→F
21	V→F	-	-	-	-	-	-	F→V	-	V→F
22	F→V	-	-	-	-	-	-	-	-	V→F
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V→F
24	F→V	-	-	-	-	F→V	-	-	-	-
25	F→V	-	V→F	-	-	-	-	F→V	-	V→F
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	F→V	-	-	-	V→F	F→V	-	-	-	-
28	F→V	-	V→F	-	-	F→V	-	V→F	-	-

\* V – Verdadeiro; F – Falso; NS – Não sei

A análise das respostas, relativamente às afirmações do grupo II, permitiu concluir que 23 alunos melhoraram a sua classificação (fig. 17). Neste grupo, de uma forma geral, os resultados obtidos no teste de avaliação foram melhores, a média de respostas certas subiu de 20,0 para 25,5 (tabelas 6 e 7).

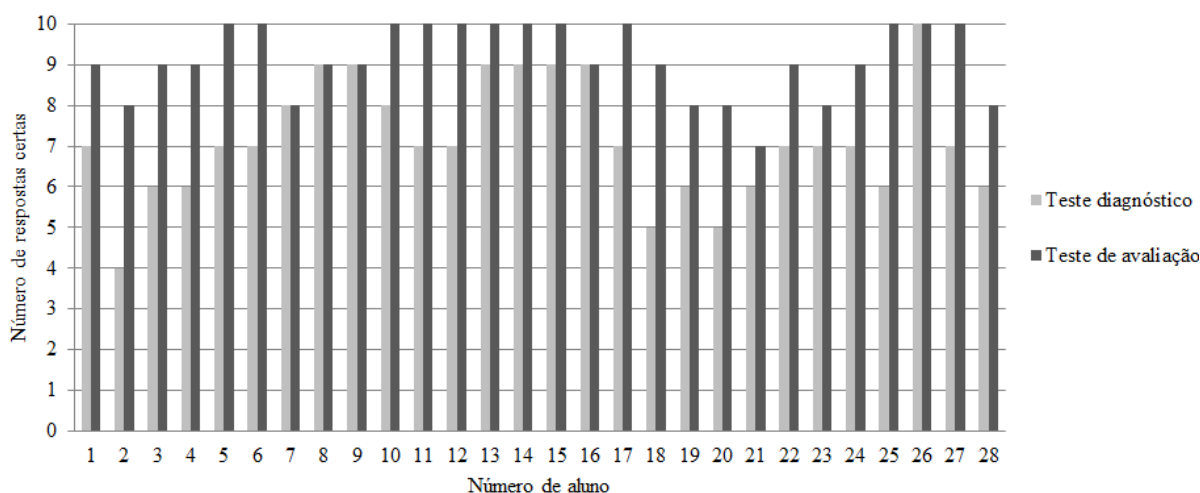


Figura 17 – Classificação das respostas obtidas no grupo II, no teste diagnóstico e no teste de avaliação sobre vulcanologia.

Tabela 6 – Resultados obtidos, nas questões do grupo II do teste diagnóstico sobre vulcanologia, segundo o tipo de resposta.

Resposta	Afirmação										Média	Mediana	Desvio padrão
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Certas	10	28	20	14	26	17	26	15	28	16	20,0	18,5	6,5
Erradas	17	0	8	14	2	10	2	13	0	12	8,0	9,5	6,5
Não sei	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-

Tabela 7 – Resultados obtidos, nas questões do grupo II do teste de avaliação sobre vulcanologia, segundo o tipo de resposta.

Resposta	Afirmação										Média	Mediana	Desvio padrão
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Certas	24	28	27	21	27	25	27	21	28	27	25,5	27,0	2,7
Erradas	4	0	1	7	1	3	1	7	0	1	2,5	1,0	2,7

#### **4.1.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa**

As questões de vulcanologia da ficha de avaliação sumativa eram de verdadeiro/falso, escolha múltipla, correspondência e de desenvolvimento.

Na primeira questão, de resposta verdadeiro/falso, os resultados foram satisfatórios, uma vez que a maioria dos alunos (26) obteve a classificação de 10 pontos, correspondente a 7 ou 8 afirmações corretas (tabela 8).

Na segunda questão, com 4 afirmações de escolha múltipla, verificou-se que no conjunto de afirmações apenas se obtiveram bons resultados na afirmação 2.1, relativa ao tipo de gases libertados durante uma erupção (tabela 8). O mesmo não aconteceu na afirmação 2.2 onde 5 alunos erraram (tabela 8), revelando dificuldade na classificação das rochas vulcânicas. Em 2.3, os resultados também não foram os esperados, pois 8 alunos erraram (tabela 8), revelando que não ficou claro que o vulcanismo presente nos Açores pode estar associado a processos de vulcanismo fissural e intraplaca. Em relação à afirmação 2.4, apenas 3 alunos não compreenderam o conceito de piroclastos (tabela 8).

Na terceira questão, pretendia-se que os alunos correspondessem a cada uma das afirmações um conceito da chave. Esta questão foi avaliada segundo o número de correspondências assinaladas corretamente (fig. 12) e obtiveram-se 26 respostas de nível 2 e 2 de nível 1 (tabela 8), revelando que a maioria dos alunos conseguiu relacionar 5 ou 4 conceitos com a sua definição.

A quarta questão, que exigia uma resposta mais complexa, foi avaliada segundo o número de tópicos presentes (fig. 12) e obtiveram-se 11 respostas de nível 2 e 17 de nível 1 (tabela 8).

De uma forma geral, os resultados obtidos neste grupo de questões foram positivos, pois não se verificou nenhuma classificação inferior a 50%, a classificação mais baixa foi 78% e 4 alunos obtiveram a classificação de 100% (tabela 8).

Tabela 8 – Classificações obtidas na ficha de avaliação sumativa, relativas ao grupo III, sobre vulcanologia.

Nº aluno	Q. 1*	Q. 2.1	Q. 2.2	Q. 2.3	Q. 2.4	Q. 3	Q. 4	Classificação final (%)
1	10	6	0	6	6	10	10	89
2	10	6	6	0	6	10	10	89
3	10	6	6	6	6	10	5	91
4	10	6	6	0	6	10	10	89
5	10	6	6	6	6	10	10	100
6	10	6	0	6	6	10	5	80
7	10	6	6	0	6	10	5	80
8	10	6	0	0	6	10	10	78
9	10	6	6	6	6	10	10	100
10	10	6	6	6	0	10	5	80
11	10	6	6	6	6	10	10	100
12	10	6	6	6	0	10	10	89
13	10	6	0	0	6	10	10	78
14	10	6	6	6	6	5	5	81
15	10	6	6	6	0	10	5	80
16	10	6	0	6	6	10	5	80
17	10	6	6	6	6	10	5	91
18	10	6	6	6	6	10	10	100
19	10	6	6	6	6	10	5	91
20	8	6	6	6	6	10	5	87
21	10	6	6	6	6	10	5	91
22	8	6	6	6	6	5	5	78
23	10	6	6	6	6	10	5	91
24	10	6	6	0	6	10	5	80
25	10	6	6	6	6	10	5	91
26	10	6	6	0	6	10	5	80
27	10	6	6	6	6	10	5	91
28	10	6	6	0	6	10	10	89

\*Q – Questão



## **4.2 - Biologia - Mecanismos de evolução**

### **4.2.1 - Teste diagnóstico/avaliação**

Na primeira questão de opinião, o estudo da evolução biológica é importante para a biologia e para a sociedade, pretendeu-se saber que ligação os alunos estabeleceram entre a evolução, a biologia e a sociedade. Antes da lecionação da unidade, a maioria dos alunos conhecia a importância do tema, para a biologia e sociedade (12 alunos concordaram plenamente e 7 concordaram). Após a lecionação, 15 concordaram plenamente e 4 concordaram (fig. 18 A), verificando-se que as aulas influenciaram a opinião dos alunos. Contudo, 2 alunos modificaram a sua resposta de um nível superior para um inferior (tabela 9).

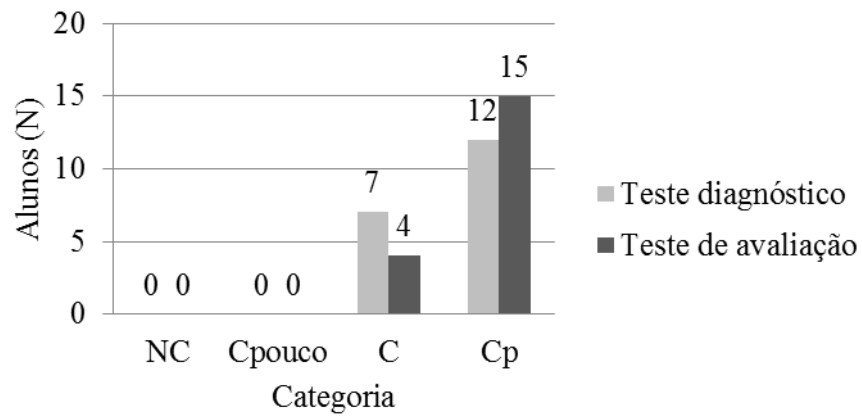
Na segunda questão, com o objetivo de saber se os alunos gostavam do tema, os resultados nos 2 testes foram semelhantes, tendo 4 alunos modificado a sua opinião de um nível inferior para um superior e 2 de um nível superior para um inferior (fig. 18 B, tabela 9).

Na questão a evolução biológica pode influenciar a vida do Homem, no teste diagnóstico, 12 alunos concordaram plenamente, 5 concordaram e 2 concordaram pouco, enquanto no teste de avaliação, 13 concordaram plenamente, 5 concordaram e 1 não concordou (fig. 18 C). Apesar da semelhança dos resultados, 5 alunos modificaram a sua opinião de um nível inferior para um superior e 5 de um nível superior para um inferior (tabela 9).

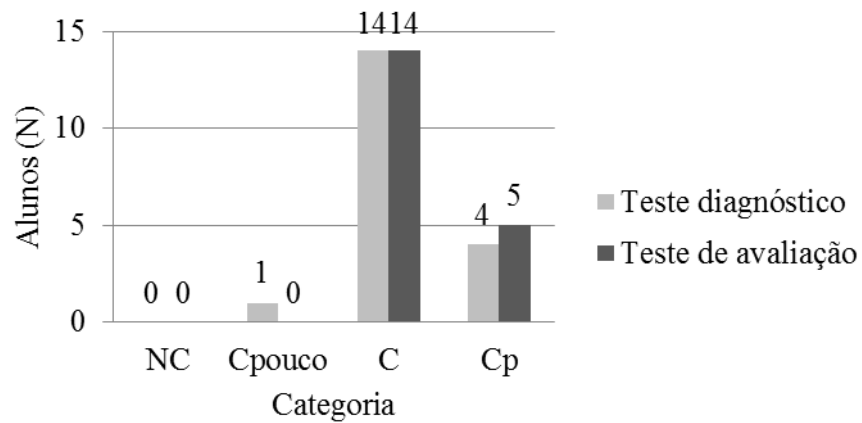
No teste diagnóstico e de avaliação, na primeira e terceira questões de opinião predominou a categoria concordo plenamente e na segunda concordo (tabelas 10 e 11).

Neste grupo, a média mais elevada de respostas foi concordo plenamente, seguida de concordo, verificando-se uma melhoria no teste de avaliação (tabelas 10 e 11).

A.



B.



C.

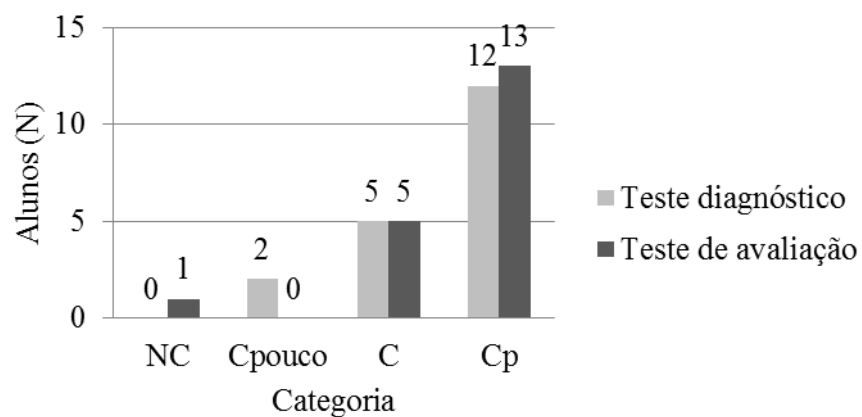


Figura 18 – Resultados obtidos, no teste diagnóstico e no teste de avaliação, nas questões de opinião (grupo I) sobre mecanismos de evolução. A. Questão 1 - O estudo da evolução biológica é importante para a biologia e para a sociedade; B. Questão 2 - Gosto do tema evolução biológica; C. Questão 3 - A evolução biológica pode influenciar a vida do Homem.

Tabela 9 – Comparação dos resultados obtidos no teste diagnóstico e no teste de avaliação, nas questões do grupo I sobre mecanismos de evolução.

Nº aluno	Número da questão		
	1	2	3
1	-	-	3→4
2	-	4→3	4→3
3	-	-	-
4	3→4	-	3→4
5	4→3	3→4	2→1
6	3→4	-	4→3
7	-	2→3	-
8	3→4	3→4	4→3
9	-	-	3→4
10	3→4	-	3→4
11	-	-	-
12	3→4	4→3	-
13	-	-	-
14	-	3→4	4→3
15	-	-	-
16	-	-	-
17	-	-	-
18	4→3	-	2→4
19	-	-	-

Tabela 10 – Resultados obtidos, nas questões do grupo I do teste diagnóstico sobre mecanismos de evolução, segundo a categoria de resposta.

Categoria	Questão 1 Nº de respostas	Questão 2 Nº de respostas	Questão 3 Nº de respostas	Média	Mediana	Desvio padrão
Cp	12	4	12	9,3	12,0	4,6
C	7	14	5	8,7	7,0	4,7
Cpouco	0	1	2	1,0	1,0	1,0
NC	0	0	0	0,0	0,0	0,0

Tabela 11 – Resultados obtidos, nas questões do grupo I do teste de avaliação sobre mecanismos de evolução, segundo a categoria de resposta.

Categoria	Questão 1 Nº de respostas	Questão 2 Nº de respostas	Questão 3 Nº de respostas	Média	Mediana	Desvio padrão
Cp	15	5	13	11,0	13,0	5,3
C	4	14	5	7,7	5,0	5,5
Cpouco	0	0	0	0,0	0,0	0,0
NC	0	0	1	0,3	0,0	0,6

Nas questões de resposta fechada do grupo II (fig. 19), foram avaliados os conhecimentos dos alunos sobre mecanismos de evolução. Comparando os resultados dos testes de diagnóstico e de avaliação, verificou-se que houve uma melhoria, passando de apenas 1 afirmação com 100% de respostas certas para 6, tendo também o número de respostas erradas diminuído em todas as afirmações (fig. 19).

Na primeira afirmação, o evolucionismo defende que as espécies são estáveis, todos os alunos acertaram, no teste diagnóstico e de avaliação (fig. 19).

Na segunda e terceira afirmações, registou-se uma melhoria, pois, no teste de avaliação, todos os alunos acertaram (fig. 19), revelando que os alunos, após as aulas sobre a unidade, compreenderam o significado das afirmações: um ancestral comum corresponde a um ser vivo que originou diferentes espécies e a seleção artificial ocorre quando o Homem seleciona as espécies.

Na afirmação 4, as respostas nos 2 testes foram semelhantes 17/18 respostas certas e 2/1 erradas (fig. 19), verificando-se que 1 aluno modificou a sua resposta de certa para errada (tabela 12).

Os resultados obtidos no teste diagnóstico, para a quinta afirmação, foram 11 respostas certas e 8 erradas e, no teste de avaliação, 13 alunos acertaram (fig. 19), tendo 3 alunos modificado a sua resposta de certa para errada (tabela 12).

Na afirmação 6, houve uma melhoria, com 14 respostas certas e 5 erradas, nos primeiros resultados e 18 certas e 1 errada, nos segundos (fig. 19).

Aquando da lecionação dos mecanismos de evolução, os alunos, no início do ano letivo, aprenderam o significado de mutações, de modo que a análise da sétima afirmação seria mais fácil. Assim, obtiveram-se 18 respostas certas e 1 errada, no teste diagnóstico (fig. 19).

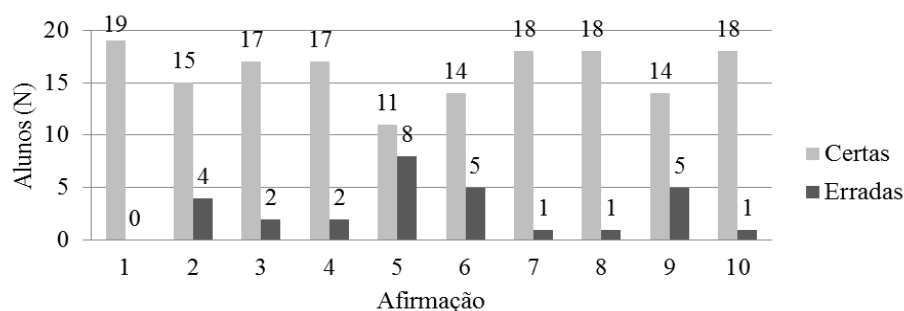
A) e 19 certas no teste de avaliação (fig. 19 B), o que significa que todos os alunos compreenderam que as mutações possibilitam a evolução.

Na afirmação 8, apenas 1 aluno errou no teste diagnóstico (fig. 19 A), enquanto no teste de avaliação todos os alunos responderam acertadamente (fig. 19 B).

A análise dos dados obtidos na afirmação 9 revelou que, no teste diagnóstico, 14 alunos acertaram e 5 erraram (fig. 19 A), mostrando dificuldade em aplicar os conceitos seleção natural e apto. No teste de avaliação registou-se uma pequena melhoria, 16 acertaram e 3 erraram (fig. 19 B), salientando-se que 4 alunos modificaram a sua resposta de errada para certa (tabela 12).

Na última afirmação, os princípios geológicos fundamentam o evolucionismo, obtiveram-se, no teste diagnóstico, 18 respostas certas e 1 errada (fig. 19 A) e, no teste de avaliação, 19 respostas certas (fig. 19 B), revelando que todos os alunos compreenderam o significado da afirmação.

A.



B.

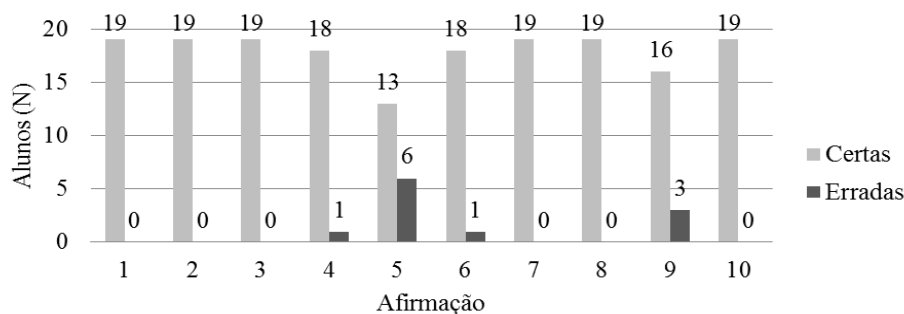


Figura 19 – Resultados obtidos nas afirmações do grupo II do teste diagnóstico (A) e de avaliação (B) sobre mecanismos de evolução. 1 - O evolucionismo defende que as espécies são estáveis; 2 - Um ancestral comum corresponde a um ser vivo que originou diferentes espécies; 3 - A seleção artificial ocorre quando o Homem seleciona as espécies; 4 - Um indivíduo pode ser considerado eternamente o mais apto; 5 - Quando ocorre evolução convergente um mesmo ser vivo dá origem a várias espécies; 6 - Os diferentes desenvolvimentos de órgãos ou estruturas espelham séries filogenéticas; 7 - As mutações possibilitam a evolução; 8 - O fixismo explica a variabilidade genética das populações; 9 - A seleção natural favorece os menos aptos ao meio; 10 - Os princípios geológicos fundamentam o evolucionismo.

Tabela 12 – Comparação dos resultados obtidos no grupo II do teste diagnóstico e teste de avaliação sobre mecanismos de evolução.

Nº aluno	Número da afirmação/Resposta certa									
	1/F*	2/V	3/V*	4/F	5/F	6/V	7/V	8/F	9/F	10/V
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	F→V	-	-	-	V→F	-
3	-	F→V	-	V→F	V→F	F→V	-	-	-	-
4	-	-	-	-	V→F	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	F→V	-
6	-	-	F→V	-	-	-	-	-	-	-
7	-	F→V	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	F→V	V→F	-	F→V	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	F→V	-
10	-	F→V	-	-	F→V	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	V→F	-	F→V
13	-	-	-	-	-	-	F→V	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	V→F	-
15	-	-	-	F→V	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	F→V	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	V→F	F→V	-	-	V→F	-
18	-	F→V	-	-	V→F	F→V	-	-	V→F	-
19	-	-	-	-	V→F	-	-	-	-	-

\* F – Falso; V – Verdadeiro

Relativamente às afirmações do grupo II, os resultados permitiram concluir que 11 alunos melhoraram a sua classificação, 4 mantiveram e 4 desceram (fig. 20). De modo geral, verificou-se que os resultados obtidos no teste de avaliação foram melhores, a média de respostas certas subiu de 16,1 para 17,9 (tabelas 13 e 14).

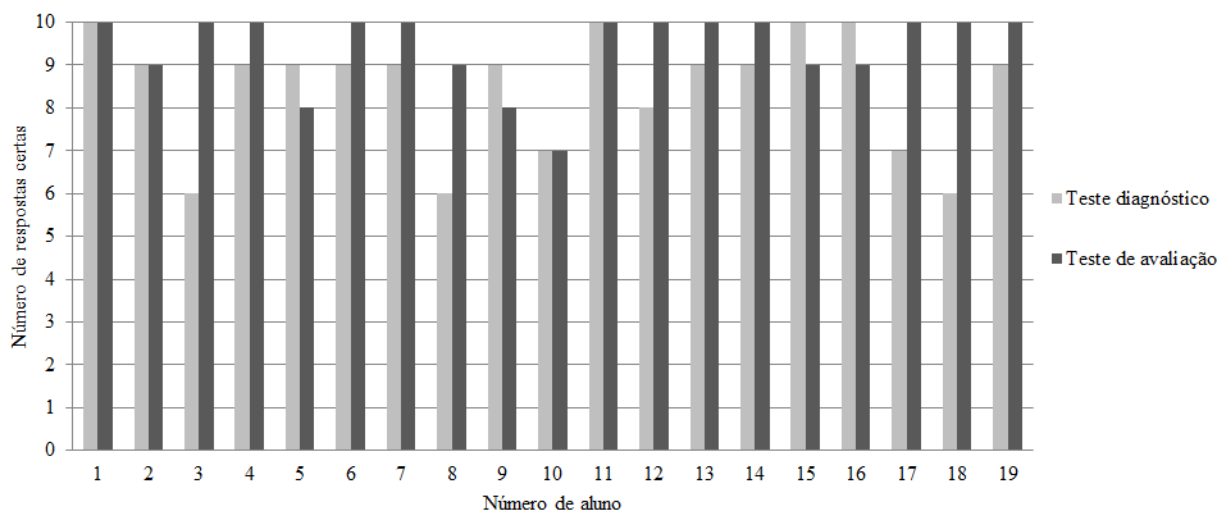


Figura 20 - Classificação das respostas obtidas no grupo II, no teste diagnóstico e no teste de avaliação, sobre mecanismos de evolução.

Tabela 13 – Resultados obtidos, nas questões do grupo II do teste diagnóstico sobre mecanismos de evolução, segundo o tipo de resposta.

Resposta	Afirmação										Média	Mediana	Desvio padrão
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Certas	19	15	17	17	11	14	18	18	14	18	16,1	17,0	2,5
Erradas	0	4	2	2	8	5	1	1	5	1	2,9	2,0	2,5

Tabela 14 – Resultados obtidos, nas questões do grupo II do teste de avaliação sobre mecanismos de evolução, segundo o tipo de resposta.

Resposta	Afirmação										Média	Mediana	Desvio padrão
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Certas	19	19	19	18	13	18	19	19	16	19	17,9	19,0	2,0
Erradas	0	0	0	1	6	1	0	0	3	0	1,1	0,0	2,0

#### 4.2.2 - Questões da ficha de avaliação sumativa

As questões da ficha de avaliação sumativa eram de verdadeiro/falso, escolha múltipla, correspondência, desenvolvimento e de sequência.

A análise dos resultados da primeira questão do grupo III revelou que a maioria dos alunos (13) respondeu corretamente (tabela 15).

Na segunda questão, de escolha múltipla com 3 alíneas, verificou-se que, na primeira, a maioria dos alunos (15) acertou, na segunda, 8 acertaram e, na terceira, apenas 2 erraram

(tabela 15). Na alínea 2.2, os alunos tiveram dificuldade em aplicar os conceitos estruturas análogas, homólogas e vestigiais.

Na questão 3, os resultados (tabela 15) mostraram que os alunos compreenderam as ideias principais das teorias relacionadas com evolução.

A última questão do grupo III foi avaliada segundo 5 níveis de resposta (fig. 14), tendo 4 alunos obtido nível 4, 7 nível 3, 6 nível 2, 1 nível 1 e 1 não respondeu (tabela 15). A maioria dos alunos conseguiu identificar os três tópicos que a resposta devia contemplar, no entanto, tiveram dificuldades na escrita, na utilização de linguagem científica e na construção de frases.

No grupo IV, relativo aos argumentos a favor do evolucionismo, a primeira questão foi de escolha múltipla e, na alínea 1.1, a maioria dos alunos (18) acertou (tabela 15), revelando que não houve dificuldade na análise da figura. Na alínea 1.2 não aconteceu o mesmo, pois 10 alunos acertaram e 9 erraram (tabela 15), o que significou que a análise da figura não foi tão fácil talvez devido à dificuldade em considerar a hemoglobina como estrutura homóloga nos vertebrados (cão e Homem). Na alínea 1.3, a maioria dos alunos (12) respondeu acertadamente (tabela 15), mostrando que conseguiram aplicar a teoria de Darwin a um exemplo diferente.

A segunda questão de desenvolvimento foi avaliada segundo 2 níveis de resposta (fig. 14), tendo 3 alunos obtido o nível 2 e 12 o nível 1. Nesta questão, 4 alunos não responderam a nenhum dos 2 tópicos (tabela 15), o que poderá estar relacionado com o facto de os alunos não terem conseguido aplicar a definição de estrutura homóloga às moléculas de hemoglobina, apesar de terem praticamente os dados necessários no texto inicial do grupo IV, na figura e respetiva legenda.

Na questão 3, de correspondência e também avaliada segundo níveis de resposta (fig. 14), 6 alunos obtiveram nível 3, 9 nível 2 e 4 nível 1 (fig. 14, tabela 15). A maioria dos alunos acertou 5 ou mais correspondências, no entanto, nem todos aplicaram corretamente os argumentos evolutivos.

Na penúltima questão, a maioria dos alunos (14) respondeu acertadamente, enquanto na questão 5, apenas 9 acertaram (tabela 15), uma vez que a resposta só é cotada se a sequência estiver completamente certa.

De uma forma geral, os resultados obtidos nestes dois grupos de questões, foram positivos, verificando-se que apenas 3 alunos tiveram uma classificação inferior a 50% (tabela 15).



Tabela 15 - Classificações obtidas na ficha de avaliação sumativa, relativas ao grupo III e grupo IV, sobre mecanismos de evolução.

Nº aluno	Grupo III						Grupo IV							Classificação final (%)
	Q. 1	Q. 2.1	Q. 2.2	Q. 2.3	Q. 3	Q. 4	Q. 1.1	Q. 1.2	Q. 1.3	Q. 2	Q. 3	Q. 4	Q. 5	
1	8	5	5	5	10	20	5	0	5	6	7	8	0	76
2	12	5	0	5	5	15	5	0	0	6	10	0	0	57
3	12	5	0	5	5	10	0	5	5	6	5	8	0	60
4	8	5	0	5	10	10	5	0	5	6	7	8	0	63
5	12	0	5	5	10	20	5	0	0	6	7	8	8	78
6	12	5	5	5	7	15	5	5	5	12	10	8	8	93
7	12	5	5	5	10	20	5	0	5	6	10	8	8	90
8	8	5	5	5	7	15	5	0	5	6	7	8	8	76
9	0	0	0	5	5	15	5	5	0	0	5	8	0	44
10	12	0	0	5	5	0	5	5	0	0	10	0	8	45
11	8	5	0	0	7	10	5	5	5	12	10	8	0	68
12	12	5	5	5	7	10	5	5	0	6	7	0	0	61
13	12	5	5	0	7	20	5	5	0	6	10	8	0	75
14	12	5	0	5	7	15	5	5	5	0	5	8	0	65
15	12	5	0	5	7	10	5	0	5	6	7	8	0	64
16	12	5	5	5	7	15	5	0	5	12	7	8	8	85
17	12	0	0	5	7	15	5	0	5	6	7	8	8	71
18	12	5	0	5	5	10	5	5	5	6	5	0	8	65
19	8	5	0	5	5	5	5	5	0	0	7	0	8	48

## 5 - CONCLUSÕES

As conclusões deste estudo não podem ser generalizadas devido ao facto de não ter sido realizado com uma amostra aleatória. Contudo, podem-se tirar conclusões em relação às estratégias, materiais didáticos e instrumentos aplicados.

As estratégias planificadas decorreram como pretendido, tendo havido, inicialmente, algumas dificuldades em estabelecer a comunicação/diálogo com os alunos, predominando o método expositivo, o que não significa que a exposição não seja importante para ensinar novos conhecimentos. De qualquer modo, o professor não se deve distanciar e eliminar outras perspetivas de ensino como, por exemplo, colocando questões aos alunos que os levem a raciocinar e a descobrir o conhecimento.

A realização da primeira atividade sobre vulcanologia decorreu normalmente, verificando-se o entusiasmo dos alunos por simularem erupções vulcânicas que lhes permitiu observar algumas diferenças entre as erupções explosivas e efusivas, tal como a libertação de odores intensos na primeira ou a escoada de “lava” na segunda.

Na segunda atividade, a observação e caracterização das amostras de mão de materiais vulcânicos não foi tão bem sucedida, provavelmente, pelo facto destes materiais ainda não terem sido lecionados. Este resultado era esperado, uma vez que a distribuição de aulas não permitiu que esta atividade prática fosse realizada depois da leção dos materiais vulcânicos. Por outro lado, esta atividade poderá ter despertado o interesse dos alunos para o estudo deste tema. Contudo, sugere-se que esta atividade seja desenvolvida após a leção dos materiais vulcânicos. Outro aspeto a salientar foi o facto de, apesar de divididos por turnos, o número de alunos ter sido um pouco elevado para que o docente pudesse apoiar devidamente todos os grupos de trabalho. Durante os dois turnos, e após a correção das fichas de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos”, verificou-se que alguns desenhos se apresentavam mais completos do que outros e que existiram mais dificuldades na concretização da questão 1 da atividade 1, talvez por não ser muito explícita, e na questão 1 da atividade 2, talvez por abranger termos e conceitos ainda não adquiridos e/ou consolidados pelos alunos, uma vez que esta atividade se realizou na segunda aula da unidade (Anexo II). No entanto, as classificações obtidas na avaliação formativa foram positivas, não existindo notas inferiores a “Bom”, correspondente a valores entre 13,5 e 15,5.

A realização deste tipo de atividade prática teve como finalidade a implementação de um método de ensino e aprendizagem construtivista em que o aluno tem um papel ativo na construção do seu conhecimento, tendo ainda contribuído para a sua motivação.

Relativamente à componente de biologia, destaca-se a última ficha de trabalho, “A Viagem Perdida de Darwin”, onde as questões foram formuladas de forma muito simplificada, o que permitiu um preenchimento rápido e correção fácil. Uma vez que, os alunos deveriam refletir sobre o vídeo, sugere-se que poderão ser incluídas, na ficha de trabalho, questões de desenvolvimento e interpretação. Contudo, as respostas dadas pelos alunos revelaram que todos responderam acertadamente a todas as questões, demonstrando que conseguiram acompanhar a história/conteúdo do vídeo.

A contribuição dos vídeos de longa duração, projetados nas aulas de vulcanologia e mecanismos de evolução, poderia ter sido mais relevante para a aprendizagem destes conteúdos, se tivessem ocorrido pequenas pausas de diálogo e reflexão.

Nas aulas de vulcanologia verificou-se que os vídeos de curta duração suscitaram o interesse do grupo-turma e permitiram mostrar e explicar mais facilmente alguns conteúdos conceptuais.

A projeção de vídeos adapta-se melhor a determinados temas e pode permitir que os alunos entendam de forma mais eficaz os conteúdos. De qualquer modo, independentemente de ser um vídeo de curta ou longa duração, deve existir reflexão e discussão conjunta sobre o que se observou.

O instrumento principal de recolha de dados foi o teste diagnóstico/avaliação, que permitiu tirar as conclusões principais deste estudo e responder às questões colocadas inicialmente:

1. As estratégias implementadas levarão os alunos a relacionar corretamente os conteúdos programáticos com questões relativas à ciência e sociedade?
2. As estratégias implementadas modificarão o interesse dos alunos pelos temas lecionados (vulcanologia e mecanismos de evolução)?
3. As estratégias implementadas permitirão o desenvolvimento das competências conceptuais relativamente aos temas lecionados?

De uma forma geral, os resultados obtidos nos testes de avaliação revelaram uma melhoria, mostrando que as aulas tiveram influência positiva nas opiniões dos alunos e permitiram o desenvolvimento de conteúdos/conhecimentos. Na componente de geologia, no grupo de questões de opinião, verificou-se uma melhoria na relação e importância que os alunos estabeleceram entre a vulcanologia e a sociedade e ciência.

Na globalidade, os resultados obtidos na vulcanologia foram melhores do que os obtidos para os mecanismos de evolução, o que pode significar que as estratégias planificadas e aplicadas nas aulas sobre evolução poderão não ter sido as mais adequadas. Por outro lado, esta diferença poderá explicar-se pelo facto de na turma do 11º ano existir uma maior percentagem de alunos com dificuldades de aprendizagem. Esta conclusão permitiu refletir sobre as estratégias a implementar na lecionação deste tema, sugerindo-se que sejam realizadas mais atividades práticas em que a interação entre alunos e professor seja mais desenvolvida.

Os objetivos gerais deste trabalho não foram totalmente alcançados, uma vez que a implementação de estratégias motivadoras, pela análise conjunta dos dados recolhidos através dos testes e das observações realizadas ao longo das aulas, só foi totalmente conseguida na componente de geologia. No entanto, conseguiu-se avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos, relativamente às unidades de ensino e avaliar as estratégias implementadas, de modo a melhorá-las da próxima vez que forem implementadas.

Este estudo contribuiu para refletir sobre as práticas letivas, neste ano de formação inicial de professores e especialmente sobre as potencialidades e limitações das estratégias implementadas nas unidades de ensino vulcanologia e mecanismos de evolução.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- Arends, R.I. (1995). *Aprender a Ensinar*. Tradução de Alvarez, M., Bizarro, L., Nogueira, J., Sá, I. & Vasco, A. (2001). Lisboa. McGraw-Hill.
- Bardintzeff, J.-M. & McBirney, A. (2000). *Volcanology*. Massachusetts, USA, Jones and Bartlett Publishers.
- Best, M. (2003). *Igneous and Metamorphic Petrology*. New York, W. H. Freeman.
- Blatt, H., Tracy, R.J. & Owens, B.E. (2006). *Petrology: Igneous, Sedimentary, and Metamorphic*. New York, W. H. Freeman.
- Bonito, J. (2008). Perspectivas actuais sobre o ensino das ciências: clarificação de caminhos. *Terræ Didática*, 4 (1), 28-42.
- Bonito, J. & Macedo, R. (2000). Encarar o papel das actividades práticas de laboratório no ensino das ciências: o incentivo que falta. In C. Gomes & J. Cunha (Orgs.). *Actas do VIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*. Ponta Delgada. Departamento de Ciências da Educação da Universidade dos Açores, 251-272.
- Bonito, J., Oliveira, M., Rebelo, H., Saraiva, M. & Trindade, V. (2009). O que dizem os estudantes do ensino secundário e do ensino superior sobre as práticas de ensino - um estudo sobre a qualidade de ensino em Évora (Portugal). In N. Ferreira, M. Pereira & S. Silva (Orgs.). *IX Seminário Pedagogia em Debate – IV Colóquio Nacional de Formação de Professores*. Curitiba. Universidade de Tuiuti do Paraná.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.I., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. (2008). *Biology*. San Francisco, Pearson.
- Decreto-Lei n.º 50/2011 (2011). *Diário da República*, 1.ª série — N.º 70 — 8 de Abril de 2011.
- 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*. Lisboa. Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.

- 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. Lisboa. Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.
- DGE - Direção-Geral da Educação (2012). Programas e Projetos nas Escolas/Outros Projetos da DGE, Ciências Experimentais. Ministério da Educação e Ciência. <http://www.dgidc.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=4> (acedido em 10/4/12).
- Dourado, L. & Leite, L. (2008). Actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. In Actas do XXI Congresso de ENCIGA. Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.
- 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, 13-18.
- Fontes, A. & Cardoso, A. (2006). Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 15-30.
- Forjaz, V.H., Rocha, F.M., Medeiros, J.M., Meneses, L.F., Sousa, C. (2000). Notícias sobre o Vulcão Oceânico da Serreta, Ilha Terceira dos Açores. São Miguel. Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- França, Z., Forjaz, V., Tilling, R., Kuentz, D., Widom, E. & Lago, M. (2009). Volcanic History of Pico and Faial: Islands, Azores an Overview. Ponta Delgada. Nova Gráfica, Lda.
- Futuyma, D. J. (1998). *Evolutionary Biology*. Massachusetts, USA, Sinauer Associates.
- Galopim de Carvalho, A.M. & Brandão, J.M. (1991). Geologia do Arquipélago da Madeira. Museu Nacional de História Natural (Mineralogia e Geologia). Lisboa. Universidade de Lisboa.

- Galvão, C., Reis, P., Freire & Oliveira, T. (2006). Avaliação de Competências em Ciências, Sugestões para Professores dos Ensinos Básico e Secundário. Lisboa. Edições ASA.
- Hall, B.K. & Hallgrímsson, B. (2008). Strickberger's Evolution: The Integration of Genes, Organisms and Populations. Massachusetts, USA, Jones and Bartlett Publishers.
- Hall, A. (1996). Igneous Petrology. Harlow, Longman Group.
- IUGS - International Union of Geological Sciences. Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. (1989). A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Oxford.
- Kinchin, I.M. (2006). Concept mapping, PowerPoint, and a pedagogy of access. Journal of Biological Education, 40 (2), 79-82.
- Leite, C. & Fernandes, P. (2002). Avaliação das Aprendizagens dos Alunos - Novos Contextos, Novas Práticas. Porto. Edições ASA.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H.V. & Santos, M.G. (Orgs). Cadernos Didáticos de Ciências. Lisboa. Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação, 1, 77-96.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M.T., Silva, L., Afonso, A.S. & Baptista, J.M. (Orgs.). Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Braga. Universidade do Minho, 91-108.
- Madeira, J. (2005). The Volcanoes of Azores Islands: a World Class Heritage: Examples from Terceira, Pico, and Faial Islands: Field Trip Guide Book. IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage. Braga.

- Magalhães, S.I.R. & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19 (2), 85-110.
- Martins, I. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 28-39.
- Matias, O. & Martins, P. (2004). *Biologia 11. Biologia e Geologia*, 11º ano, Ensino Secundário. Porto. Areal Editores.
- Marques, L, Praia, J. & Andrade, A.A.S. (2008). Actividades exteriores à sala de aula em ambientes formais de ensino das ciências: sua relevância. In P.M. Callapez, R.B. Rocha, J.F. Marques, L.S. Cunha & P.M. Dinis (Eds). *A Terra: Conflitos e Ordem*. Coimbra. MMGUC, 235-342.
- MEC - Ministério da Educação e Ciência. (1980). *Boletim Informativo*, nº4. Formação em Serviço. Lisboa. Ministério da Educação e Ciência.
- Paixão, F., Santos, M.E.M. & Praia, J. (2008). Cidadania, cultura científica e problemática CTS: obstáculos e um desafio da actualidade. In R.M. Vieira, M.A. Pedrosa, F. Paixão, I.P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M.J. Martín-Díaz, (Coords.). *V Seminário Ibérico/I Seminário Ibero-americano, Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável*. Aveiro. Universidade de Aveiro, 190-192.
- Pedrosa, M.A. (2001a). Ensino das ciências e trabalhos práticos - (re)conceptualizar... In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa. Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 19-33.
- Pedrosa, M.A. (2001b). Mudanças de práticas de ensino das ciências – uma reflexão epistemológica. In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa. Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 34-49.
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. (2004). *Understanding Earth*. New York, W.H. Freeman.



- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. (2004a). *Understanding Earth*. New York, W.H. Freeman. Tradução de Menegat, R., Fernandes, P., Fernandes, L. & Porcher, C. (2006). *Para Entender a Terra*. São Paulo, Bookman.
- Portaria nº 244/2011. (2011). *Diário da República*, 2.<sup>a</sup> série — N.º 222 — 18 de Novembro de 2011.
- Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. & Berenbaum, M.R. (2011). *Life: The Science of Biology*. Massachusetts, USA, W.H. Freeman.
- Silva, J., Ribeiro, E. & Oliveira, O. (2007). *Desafios. Biologia e Geologia*, 11º ano, Ensino Secundário. Lisboa. Edições ASA.
- Tuckman, B.W. (1994). *Manual de Investigação em Educação – Como Conceber e Realizar o Processo de Investigação em Educação*. Tradução de Lopes, A.R. (2000) Lisboa. Serviço de Educação, Fundação Calouste Gulbenkian.
- USGS - United States Geological Survey (2003). *Tambora Volcano, Indonesia*. United States government.  
[http://vulcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/Indonesia/description\\_tambora\\_1815\\_eruption.html](http://vulcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/Indonesia/description_tambora_1815_eruption.html) [acedido em 22/07/12].
- Valente, M.O. (2002). *Literacia e educação científica*. Évora. Actas do Encontro na Universidade de Évora.
- Valadares, J. (2001). *O ensino experimental das ciências: do conceito à prática: investigação/acção/reflexão*. *Revista ProFORMAR online*, 13, 1-15.
- Veríssimo, A. & Ribeiro, R. (2001). *Educação em ciências e cidadania: porquê, onde e como?* In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa. Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 155-163.
- Vieira, N. (2007). *Literacia científica e educação de ciência. Dois objectivos para a mesma aula*. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97-108.

## ANEXOS

## ANEXO I

Tabela 1 - Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do ponto 2 - Vulcanologia, do Tema III - compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera (DES-ME, 2001, p. 52 e 53).

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Recordar e enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
<p><i>(Apresentação da situação-problema)</i></p> <p>2. Vulcanologia.</p> <p>2.1 Conceitos básicos.</p> <p>2.2 Vulcões e tectónica de placas.</p> <p>2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.</p>	<p>Identificar elementos constitutivos das questões problemáticas.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planificar 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>Redigir conclusões comunicando-as de forma oral e escrita.</p>	<p>Desenvolver uma atitude científica face aos riscos vulcânicos, reconhecendo as suas causas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>	<p>As relação entre a natureza das lavas, o tipo de actividade vulcânica e as formas vulcânicas.</p> <p>A ocorrência de enormes derrames lávicos ao longo dos tempos geológicos.</p> <p>A hipótese de alterações climáticas provocadas por erupções vulcânicas terem sido causa de extinções de espécies.</p> <p>A relação das manifestações vulcânicas de tipo explosivo com as zonas de convergência de placas e as de tipo não explosivo com as zonas de rift e zonas oceânicas intra-placa.</p> <p>A relação entre tectónica e vulcanismo com destaque para o caso particular dos Açores.</p>	<p>O uso de classificações muito rígidas para os diversos tipos de vulcões e respectiva actividade.</p>	<p>- Vulcão (cone principal, cones secundários ou adventícios, cratera, chaminés vulcânicas e caldeiras).</p> <p>-Actividade vulcânica (explosiva, efusiva, mista).</p> <p>-Lavas ácidas, intermédias e básicas.</p> <p>-Vulcanismo de tipo central e de tipo fissural.</p>	6

Tabela 1 - Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do ponto 2 - Vulcanologia, do Tema III - compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera (DES-ME, 2001, p. 52 e 53) (continuação).

Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Recordar e enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
	<p>Utilizar mapas de riscos sísmicos na avaliação de riscos humanos relacionados com terremotos.</p> <p>Analisar informação recente sobre tremores de terra e erupções vulcânicas, servindo-se, para o efeito, de recursos da Internet e da Imprensa.</p> <p>Avaliar o nível e natureza de ocupação humana aceitável em áreas vulcânicas e de elevado risco sísmico.</p>				<p>-Câmara magmática, bolsada magmática, e rocha encaixante.</p> <p>-Piroclastos (cinzas, lapilli/bagacina, bombas vulcânicas).</p> <p>-Escoada, lava encordoada (pahoehoe), escoriácea (aa), em almofada (pillow lava).</p> <p>-Agulha, domo ou cúpula e nuvem ardente.</p> <p>-Vulcanismo residual (nascentes termais, sulfataras, géiseres, fumarolas e mofetas).</p>	

Tabela 2 - Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do ponto 2 - Mecanismos de Evolução, da unidade 7 - evolução biológica (DESM, 2003, p. 11 e 12).

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>2. Mecanismos de evolução</p> <p>2.1 Evolucionismo vs fixismo</p> <p>2.2 Selecção natural, selecção artificial e variabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo.</li> <li>Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial.</li> <li>Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.</li> <li>Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os contributos de diferentes áreas científicas (ex. anatomia, citologia, química, paleontologia...) na fundamentação e consolidação do conceito de evolução.</li> <li>As diferenças entre o pensamento de Lamarck e Darwin e a utilização do termo neodarwinismo.</li> <li>A meiose como fonte de variabilidade e, por esse motivo, promotora da evolução.</li> <li>As populações como unidades evolutivas.</li> <li>A existência de fenómenos de evolução convergente e divergente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo pormenorizado das teorias evolucionistas.</li> <li>A abordagem exhaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria evolucionista.</li> </ul>	<p>Fixismo</p> <p>Evolucionismo</p> <p>Selecção natural</p> <p>Selecção artificial</p>	

## ANEXO II

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia.

<b>1ª Aula / Lição nº 22</b> (duração: 90 minutos; data: 11 de novembro – 6ª feira; sala: ____)			
<b>Sumário:</b> Vulcanismo primário ou eruptivo: tipo fissural e tipo central. Morfologia de um vulcão. Formação de caldeiras vulcânicas.			
Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos
❖ Vulcanologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar alguns conceitos, factos, teorias e/ou modelos sobre vulcanologia anteriormente adquiridos</li> <li>▪ Compreender a importância do estudo da Vulcanologia</li> <li>▪ Recordar alguns conceitos, factos, teorias e/ou modelos sobre vulcanologia</li> <li>▪ Conhecer o significado de vulcanologia e de vulcanismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aplicação de um questionário sobre vulcanologia</li> <li>– Exploração de imagens e de um (diapositivos 1-4) com ocorrências vulcânicas recentes, de modo a introduzir e motivar os alunos para o tema “Vulcanologia”</li> <li>– Diálogo com os alunos e levantamento de questões revendo alguns conceitos, factos, teorias e/ou modelos relacionados com a vulcanologia</li> <li>– Concluir, juntamente com os alunos, qual o significado de vulcanologia e de vulcanismo, assim como, a importância do estudo deste tema (diapositivo 5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulcanologia</li> <li>* Vulcanismo</li> </ul>
❖ Vulcanismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer as duas formas de vulcanismo: primário /eruptivo e secundário/residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diálogo com os alunos sobre as duas formas de manifestação vulcânica: primária ou eruptiva e secundária ou residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulcanismo primário/eruptivo</li> </ul>
❖ Vulcanismo central	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compreender que o vulcanismo primário/eruptivo pode ser caracterizado em central e fissural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Analisar imagens do vulcanismo primário/eruptivo e seus tipos de manifestações (diapositivo 6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulcanismo central</li> <li>* Vulcanismo fissural</li> </ul>
❖ Vulcanismo fissural			

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos
<p>❖ Formação de caldeiras vulcânicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compreender que no vulcanismo fissural a erupção ocorre através de um vulcão fissural</li> <li>▪ Distinguir vulcanismo fissural de vulcanismo central</li> <li>▪ Compreender o processo de formação de um vulcão/aparelho vulcânico</li> <li>▪ Conhecer os elementos constituintes de um aparelho vulcânico/vulcão</li> <li>▪ Distinguir magma de lava</li> <li>▪ Identificar a origem do magma</li> <li>▪ Descrever as etapas de formação de uma caldeira vulcânica</li> <li>▪ Associar as caldeiras vulcânicas a vulcões extintos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploração de imagens e de um (diapositivos 7 e 8) para explicar e exemplificar o vulcanismo fissural</li> <li>- Diálogo com os alunos para explicar o vulcanismo central e diferenciá-lo do vulcanismo fissural</li> <li>- Construção de um esquema que represente a formação de um vulcão semelhante à imagem apresentada no diapositivo 9, de forma a levar os alunos a compreender a formação do cone vulcânico</li> <li>- Solicitar aos alunos que façam a legenda dos vários elementos constituintes do vulcão</li> <li>- Exploração de imagens e de um para exemplificar o vulcanismo do tipo central (diapositivo 10 e 11)</li> <li>- Suscitar o interesse da turma identificando em Portugal Continental locais onde já existiu vulcanismo (diapositivo 12 e 13)</li> <li>- Discussão com os alunos sobre as diferenças entre magma e lava e a origem do magma (diapositivo 14)</li> <li>- Através da sequência de etapas apresentadas no diapositivo 16 e de uma (diapositivo 17), levar os alunos a explicar o processo de formação de uma caldeira vulcânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cone vulcânico</li> <li>* Câmara magmática</li> <li>* Bolsada magmática</li> <li>* Rochas encaixantes</li> <li>* Chaminé vulcânica lateral ou secundária</li> <li>* Chaminé vulcânica principal</li> <li>* Cratera</li> <li>* Cratera secundária</li> <li>* Cone secundário ou adventício</li> <li>* Lava</li> <li>* Magma</li> <li>* Caldeira vulcânica</li> <li>* Vulcão extinto</li> </ul>

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

<b>2ª Aula / Lição nº 23</b> (duração: 135 minutos; data: 15 de novembro – 3ª feira; Sala ____)			
<b>Sumário:</b> Materiais expelidos durante uma erupção vulcânica. Aula prática: simulação de dois tipos de erupção vulcânica; observação de materiais vulcânicos.			
<b>Conteúdos</b>	<b>Competências</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Conceitos</b>
<p>❖ Materiais expelidos durante uma erupção vulcânica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar os materiais expelidos numa erupção vulcânica</li>   <li>▪ Distinguir aspetos diferentes entre duas erupções vulcânicas</li>   <li>▪ Identificar diferentes tipos de materiais vulcânicos</li>   <li>▪ Aplicar conceitos relativos às atividades práticas</li> <li>▪ Diferenciar situações reais de situações laboratoriais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li>   <li>- Diálogo com os alunos de modo a identificar os materiais que podem ser expelidos durante uma erupção vulcânica (diapositivo 18)</li>   <li>- Execução de atividades práticas para simular dois tipos de erupções vulcânicas</li>   <li>- Observação de materiais vulcânicos</li>   <li>- Realização de uma ficha de trabalho (“Erupções e materiais vulcânicos”) para registar e interpretar as atividades acima descritas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Piroclastos</li> <li>* Cinzas</li> <li>* Lapilli/bagacina</li> <li>* Bombas vulcânicas</li> <li>* Gases</li> <li>* Lava</li>   <li>* Basalto</li> <li>* Pedra-pomes</li> <li>* Vidro vulcânico</li> </ul>



Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

3ª Aula / Lição nº 24 (duração: 90 minutos; data: 16 de novembro – 4ª feira; Sala ____)			
Sumário: Tipos de lavas. Tipos de atividades vulcânicas. Resolução de exercícios.			
Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos/factos/modelos
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tipos de lavas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer os diferentes parâmetros que caracterizam as lavas ácidas, básicas e intermédias</li> <li>▪ Compreender que diferentes tipos de lava são características de diferentes tipos de vulcanismo (fissural e central)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>- Exploração com os alunos de uma tabela com os três tipos de lavas e respetivas características principais (diapositivo 19)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lava ácida</li> <li>* Lava básica</li> <li>* Lava intermédia</li> <li>* Lava viscosa</li> <li>* Lava fluida</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Solidificação de lavas básicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer os três tipos de lavas básicas: lava encordoada/pahoehoe, lava escoriácea/aa, lava em almofada/pillow lava</li> <li>▪ Compreender que a lava escoriácea/aa é mais viscosa que a lava encordoada/pahoehoe</li> <li>▪ Associar a lava em almofada/pillow lava ao vulcanismo submarino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de imagens e de vídeos com os alunos de forma a levar os alunos ao compreender todos os conceitos inerentes aos três tipos de lavas básicas (diapositivo 20 e 21)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lava encordoada/pahoehoe</li> <li>* Lava escoriácea/aa</li> <li>* Lava em almofada/pillow lava</li> </ul>

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Solidificação de lavas ácidas</li> <li>❖ Tipos de atividade vulcânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer o significado de agulhas vulcânicas, domos/cúpulas e nuvens ardentes</li> <li>▪ Compreender que as agulhas vulcânicas, os domos/cúpulas e as nuvens ardentes ocorrem associadas a lava ácida</li> <li>▪ Conhecer os três tipos de atividade vulcânica</li> <li>▪ Relacionar o tipo de atividade com o tipo de lava, materiais expelidos, formas vulcânicas e características do cone vulcânico</li> <li>▪ Compreender que a composição do magma/lava é o principal fator que condiciona o tipo de erupção vulcânica</li> <li>▪ Compreender que o tipo de erupção num determinado vulcão pode variar ao longo do episódio eruptivo ou em erupções espaçadas no tempo, o que leva à caracterização da atividade vulcânica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Através da apresentação de imagens explorar as principais características associadas a lavas ácidas (diapositivo 23)</li> <li>- Diálogo com os alunos, exploração de uma tabela com as principais características e apresentação de imagens representativas dos três tipos de atividade vulcânica (diapositivo 24)</li> <li>- Exploração de vídeos para exemplificar erupções predominantemente do tipo efusivo, explosivo e misto (diapositivo 25)</li> <li>- Realização da atividade “Morfologia do vulcão e tipo de atividade vulcânica” do manual, página 157.</li> <li>- Exploração do vulcanismo do tipo serretiano através do diapositivo 26 e do livro adotado, página 158</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Agulha vulcânica</li> <li>* Domo/cúpula</li> <li>* Nuvem ardente</li> <li>* Atividade vulcânica efusiva</li> <li>* Atividade vulcânica explosiva</li> <li>* Atividade vulcânica mista</li> </ul>

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

<b>4ª Aula / Lição nº 25</b> (duração: 90 minutos; data: 18 de novembro – 6ª feira; Sala ____)			
<b>Sumário:</b> Vulcanismo secundário ou residual. Os vulcões e a tectónica de placas.			
<b>Conteúdos</b>	<b>Competências</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Conceitos/factos/ teorias/modelos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Vulcanismo secundário ou residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distinguir vulcanismo secundário/residual de vulcanismo primário/ eruptivo</li> <li>▪ Conhecer as formas de vulcanismo secundário/residual: nascentes termais vulcânicas, fumarolas e géiseres</li> <li>▪ Conhecer que a água termal resultante do magma tem o nome de água juvenil ou magmática</li> <li>▪ Compreender que as fumarolas podem apresentar nomes diferentes conforme a sua composição química</li> <li>▪ Compreender que nem todas as nascentes termais têm origem vulcânica uma vez que podem resultar apenas do elevado gradiente geotérmico da região</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>▪ Diálogo com os alunos de modo a diferenciar vulcanismo secundário/residual de vulcanismo primário/ eruptivo</li> <li>▪ Através de imagens e de vídeos explorar os conceitos de nascentes termais vulcânicas, fumarolas e géiseres (diapositivo 27 e 28)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulcanismo secundário/residual</li> <li>* Nascentes termais vulcânicas</li> <li>* Águas juvenis/magmáticas</li> <li>* Fumarolas</li> <li>* Sulfataras</li> <li>* Mofetas</li> <li>* Géiseres</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Os vulcões e a tectónica de placas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar as zonas do planeta vulcanicamente mais ativas</li> <li>▪ Compreender que os vulcões se situam essencialmente associados aos limites das placas tectónicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise e exploração de uma imagem (diapositivo 29)</li> </ul>	

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos/factos/ teorias/modelos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer alguns exemplos de vulcanismo de zonas de rifte, zonas de subducção e intraplaca</li> <li>▪ Identificar o tipo de erupção vulcânica mais frequente consoante o contexto tectónico do vulcanismo</li> <li>▪ Compreender que o magma do vulcanismo intraplaca tem origem no manto inferior, junto ao limite com o núcleo externo</li> <li>▪ Compreender que os pontos quentes podem estar associados a vulcanismo do tipo central e fissural e que podem ocorrer no interior de placas oceânicas e continentais</li> <li>▪ Compreender que nem todos os pontos quentes dão origem a alinhamentos de aparelhos vulcânicos</li> <li>▪ Relacionar o tipo de vulcanismo dos Açores (fissural e de ponto quente) com o seu contexto tectónico</li> <li>▪ Associar o arquipélago da Madeira a um ponto quente extinto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e apresentação de imagens para exemplificar os três contextos tectónicos de vulcanismo (diapositivo 32 a 34)</li> <li>- Realização da atividade do manual, página 164, “Vulcanismo Intraplaca”</li> <li>- Discussão com os alunos sobre o vulcanismo dos Açores e o vulcanismo extinto da Madeira associando ao respetivo contexto tectónico (diapositivo 37 a 39)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulcanismo de subducção</li> <li>* Vulcanismo de rifte</li> <li>* Vulcanismo intraplaca</li> <li>* Ponto quente/hotspot</li> </ul>

Tabela 3 - Planificação da unidade de vulcanologia (continuação).

5ª Aula / Lição nº 26 (duração: 135 minutos; data: 22 de novembro; Sala ____)			
Sumário: Riscos e benefícios do vulcanismo. Minimização de riscos vulcânicos: previsão e prevenção.			
Conteúdos	Competências	Estratégias	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Riscos e benefícios do vulcanismo</li> <li>❖ Métodos de previsão</li> <li>❖ Medidas de prevenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compreender quais os riscos e os benefícios associados ao vulcanismo</li> <li>▪ Conhecer alguns métodos de previsão e medidas de prevenção de ocorrências vulcânicas de modo a minimizar os riscos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>- Visualização do vídeo “Vulcões” (duração aprox. de 30min)</li> <li>- Realização de uma ficha de trabalho (“Vulcões”) utilizando simultaneamente a exploração de diapositivos em PowerPoint (diapositivos 43-49), de forma a completar as ideias presentes na ficha de trabalho</li> <li>- Entrega da ficha de trabalho “Erupções e materiais vulcânicos”</li> </ul>	

Tabela 4 - Planificação da unidade de mecanismos de evolução.

<b>1ª Aula / Lição nº 43</b> (duração: 90 minutos; data: 11 de janeiro – 4ª feira; sala: ___)			
<b>Sumário:</b> Fixismo e evolucionismo. Teoria de Lamarck. Críticas ao Lamarquismo.			
<b>Conteúdos</b>	<b>Competências</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Conceitos/factos/teorias</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fixismo vs. Evolucionismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar alguns conceitos, factos, teorias e/ou modelos sobre evolução biológica</li> <li>▪ Distinguir as teorias fixistas das teorias evolucionistas</li> <li>▪ Reconhecer teorias fixistas e evolucionistas</li>   <li>▪ Compreender as teorias fixistas</li> <li>▪ Reconhecer o transformismo como uma etapa intermédia entre o fixismo e o evolucionismo</li> <li>▪ Identificar as principais figuras do fixismo e do transformismo</li> <li>▪ Reconhecer o contributo geológico na evolução das espécies</li> <li>▪ Compreender a influência dos contextos socioeconómicos, religiosos, culturais e políticos sobre o avanço científico-tecnológico</li> <li>▪ Conhecer as áreas científicas que permitiram o despoletar do evolucionismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de um questionário sobre evolução biológica</li> <li>- Suscitar o interesse da turma para o tema colocando algumas questões-problema (diapositivo 2)</li> <li>- Realização da ficha de trabalho “Fixismo vs. Evolucionismo”</li> <li>- Exploração das ideias fixistas e transformistas com o apoio dos diapositivos 4 a 9</li>   <li>- Exploração do diapositivo 10 para explicar as áreas científicas que contribuíram para a transição do fixismo para o evolucionismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fixismo</li> <li>* Evolucionismo</li>   <li>* Criacionismo</li> <li>* Catastrofismo</li> <li>* Uniformitarismo</li> <li>* Gradualismo</li>   <li>* Taxonomia</li> <li>* Paleontologia</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Teoria de Lamarck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar o Lamarquismo como a primeira teoria evolucionista</li> <li>▪ Compreender as leis do Lamarquismo</li> <li>▪ Reconhecer as limitações da teoria de Lamarck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos sobre a teoria de Lamarck e exploração dos diapositivos 12 a 14</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lamarquismo</li> <li>* Adaptação</li> <li>* Lei do uso e do não uso</li> <li>* Hipertrofia</li> <li>* Atrofia</li> <li>* Lei da transmissão dos caracteres adquiridos</li> </ul>

Tabela 4 - Planificação da unidade de mecanismos de evolução (continuação).

<b>2ª Aula / Lição nº 44</b> (duração: 90 minutos; data: 13 de janeiro – 6ª feira; Sala ____)			
<b>Sumário:</b> Fundamentos do darwinismo. Seleção artificial e seleção natural.			
Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos/factos/teorias
❖ Teoria de Darwin	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer os fundamentos que apoiaram a Teoria de Darwin</li> <li>▪ Reconhecer a influência e a importância de outras teorias e áreas científicas para o darwinismo</li> <li>▪ Compreender o conceito de seleção artificial</li>   <li>▪ Identificar os princípios do darwinismo</li> <li>▪ Compreender o conceito de seleção natural, variabilidade intraespecífica e “apto”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>- Realização da ficha de trabalho “Lamarquismo”</li>   <li>- Diálogo com os alunos e exploração de diapositivos de modo a explicar os dados relevantes para o darwinismo (diapositivo 15 - 22)</li>   <li>- Utilização de imagens e exploração de diapositivos a fim de salientar as ideias principais do darwinismo (diapositivo 23 - 25)</li>   <li>- Realização do exercício “Como evoluem as espécies por seleção natural?” do manual adotado, pág. 128</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Dados biogeográficos</li> <li>* Dados geológicos</li> <li>* Dados socioeconómicos e demográficos</li> <li>* Seleção artificial</li> <li>* Variabilidade intraespecífica</li> <li>* Excedente populacional</li> <li>* Luta pela sobrevivência</li> <li>* Seleção natural</li> <li>* Reprodução diferencial/sobrevivência do mais apto</li> </ul>

Tabela 4 - Planificação da unidade de mecanismos de evolução (continuação).

3ª Aula / Lição nº 45 (duração: 135 minutos; data: 16 de janeiro – 2ª feira; Sala ___)			
Sumário: Confronto entre Lamarquismo e darwinismo. Visualização do vídeo “A Viagem Perdida de Darwin”. Introdução aos argumentos a favor do evolucionismo: realização do exercício do manual “Que há de comum nos membros dos vertebrados?”.			
	Competências	Estratégias	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparar o lamarquismo com o darwinismo</li> <li>▪ Reconhecer que tanto Lamarck como Darwin identificam as alterações ambientais como impulsionadoras da evolução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>- Correção do exercício “Como evoluem as espécies por seleção natural?” do manual adotado, pág. 128</li> <li>- Realização do exercício “Em que difere o lamarquismo do darwinismo?” do manual adotado, pág. 130</li> <li>- Exploração de diapositivos para complementar a realização do exercício (diapositivos 26-28)</li> <li>- Visualização do vídeo “A Viagem Perdida de Darwin”</li> <li>- Realização de uma ficha interpretativa do vídeo</li> <li>- Realização do exercício “Que há de comum nos membros dos vertebrados?” de modo a introduzir os argumentos a favor do evolucionismo</li> </ul>	



Tabela 4 - Planificação da unidade de mecanismos de evolução (continuação).

<b>4ª Aula / Lição nº 46</b> (duração: 90 minutos; data: 18 de janeiro – 4ª feira; Sala ____)			
<b>Sumário:</b> Argumentos a favor do evolucionismo.			
Conteúdos	Competências	Estratégias	Conceitos/factos/modelos
<p>❖ Argumentos a favor do evolucionismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conhecer os dados de anatomia comparada</li> <li>▪ Compreender o conceito de estruturas homólogas, evolução divergente, séries filogenéticas progressivas, séries filogenéticas regressivas, estruturas análogas, evolução convergente e estruturas vestigiais</li> <li>▪ Relacionar as estruturas homólogas com a evolução divergente</li> <li>▪ Relacionar as estruturas análogas com a evolução convergente</li>   <li>▪ Conhecer os dados paleontológicos, embriológicos, biogeográficos e da biologia molecular</li> <li>▪ Compreender o conceito de fóssil de transição/sintético/de forma intermédia</li> <li>▪ Compreender em que medida os argumentos referidos fundamentam o evolucionismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li>   <li>- Exploração de imagens de modo a explicar os vários dados que fundamentam o evolucionismo (diapositivos 29 – 46)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Dados da anatomia comparada</li> <li>* Estruturas homólogas</li> <li>* Evolução divergente</li> <li>* Séries filogenéticas progressivas</li> <li>* Séries filogenéticas regressivas</li> <li>* Estruturas análogas</li> <li>* Evolução convergente</li> <li>* Estruturas vestigiais</li> <li>* Dados paleontológicos</li> <li>* Fósseis de formas intermédias, de transição ou sintéticas</li> <li>* Dados embriológicos</li> <li>* Dados biogeográficos</li> <li>* Dados citológicos</li> <li>* Dados bioquímicos</li> </ul>

Tabela 4 - Planificação da unidade de mecanismos de evolução (continuação).

<b>5ª Aula / Lição nº 47</b> (duração: 90 minutos; data: 20 de janeiro – 6ª feira; Sala ___)			
<b>Sumário:</b> Neodarwinismo. Realização de exercícios.			
<b>Conteúdos</b>	<b>Competências</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Conceitos/factos/teorias</b>
❖ Neodarwinismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distinguir darwinismo de neodarwinismo</li> <li>▪ Conhecer os princípios do neodarwinismo</li> <li>▪ Identificar os fatores que permitem a variabilidade genética das populações</li> <li>▪ Identificar os fatores que permitem a evolução das populações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diálogo com os alunos e levantamento de questões para rever os conteúdos lecionados na aula anterior</li> <li>- Exploração de diapositivos de modo a explicar os princípios do neodarwinismo (diapositivos 57 a 59)</li> <li>- Realização do exercício 1 do manual, pág. 142</li> <li>- Diálogo com os alunos sobre a variabilidade e fatores de evolução nas populações (diapositivos 60-67)</li> <li>- Visualização de um pequeno vídeo representativo da evolução biológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Neodarwinismo</li> <li>* Variabilidade genética</li> <li>* Mutações</li> <li>* Recombinação génica</li> <li>* Fundo genético</li> </ul>

## ANEXO III



Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia.

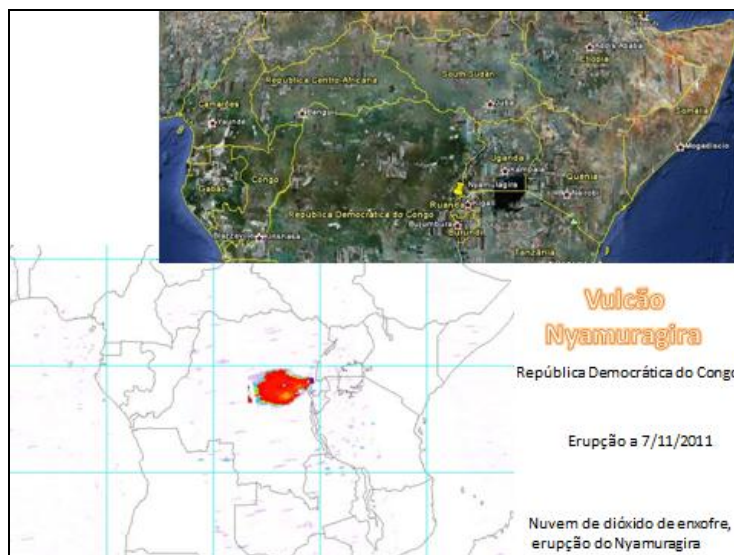
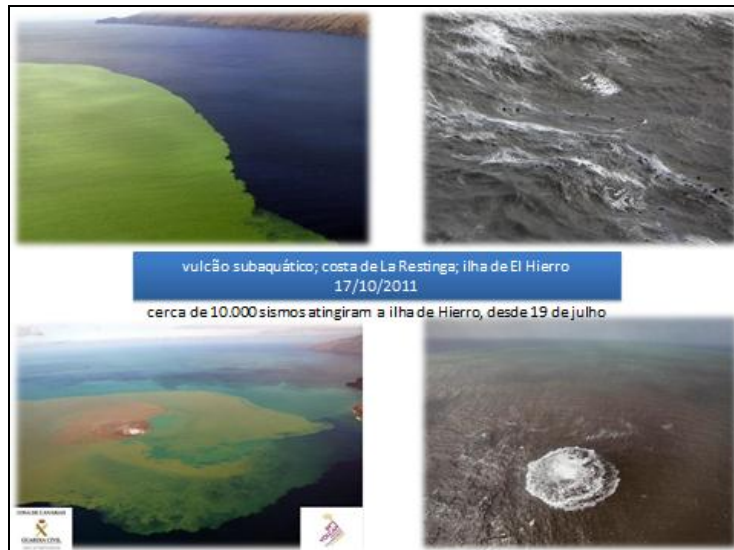


Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

## VULCANOLOGIA

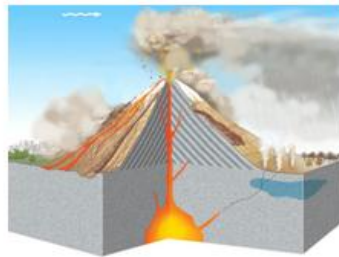
- Estudo do vulcanismo, mecanismos e outras características inerentes (origem, previsão, tectónica de placas, consequências, etc.)
- O que é o vulcanismo?  
Manifestação à superfície terrestre da geodinâmica e material proveniente do interior da Terra



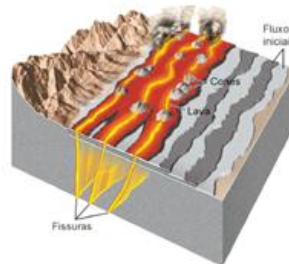
Vulcões na ilha de Java, Indonésia

### Vulcanismo Primário ou Eruptivo

#### • Vulcanismo Central

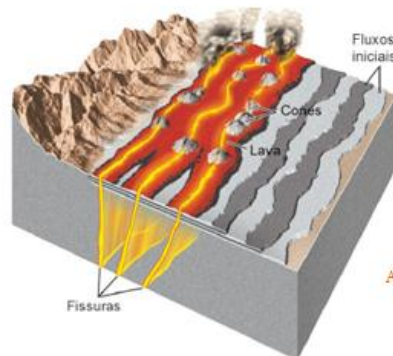


#### • Vulcanismo Fissural



### Vulcanismo Primário ou Eruptivo

#### • Vulcanismo Fissural



Acontece, por exemplo, nas dorsais médio-ocênicas

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



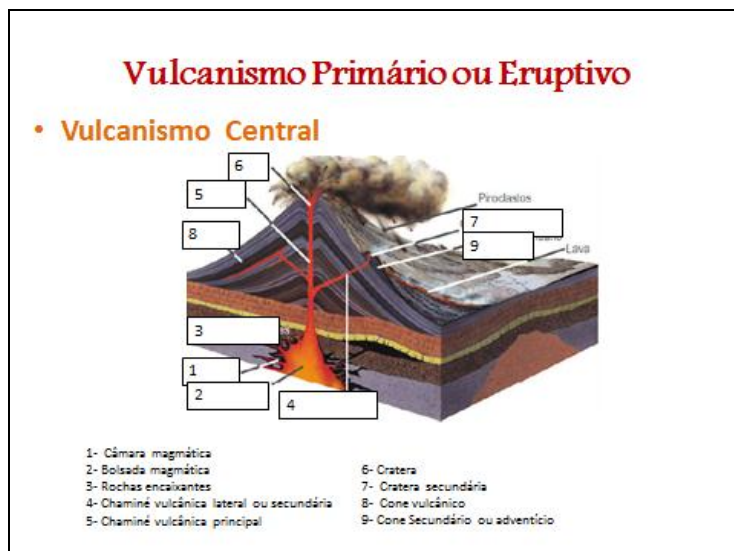




Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).




## Vulcanismo Central

Vulcão Arenal ; Costa Rica



vulcanismo central  
 Vídeo retirado de  
<http://www.youtube.com/watch?v=0awPhnW00&feature=related>  
 publicado em 20/10/11



Anak Krakatau; Indonésia

## Vestígios de vulcanismo em Portugal

### Cone vulcânico extinto - Mafra



## Vestígios de vulcanismo em Portugal



Disjunção colunar em basaltos; Madeira



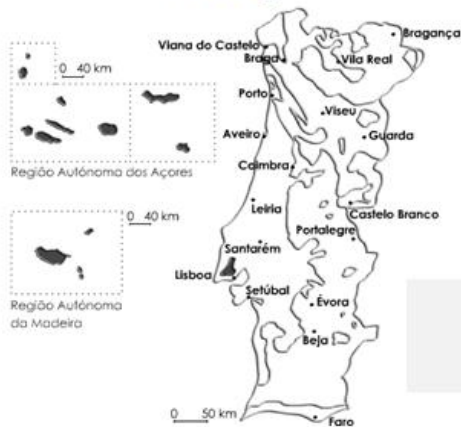
Ilha de Porto Santo



Disjunção colunar; Penedo do Lexim, Mafra

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

## Rochas magmáticas extrusivas Portugal



## Magma = Lava ?

- Magma
  - **Fase líquida:** material rochoso fundido
  - **Fase gasosa:** H<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>; SO<sub>2</sub>; ...
  - **Fase sólida:** fragmentos de rocha encaixante; minerais que não fundiram
  - **Origem:** astenosfera
- Lava
  - Magma que, ao chegar à superfície terrestre, perde grande parte dos componentes voláteis

## Como se forma uma caldeira vulcânica?



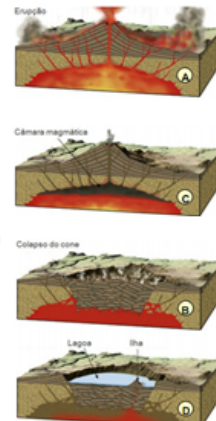
Lagoa das Sete Cidades, Ilha de S. Miguel, Açores, assente sobre uma cratera de um vulcão extinto

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



## Formação de uma caldeira vulcânica

- 1) Erupção vulcânica (central)
- 2) Fim da erupção
- 3) Esvaziamento da câmara magmática (total ou parcial)
- 4) Cone vulcânico com espaços vazios/sem sustentação abate → **caldeira vulcânica**
- 5) Água da chuva acumulada sobre a caldeira → lago ou lagoa



Caldeira de Aniakchak, Alasca

Projeção do vídeo "formação de uma caldeira"  
retirado de  
<http://pubs.usgs.gov/of/2010/1173/> ecedido em 23/20/11



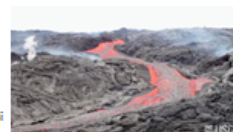
Caldeira Vulcânica com lagoas; ilha do Corvo, Açores

## Materiais expelidos numa erupção

- Piroclastos (em grego: *pyro* = fogo, *clasto* = fragmento de rocha)
  - Cinzas (< 2mm)
  - Lapilli ou bagacina (2mm < 64mm)
  - Bombas vulcânicas (> 64mm)
- Gases
  - H<sub>2</sub>O (50-99%)
  - CO<sub>2</sub>; SO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>S; CO; ... (tóxicos para o Homem)
- Lava



Libertação de piroclastos e gases; Vulcão Cleveland, Alasca



Fluxo de lava; Vulcão Kilauea, Havaí


Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



## Tipos de lava

	% Sílica	Temperatura	Retenção de gases	Viscosidade
Lava básica	$\text{SiO}_2 < 52\%$	~ 1200 °C	Baixa	Baixa (fluida)
Lava intermédia	$52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$	Valor intermédio	Valor intermédio	Valor intermédio
Lava ácida	$\text{SiO}_2 > 65\%$	~ 850 °C	Elevada	Elevada (viscosa)

→ predomina no vulcanismo central  
 → predomina no vulcanismo fissural



## Lavas básicas - formas

- Lavas encordoadas ou *pahoehoe*
  - Superfície lisa e contorcida com dobras
- Lavas escoriáceas ou *aa*
  - Superfície rugosa, formada por fragmentos porosos e agulosos
  - Lava com maior retenção de gases que a lava encordoada
- Lavas em almofada ou *pillow lavas*
  - Formam-se em erupções submarinas
  - Superfície arredondada “em forma de bolha”




Fluxo de lava encordoada ou pahoehoe; vulcão Kilauea, Hawaii




Fluxo de lava escoriáceas ou aa; vulcão Etna, Itália



Fluxo de lava em almofada ou pillow lava solidificado; Rifta Juan de Fuca, Oregon



Vídeo retirado de <http://www.youtube.com/watch?v=vWc5TAL35Y>  
acedido em 20/10/11



Vídeo retirado de <http://www.youtube.com/watch?v=qT7Uu4Xo2k>  
acedido em 20/10/11




Vídeo retirado de <http://www.youtube.com/watch?v=DdIUUUY0L8c>  
acedido em 20/10/11


Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

## Lavas ácidas


- **Agulhas vulcânicas**
  - O magma solidifica na chaminé
  - Aflora após a erosão do aparelho vulcânico
- **Domos ou cúpulas**
  - A lava solidifica sobre a cratera
- **Nuvens ardentes**
  - Nuvem de cinzas vulcânicas e gases
  - Desloca-se à semelhança de uma corrente de lava e a uma grande velocidade



Agulha vulcânica



Domo: Monte de Sta Helena, EUA



Nuvem ardente: Vesúvio, Itália

## Tipos de atividade vulcânica

	Lava	Formas vulcânicas	Cone vulcânico	
			Vertentes	Composição
<b>Explosiva</b>	Ácida	Agulhas vulcânicas; domos/cúpulas; nuvens ardentes	Acentuadas	Piroclastos
<b>Efusiva</b>	Básica	Escodadas de lava; planaltos basálticos	Suaves	Lava
<b>Mista</b>	Ácida; Básica	Estratovulcões	Acentuadas a suaves	Piroclastose lava



Eruptão explosiva, vulcão St Helena, EUA

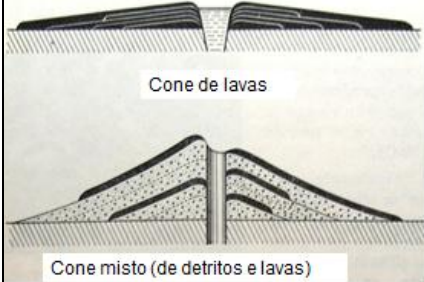


Estratovulcão, Stromboli, Itália

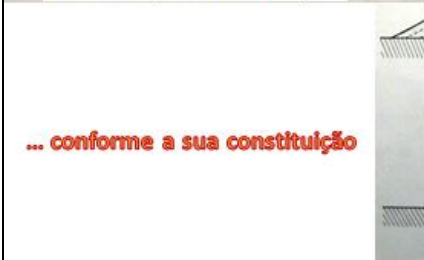


Eruptão efusiva, vulcão Kilauea, Havaí

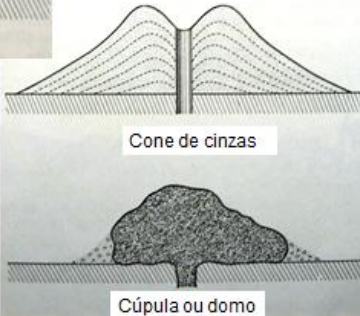
## Morfologia do cone vulcânico ...



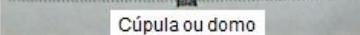
Cone de lavas



Cone misto (de detritos e lavas)



Cone de cinzas



Cúpula ou domo

... conforme a sua constituição

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



## Vulcão oceânico da Serreta

### Erupção Submarina da Serreta (1998 – 2001)

**□ Primeiras manifestações:**


- conjunto de fenômenos/processos sísmicos com uma frequência acima do normal (mais de 150 microssismos)

**□ Primeiros relatos dos pescadores:**


- emanações de gases vulcânicos a subir do fundo oceânico

➤ A distribuição da lava permitiu traçar um mapa da erupção:  
 duas direcções preferenciais de fraturas: NW-SE e NE-SW

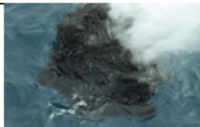
Bloco de lava que sobe para a superfície por ser oco/preenchido com gases.



Balões de lava flutuando à superfície do oceano Atlântico.




Balão de lava que em contacto com a água do mar e devido à diferença de temperaturas liberta uma mistura de gases (H<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>; SO<sub>2</sub>).




## Vulcanismo Secundário ou Residual

➤ Atividade vulcânica após uma erupção vulcânica

- Nascentes termais vulcânicas
  - águas muito mineralizadas
  - associadas a fraturas e falhas
- Géiseres
  - jatos intermitentes de água
  - água subterrânea em ebulição e sob pressão
- Fumarolas
  - libertação de gases, vapor de água
    - Sulfataras (gases sulfurosos)
    - Mofetas (gases com dióxido de carbono)



Nascente termal, Califórnia



Fumarolas

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



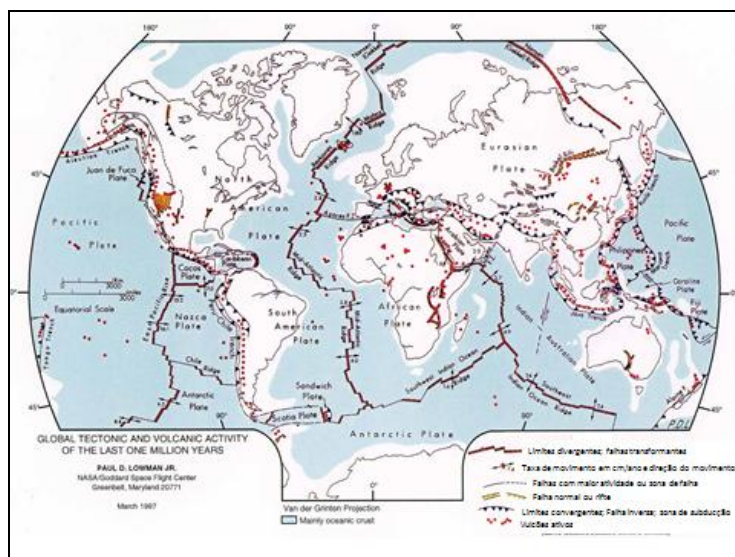
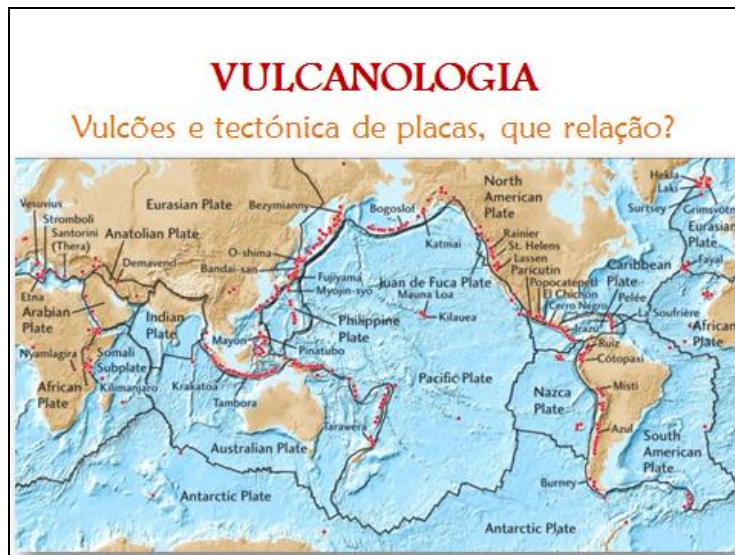


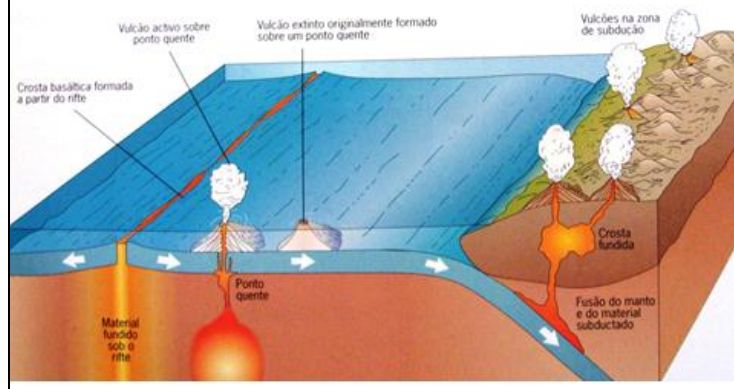
Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

## Vulcões e a tectónica de placas

- A atividade vulcânica coincide essencialmente com os limites das placas tectónicas
- O tipo de atividade vulcânica depende do contexto tectónico
  - 80% vulcões nos limites convergentes
  - 15% vulcões nos limites divergentes
  - Muito poucos no interior das placas

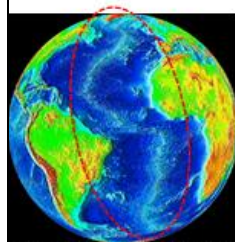
A maioria da atividade vulcânica é subaquática!

## Placas tectónicas e manifestações vulcânicas

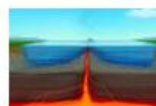


## Placas tectónicas e manifestações vulcânicas

- Limites divergentes
  - Zonas de rifte
  - Erupções efusivas e/ou mistas (essencialmente subaquáticas – pillow lavas)



Dorsal médio-atlântico (traçado vermelho)



Divergência de placas

crosta oceânica ↔ crosta oceânica

crosta continental ↔ crosta continental

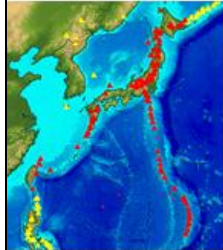


Rifte africano

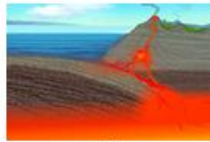
Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

## Placas tectônicas e manifestações vulcânicas

- Limites convergentes
  - Zonas de subducção
  - Erupções frequentemente explosivas



Ilhas vulcânicas do Japão, Taiwan e Marianas



Convergência de placas

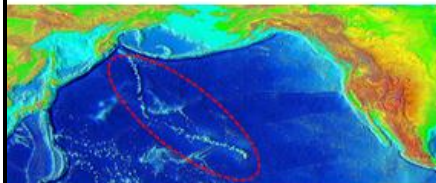
crosta continental → ← crosta oceânica  
crosta oceânica → ← crosta oceânica



Cordilheira dos Andes

## Placas tectônicas e manifestações vulcânicas

- Intraplaca
  - Pontos quentes/*hotspots*
  - Erupções essencialmente efusivas em crosta oceânica
  - Erupções essencialmente explosivas em crosta continental



Ilhas resultantes de um ponto quente intra-oceânico; Havaí (traçado vermelho)



Ponto quente intracontinental de Yellowstone, EUA

## Hotspots / Pontos quentes

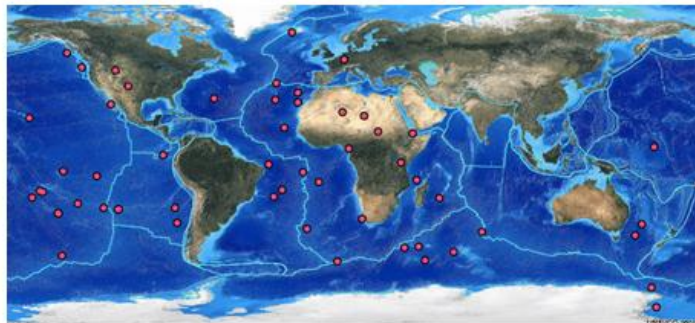


Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).







## Tectónica e vulcanismo: qual o caso dos Açores?

- 26 sistemas vulcânicos ativos, 8 dos quais submarinos
  - Vulcão ou sistema vulcânico ativo
    - aquele que se encontra em erupção ou que tem potencial para entrar em erupção
- Vulcanismo fissural e intraplaca
- Vulcanismo primário e secundário
- Atividade vulcânica mista, efusiva



## Tectónica e vulcanismo: qual o caso da Madeira?

- Vulcão ou Sistema vulcânico extinto
  - Aquele que não apresenta sinais de atividade e já se encontra em fase avançada de erosão
- Ponto quente
- Vulcanismo intraplaca



## VULCANOLOGIA

Minimização de riscos vulcânicos –  
previsão e prevenção



Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).

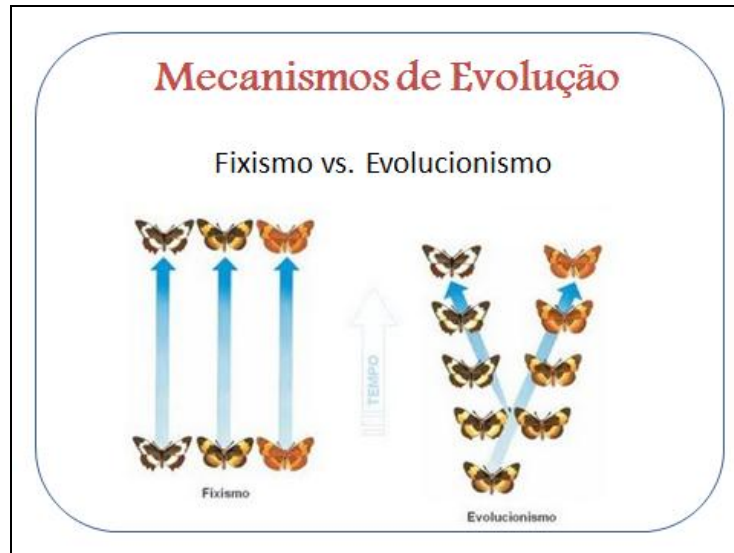




## MEDIDAS DE PREVENÇÃO

- Construção de mapas de risco vulcânico
- Estudo da história eruptiva do vulcão  
(registos descritivos da população; registos geológicos)
- Sensibilização e educação das populações
- Elaboração de planos de emergência
- Gestão do ordenamento do território

Figura 1 – Diapositivos sobre vulcanologia (continuação).



Terra → grande diversidade de seres vivos

pensa-se que existam cerca de **30 a 50 milhões de espécies**  
 apenas **2 milhões** estão identificadas  
 maior diversidade registada nos **procariontes** e nos **insetos**

- Qual a sua origem?
- Como explicar tanta diversidade?
- A Terra sempre foi habitada pelos mesmos organismos?
- Como evoluíram os seres vivos?
- Como podem os contextos socioeconómicos, religiosos, culturais e políticos ter influência sobre o avanço científico-tecnológico?




Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução.

## FIXISMO – ideias fixistas

- Aristóteles e Platão
  - ✓ organismos formaram-se como são na atualidade
  - ✓ espécies inalteráveis, permanentes e perfeitas
  - ✓ não há lugar para a mudança

> Não explica a “natural variabilidade” intraespecífica  
 > dogma → obstáculo ao avanço da ciência biológica

até ao final do séc. XVIII






## FIXISMO – ideias criacionistas

- Lineu
  - ✓ espécies originadas por criação divina
    - ✓ perfeitas e estáveis
  - ✓ as imperfeições que possam ocorrer resultam da imperfeição e corrupção do Mundo

> Influência das crenças religiosas das sociedades antigas

até ao final do séc. XVIII

## FIXISMO – ideias catastrofistas

- Cuvier
  - ✓ catástrofes provocaram a destruição de alguns seres vivos
  - ✓ as áreas seriam repovoadas por seres que migravam de outros locais

> explica o aparecimento de formas fósseis sem continuidade nos estratos mais recentes  
 > fósseis de formas distintas → restos de criações anteriores

Séc. XVIII





Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).



## Transição fixismo → evolucionismo

- Hutton e Lyell
  - ✓ **Uniformitarismo**
    - ✓ Princípio do Actualismo
      - "o presente é a chave do passado"
    - ✓ Leis naturais constantes no espaço e no tempo
    - ✓ Gradualismo
      - alterações geológicas lentas e graduais
  - ❖ idade superior para a Terra

final do séc. XVIII - início do séc. XIX



## Transição fixismo → evolucionismo

- **Taxonomia** (iniciada por Lineu)
  - estudo da morfologia dos seres vivos
  - conhecimento de semelhanças e diferenças
  - Sugeriu **relações de parentesco** e uma possível **origem comum**
- **Paleontologia**
  - espécies fósseis sem correspondência com espécies atuais
  - fósseis com características diferentes
  - Contraria a imutabilidade das espécies

final do séc. XVIII - início do séc. XIX







Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).



### Teorias evolucionistas - Lamarquismo

- Lamarck
 
  - ✓ cada espécie ocupa um lugar na "escala natural" (Homem ocupa o topo)
  - ✓ os seres vivos têm um impulso interior que lhes permite adaptarem-se ao meio
  - ✓ o ambiente e as necessidades dos indivíduos levam à evolução dos seres vivos

### Teorias evolucionistas - Lamarquismo

❖ Lamarquismo

Princípios:

- **Lei do uso e do não uso**  
A necessidade de se adaptarem às condições ambientais levaria a um uso (hipertrofia) ou não uso (atrofia) de determinados órgãos ou estruturas
- **Lei da transmissão dos caracteres adquiridos**  
As modificações são transmitidas à descendência



Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).





## Críticas ao Lamarquismo

- A matéria viva não tem uma **"ambição natural"** de se tornar melhor
- A lei do uso e do não uso não explica todas as modificações
- Não há transmissão da característica adquirida ao longo das gerações

Atualmente sabe-se que:

- ✓ Só o **material genético** e as características que estão inscritas nele são transmitidas à **descendência**

- Teoria não aceite na época
- Ideias fixistas prevaleceram

## Teorias evolucionistas - Darwinismo

- Darwin
  - Antes da viagem...
    - Criacionista
    - Naturalista
  - Viagem à volta do mundo
  - Teoria sobre a origem das espécies

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados biogeográficos

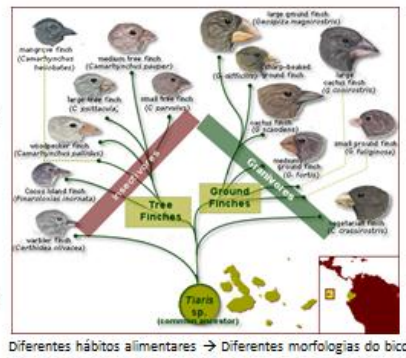
- ❖ Espécies de Cabo Verde
- ❖ Ilhas Galápagos



## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados biogeográficos

- ☐ **Tentilhões das Galápagos**
    - diferenças entre si
    - semelhanças entre si e aos da costa americana
  - **origem comum**
  - **surgiram do continente americano**
- ≠ circunstâncias ambientais em cada ilha condicionaram a evolução



## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados biogeográficos

- ☐ **Tartarugas das Galápagos**
  - variedades distintas → cada uma numa ilha diferente
  - semelhantes entre si → origem comum



Testudo microphyes, Isabela I



Testudo abingdoni, Pinta I



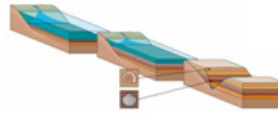
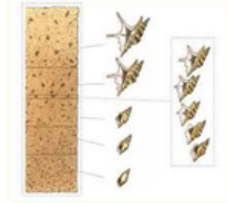
Testudo ephippium, Santa Cruz I

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados geológicos

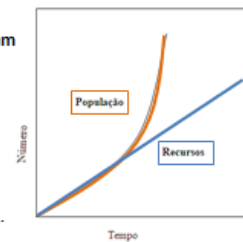
- Darwin leu *Principles of Geology* de Hutton
  - Uniformitarismo
  - Idade da Terra: vários milhões de anos
- Observou fósseis e fenômenos geológicos
- Transpôs as ideias de Lyell para o mundo vivo
  - ✓ os seres vivos experimentam **modificações lentas e graduais**
  - **alteração das características das espécies**
- ✓ havia **tempo** para que a **evolução** dos seres vivos pudesse ocorrer



## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados socioeconômicos e demográficos

- Darwin leu *Ensaio Sobre a População* de Malthus
- ✓ **população** humana cresce exponencialmente
- ✓ **recursos** alimentares crescem linearmente
- ✓ **fatores externos** (fome, epidemias, ...) **influenciam** o crescimento da **população** humana
- Darwin transpôs as ideias de Malthus para o mundo animal
- Apesar da tendência ser o **crescimento exponencial** das populações tal **não acontece** ...



## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Dados socioeconômicos e demográficos

- Apesar da tendência ser o crescimento exponencial das populações o **número de indivíduos** mantém-se **± constante** porque:
  - ✓ Nem todos os animais se **reproduzem**
  - ✓ Muitos morrem:
    - ✓ **luta pela sobrevivência**
    - ✓ **doenças**
    - ✓ **falta de alimento**
    - ✓ **condições ambientais adversas**

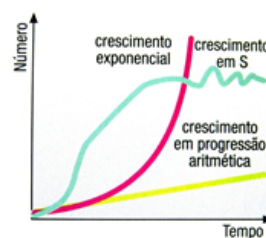


Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Seleção artificial

- Darwin era criador de pombos
  - ✓ Cruzamentos controlados pelo Homem
- ➔ seleção de características desejáveis



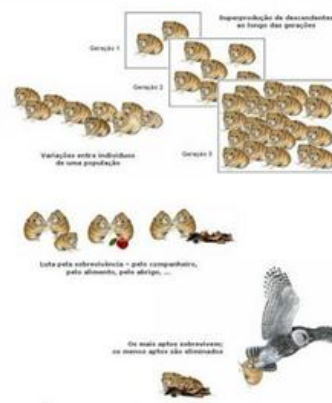
### Seleção natural

- ✓ a natureza também seleciona os indivíduos
  - os fatores ambientais dirigem a seleção
  - é necessário muito tempo para que as modificações sejam visíveis

## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Princípios do Darwinismo

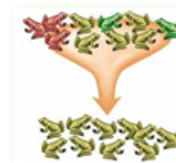
- Variabilidade intraespecífica
- Aumento populacional
- Luta pela sobrevivência



## Teorias evolucionistas - Darwinismo

### Princípios do Darwinismo

- Seleção natural
  - indivíduos com características favoráveis em relação ao meio sobrevivem
  - a Natureza seleciona os mais aptos
- Reprodução diferencial/sobrevivência do mais apto
  - os mais aptos vivem e reproduzem-se mais → transmitem à descendência as características vantajosas → lenta acumulação de características → aparecimento de novas espécies



### Críticas ao Darwinismo


- Nunca conseguiu explicar as variações intraespecíficas

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).




## Teorias evolucionistas - Darwinismo

**A** Os indivíduos de uma população apresentam variações nas suas características.




**B** As espécies produzem mais descendentes do que aqueles que podem sobreviver.


1ª Geração    3ª Geração    10ª Geração    n.º de indivíduos



**C** Entre os indivíduos existe luta pela sobrevivência.



**D** Alguns indivíduos têm mais possibilidades de sobreviver do que outros.




**Fatores que condicionam a sobrevivência dos indivíduos:**  
 competição pelo alimento, parceiro sexual e habitat; doenças; predação;  
 ...


**Seleção natural**

## Lamarquismo ou Darwinismo?

**A**



**B**



Exercício do manual → pág. 130

## Lamarquismo vs. Darwinismo

Explicação para o surgimento das características atuais das girafas

- Lamarck
  - Modificações ambientais (escassez de vegetação rasteira)
    - cria a necessidade de alcançarem ramos mais altos
  - Esforço continuado de esticar o pescoço
    - leva ao desenvolvimento de pescoços cada vez mais longos em cada geração
  - Característica transmitida de geração em geração até ao aspeto atual das girafas




Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Lamarquismo vs. Darwinismo

Explicação para o surgimento das características atuais das girafas

### Darwin

- Existiam girafas com pescoço longo e girafas com pescoço curto
- **Modificações ambientais** (escassez de vegetação rasteira)
- Girafas com pescoço mais longo atingiam a folhagem das árvores  
→ estavam mais aptas a este meio → alimentavam-se mais → reproduziam-se mais
- A **seleção natural** fez aumentar o número de girafas de pescoço comprido



## Lamarquismo vs. Darwinismo

### Lamarck

### Darwin

Motor evolutivo: ambiente/meio

O meio cria necessidades que induzem **mudanças** nos indivíduos

O meio exerce uma **seleção natural** dos mais aptos

Novas **características** adquirem-se pelo uso ou não uso repetido de um órgão ou estrutura

Alguns indivíduos apresentam **características** que os tornam **mais aptos** em relação a outros

Características adquiridas transmitidas à **descendência**

Os mais aptos vivem mais tempo, reproduzem-se mais, transmitem as características selecionadas à **descendência**

## Argumentos a favor do evolucionismo



Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada

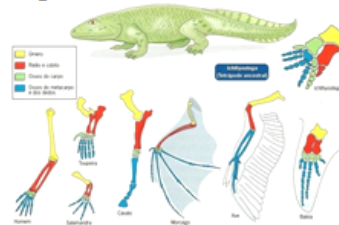
### ❖ Órgãos ou estruturas homólogas

Função pode ser diferente

≈ plano estrutural

≈ posição relativa

≈ origem embriológica



### Homologia

resulta da seleção natural efetuada sobre indivíduos que habitaram meios diferentes

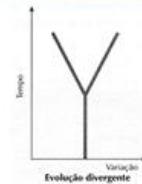
## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada

### ❖ Evolução divergente

≈ ancestral comum

≠ pressões seletivas



## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada

### ❑ Séries filogenéticas

traduzem a evolução dos seres vivos através do estudo das estruturas homólogas

- Progressivas  
complexidade crescente

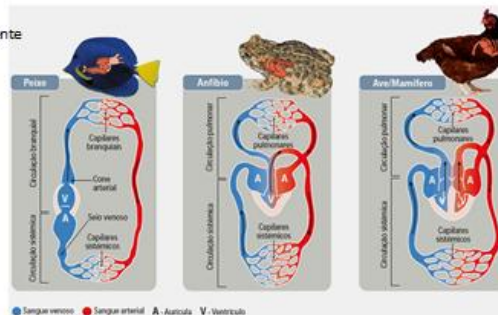


Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada
  - Séries filogenéticas
    - Regressivas  
complexidade decrescente

+ complexo

Lagarto-das-muralhas

Scinque

Ophisaurus apodus

Orvet

- complexo

+ complexo

Troia

Merychippus

Mesohippus

Hyracotherium

+ complexo

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada
  - ❖ **Órgãos ou estruturas análogas**  
mesma função  
≠ plano estrutural  
≠ posição relativa  
≠ origem embriológica

Asa de inseto

Nervuras

Quitina

Asa de ave

Ossos

Penas

**Analogia**  
resulta da seleção natural efetuada sobre indivíduos que habitaram meios semelhantes

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada
  - ❖ **Evolução convergente**  
≠ ancestral comum  
≈ pressões seletivas

Gatlinho (mamífero)

Tubarão (peixe)

**cactos**  
evoluíram nos desertos da América

**eufórbias**  
evoluíram nos desertos de África e Ásia

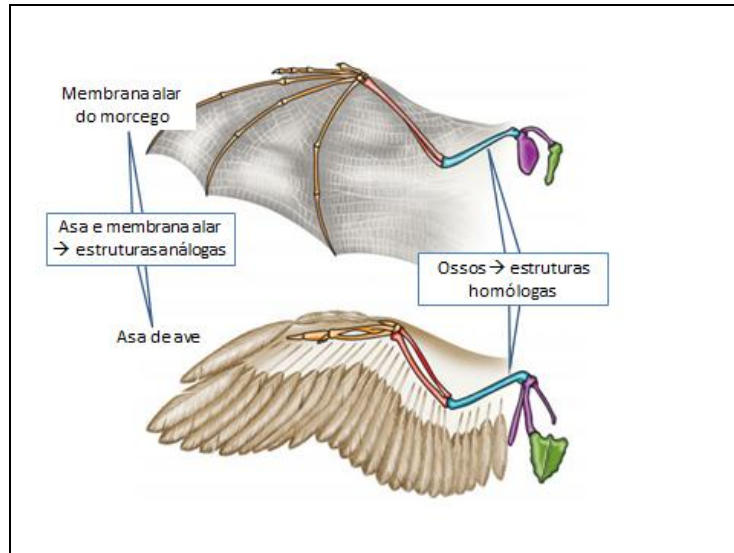
Tempo

Varição

**Evolução convergente**

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).





## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da anatomia comparada
  - ❖ **Órgãos ou estruturas vestigiais**
    - Função?
    - Utilidade?
    - Importância fisiológica?
  - úteis a um ancestral comum

Baleia

Pélvis  
Fêmur

Cobra

Estruturas vestigiais no Homem:  
cóccix; apêndice; membrana nictitante;  
músculos das orelhas

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da Paleontologia
  - o permite a construção de **árvores filogenéticas**
  - o permite conhecer os seres vivos que surgiram e os que se extinguiram
  - o **Limitações**  
nem todos os seres vivos ou vestígios da sua atividade sofrem fossilização

árvore evolutiva dos elefantes e dos seus parentes

Phylogenetic tree showing relationships between elephants and their relatives (Mastodon, Mammoth, etc.) over time (Millions of years ago).

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da Paleontologia

- ❖ Fósseis de formas intermédias, de transição ou sintéticas

**Archaeopteryx**

transição répteis → aves

- dentes e cauda com vértebras
- asas e penas



**Ichthyostega**

transição peixes → anfíbios



➤ Evolução divergente

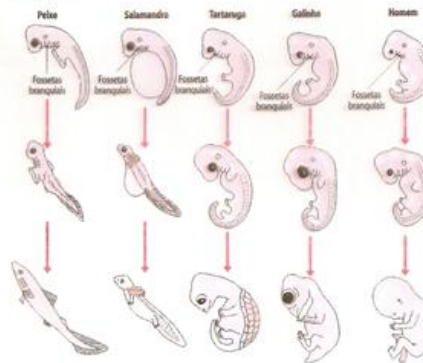


## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da embriologia

➤ Quanto > for o grau de semelhança entre os embriões, > é o grau de parentesco

➤ Quanto + complexo é o animal + tempo demora a adquirir a forma definitiva



## Argumentos a favor do evolucionismo

- Dados da biogeografia

o espécies mais semelhantes quanto maior é a sua proximidade geográfica



Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Argumentos a favor do evolucionismo

- **Dados da biogeografia**
  - **Pangeia**
    - deslocação livre dos mamíferos
  - **Separação dos continentes**
    - separação dos mamíferos
    - diferente evolução

nicho	mamífero placentário	mamífero marsupial
escavador	toupeira	toupeira australiana
comedor de formigas	papa-formigas	Numbat
roedor	rato comum	rato marsupial
trepador	lêmur	Cuscus
planador	esquilo voador	falango voador
felinos	lince	tigre da Tasmânia
canídeos	lobo comum	lobo da Tasmânia

## Argumentos a favor do evolucionismo

- **Dados da citologia**

- Célula
  - unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos

✓ Sugere uma origem comum

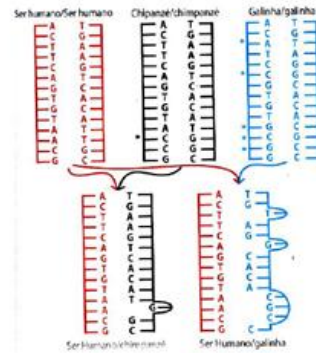
## Argumentos a favor do evolucionismo

- **Dados da bioquímica**
  - Todos os seres vivos possuem:
    - compostos orgânicos (DNA, RNA, glicídios, lípidos, prótidos)
    - processos metabólicos
    - mecanismos de síntese proteica
    - energia metabólica (ATP)
  - código genético → Universal
  - Estudo de relações de parentesco
    - ✓ Híbridação do DNA
    - ✓ Análise de proteínas

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

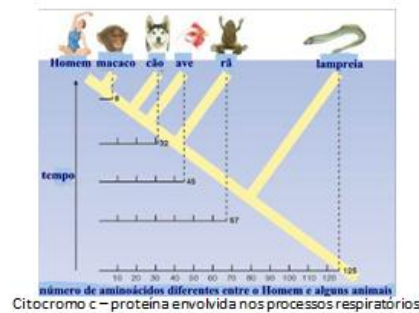
## Hibridação do DNA

- Quanto mais bases emparelharem maior é a proximidade filogenética



## Análise de proteínas

- Análise da sequência de aminoácidos
- > **semelhança** entre as proteínas de indivíduos de diferentes espécies,
- grau de parentesco



## Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução



Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Neodarwinismo

O que Darwin não conseguiu explicar...

- Como são transmitidas as variações à próxima geração?
- Como surge uma variação numa espécie?

Final do séc. XIX – início do séc. XX


**Teoria da Hereditariedade**

- explica a transmissão das características de geração em geração

**Genética**

- descoberta das mutações
- explica as variações numa espécie

		gametas	
		A	a
gametas	A	AA ●●	Aa ●●
	a	Aa ●●	aa ●●



## Neodarwinismo

### Variabilidade das Populações

- **Mutações** (nas células da linha germinativa)

- podem tornar os indivíduos mais ou menos aptos ao meio





## Neodarwinismo

### Variabilidade das Populações

- **Recombinação génica** (reprodução sexuada)

- **Meiose**
  - ✓ crossing-over
  - ✓ separação aleatória dos homólogos
- **Fecundação**
  - ✓ união de indivíduos ao acaso
  - ✓ união aleatória de gametas

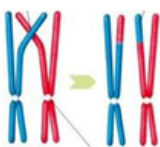
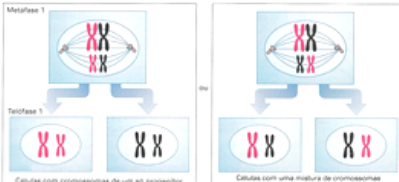




Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

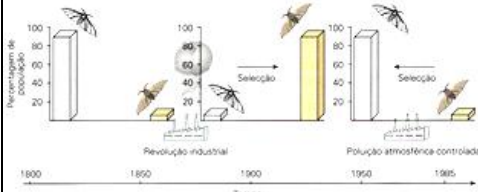


## Mais apto – conceito relativo e temporal

- ❖ **Antes da Revolução Industrial**
  - troncos das árvores claros
  - borboletas escuras mais susceptíveis de serem capturadas
- ❖ **Industrialização**
  - escurecimento do meio
  - borboletas claras mais susceptíveis de serem capturadas



1.43 – I – Aspecto inicial da borboleta;  
II – Aspecto da forma mutante, observada pela primeira vez em 1848.



Revolução industrial      Poluição atmosférica controlada

1800      1850      1900      1950      1985

Tempo

Alterações ambientais

↓

Uma característica vantajosa tornou-se desvantajosa e vice-versa

## Seleção natural e Evolução

### Seleção natural

- atua sobre os fenótipos
- pode promover a **manutenção** de um **fundo genético** ou conduzir à sua **alteração**



População original      Fenótipos (cor da pelagem)

(a) Seleção direcional      (b) Seleção diversificadora      (c) Seleção estabilizadora

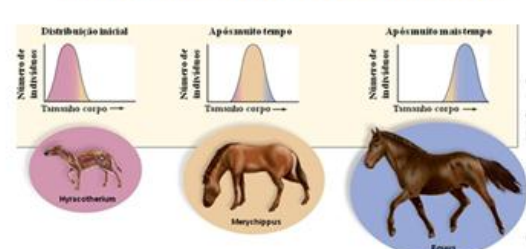
Mudanças ambientais levam à seleção dos indivíduos com fenótipos que os tornam mais aptos      Perda de variabilidade; População homogênea.

## Fundo genético e Evolução

### Fundo genético

- Conjunto de genes presentes numa população

variação na frequência génica de geração em geração



Distribuição inicial      Após muito tempo      Após muito mais tempo

Myacotherium      Merychippus      Equus

**Evolução** → alteração do fundo genético de uma população

Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

## Neodarwinismo Princípios

- **População** → unidade evolutiva
  - conjunto de indivíduos que se reproduz sexuadamente e partilha um conjunto de genes
- **Variabilidade genética/fundo genético** das populações
- **Seleção natural** → mecanismo principal da evolução
- **Gradualismo**
- **Descendência** das características
  - nas populações as características vão sendo transmitidas aos descendentes de geração em geração, alterando o fundo genético e evoluindo

## Neodarwinismo

Numa população há variabilidade devido a mutações meiose e fecundação

Todas as populações produzem mais descendentes do que aqueles que podem sobreviver

Sobre as populações atua a seleção natural que privilegia o conjunto genico (determinado fenótipo) mais apto

Ao longo do tempo determinados genes (determinados fenótipos) acabam por ser eliminados das populações em detrimento de outros que se implantam → **evolução**

## Seleção natural e Evolução

**Natural selection, in a nutshell:**

Yum! Green beetles! Our favorite!

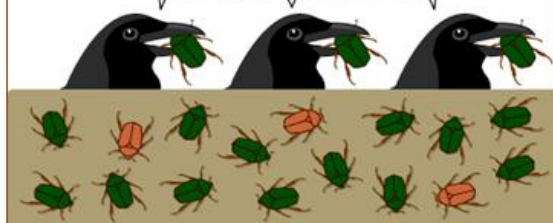


Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).

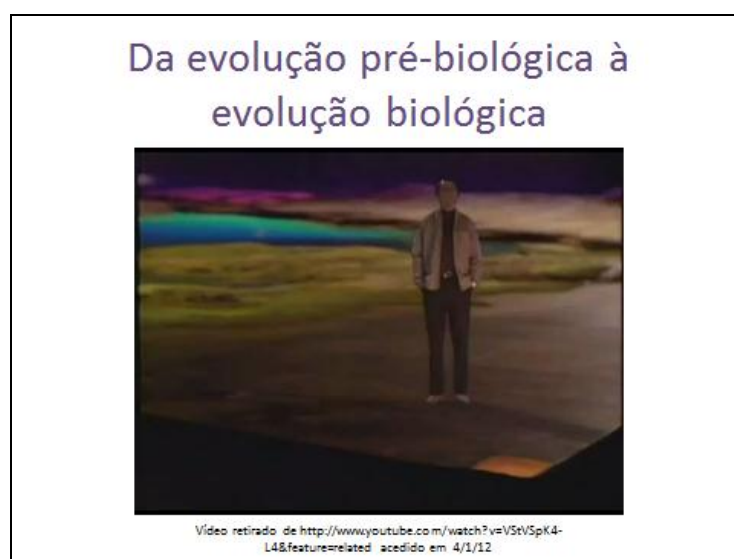
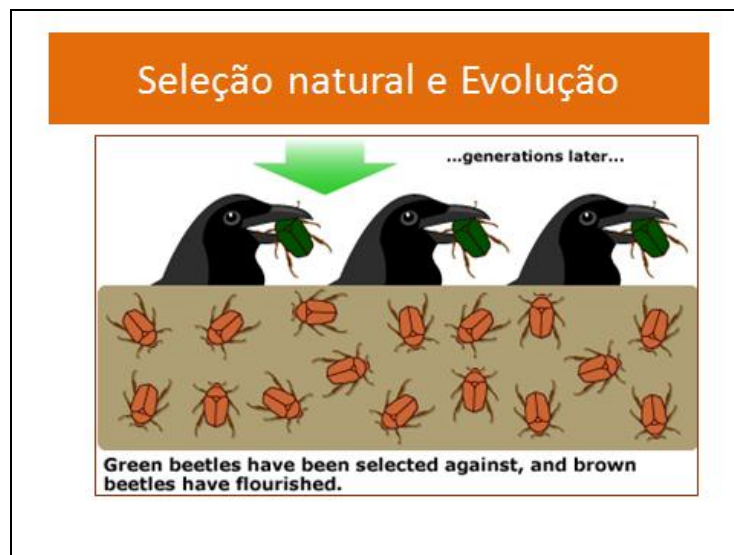
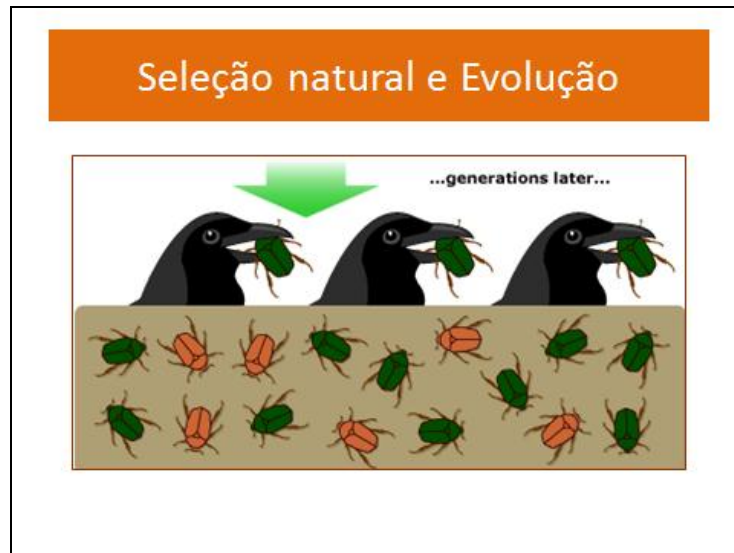


Figura 2 – Diapositivos sobre mecanismos de evolução (continuação).