



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

Práticas letivas em Biologia e Geologia com alunos do
11º ano de escolaridade
Evolução biológica e Exploração sustentada de recursos
geológicos

Carlos Miguel Alves Moreira

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

Julho, 2014



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

Práticas letivas em Biologia e Geologia com alunos do
11º ano de escolaridade
Evolução biológica e Exploração sustentada de
recursos geológicos

Carlos Miguel Alves Moreira

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

Orientadores científicos

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

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

Julho, 2014

AGRADECIMENTOS

Às minhas Orientadoras Científicas, Professora Doutora Isabel Abrantes, pela disponibilidade, profissionalismo, ajuda, sugestões e partilha do seu conhecimento e à Professora Doutora Celeste Gomes, pela preocupação, apoio e críticas que contribuíram para melhorar a minha prestação, mesmo num período complicado da sua vida.

Ao Professor Paulo Magalhães, Orientador Cooperante, pela paciência, dedicação, compreensão e pela forma exigente e rigorosa com que orientou todo o trabalho ao longo do ano. Agradeço todo o apoio concedido e a partilha de saberes, que contribuíram para melhorar a minha prestação.

Ao Professor Doutor Augusto Dinis, pelas sugestões, críticas, correções e pela partilha do seu conhecimento.

Ao Professor Doutor António Manuel Santos Carriço Portugal, ao Senhor Raúl, ao Senhor Pedro ao Senhor José, por todo o apoio prestado na realização da atividade com *Drosophila melanogaster*.

Aos meus colegas, Alexandra Martins, Paulo Santos e Rute Pires, pela partilha de ideias.

A todos os alunos com os quais tive a oportunidade de trabalhar, especialmente aos alunos do 11º A, do ano letivo 2012-2013.

À minha família, por todo o apoio, amor e carinho e pelo constante incentivo, mesmo nos períodos mais difíceis. Obrigado pela vossa presença, compreensão e paciência ao longo deste tempo.

RESUMO

O estudo foi conduzido ao longo de um Estágio Pedagógico numa turma do 11º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia, numa Escola Secundária de Coimbra. Foram elaborados materiais didáticos com especial ênfase para as atividades práticas e instrumentos de avaliação para as unidades didáticas Evolução biológica e Exploração sustentada de recursos geológicos, aplicados no sentido de verificar se ocorreu aprendizagem significativa dos conceitos lecionados após a realização dos mesmos. As atividades práticas são um recurso cada vez mais utilizado pelos professores na disciplina de Biologia e Geologia por motivar os alunos e torná-los agentes ativos na sua própria aprendizagem. As atividades práticas de papel e lápis, resolução de problemas e exercícios revelaram-se muito importantes no ensino e aprendizagem das unidades didáticas de Biologia e Geologia e no desenvolvimento de competências. Os instrumentos de avaliação utilizados para obtenção de dados e para responder às questões de investigação, foram o pré-teste e pós-teste, a lecionação das unidades didáticas, os testes de avaliação sumativa, as grelhas de observação e avaliação e os questionários relativos a algumas das estratégias implementadas. De uma forma geral os resultados obtidos evidenciam que as estratégias utilizadas proporcionaram a aprendizagem e consolidação de conhecimentos e uma maior motivação dos alunos na realização de atividades práticas laboratoriais. Por outro lado, permitiu uma reflexão acerca das potencialidades e limitações das práticas letivas implementadas e dos materiais utilizados.

Palavras-chave: Atividades práticas; Avaliação; Estratégias de ensino e aprendizagem; Evolução biológica; Exploração sustentada de recursos geológicos.

ABSTRACT

This project consists of a study on the practice activities implemented for teaching and learning with students of the 11th grade in the discipline of Biology and Geology, carried out in a Secondary School of Coimbra during the teaching practice. Instructional materials were built with an emphasis on practical activities and assessment tools to the topics Biological Evolution and Sustainable exploration of Geological Resources. Practical work is a feature increasingly used by teachers in the subject of Biology and Geology because it motivates students, becoming an active agent of their learning. Practical activities of paper and pencil, problem solving and exercises have proved to be very important in the teaching and learning on the units of Biology and Geology as well as skills development. The assessment instruments used to obtain data to answer the research questions proposed were the pre-test and post-test, the teaching of the didactic units, the summative assessment, observation grids and evaluation grids for the V Gowin and, finally, questionnaires regarding some of the strategies. Overall, the results show that the strategies implemented contributed to the consolidation of learning and knowledge relating the subjects taught, verifying a greater motivation and interest of students in carrying out laboratory work. On the other hand, this study allows a reflection over the potential and limitations of the implemented teaching practices and instructional materials used.

Keywords: Assessment; Biological evolution; Practical activities; Sustainable exploration of geological resources; Teaching and learning strategies.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
2.1. Educação em ciências e o ensino das ciências	4
2.2. As atividades práticas no ensino e aprendizagem das ciências.....	6
2.3. Importância e organização do trabalho laboratorial	7
2.4. Importância do Power Point como estratégia de ensino e aprendizagem	9
2.5. Programa e orientações curriculares	9
2.6. Avaliação no ensino das ciências	10
2.7. Biologia - Evolução biológica.....	12
2.8. Geologia - Exploração sustentada de recursos geológicos.....	24
3. METODOLOGIA.....	30
3.1. Natureza do estudo.	30
3.2. Caracterização da amostra	31
3.3. Recursos didáticos.....	31
3.3.1. PowerPoints.....	32
3.3.2. Fichas de trabalho.....	32
3.4. Atividades práticas.	32
3.4.1. Atividade prática laboratorial de Biologia - Conheces a <i>Drosophila melanogaster</i> ?	37
3.4.2. Atividade prática laboratorial de Geologia - Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.	46
3.5. Instrumentos de avaliação.	52
3.5.1. Testes de avaliação diagnóstica.....	52
3.5.2. Testes de avaliação formativa.	52
3.5.3. Testes de avaliação sumativa.	64
3.5.4. Grelha de registo do V de Gowin do trabalho laboratorial.	64

3.5.5. Grelha de observação do trabalho laboratorial.....	65
4. RESULTADOS E CONCLUSÕES..	77
4.1. Biologia – Evolução biológica.	77
4.1.1. Teste de avaliação diagnóstica.	77
4.1.2. Teste de avaliação sumativa.	78
4.1.3. Atividade prática laboratorial: Conheces a <i>Drosophila melanogaster</i> ?	83
4.2. Componente de Geologia.	84
4.2.1. Teste de avaliação diagnóstica.	84
4.2.2. Teste de avaliação sumativa.	89
4.2.3. Atividade prática laboratorial: Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.	94
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.	97
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	100
7. ANEXOS.	107

1. INTRODUÇÃO

Este relatório, acerca das práticas letivas em Biologia e Geologia, foi realizado no âmbito da disciplina de Estágio Pedagógico e Relatório do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Nos últimos anos, tem-se verificado uma crescente preocupação com a literacia científica dos cidadãos, admitindo ser através do conhecimento sobre ciência e tecnologia que estes poderão compreender o ambiente que os rodeia, avaliar os riscos, de forma cuidadosa, contactar com as potencialidades e os limites das evidências científicas e participar ativamente em debates e tomada de decisões (Dourado & Leite, 2008). Neste sentido, Fernandes (2008) considera que a escola tem de estar preparada não só para formar os indivíduos que vão prosseguir os estudos mas, também, aqueles que vão ingressar no mercado de trabalho, de forma a que lhes sejam dadas as condições necessárias para a sua integração e para que assumam a sua responsabilidade civil. Deste modo, a escola de hoje necessita de desempenhar papéis que excedem, em muito, a mera construção e transmissão de conhecimentos (Fernandes & Silva, 2004).

Os programas curriculares visam, cada vez mais, a aplicação de estratégias de ensino que promovam o desenvolvimento de perspetivas, capacidades e valores nos alunos a que se destinam, contribuindo não só para a construção do saber mas também da sua personalidade, de modo que se possam tornar seres humanos capazes de atuar e responder, pronta e eficazmente, a todos os estímulos da sociedade (DES-ME, 2005).

O professor deve, por isso, desempenhar o papel de facilitador da aprendizagem, com o dever de aplicar e/ou desenvolver estratégias que promovam o Ensino das Ciências numa perspetiva integradora do aluno na sociedade (Dourado & Leite, 2008).

As atividades práticas, em particular o trabalho laboratorial, tem vindo a assumir um papel preponderante no desenvolvimento da literacia científica. A generalidade dos professores considera que estas atividades conduzem a uma melhor compreensão dos conteúdos científicos, estimulam a curiosidade e o interesse dos alunos pelas aulas de ciências e incentivam a discussão de problemas específicos relacionados com o mundo natural (Duarte, 1999). Igualmente, e de acordo com Leite (2001a), as atividades pautadas por um sentido didático-investigativo a par da intencionalidade na aprendizagem de conceitos biológicos e geológicos, promovem o desenvolvimento de competências no domínio do saber fazer.

As atividades práticas são recursos fundamentais no ensino das Ciências, que assumem reconhecida importância para os professores na sua prática diária.

As orientações curriculares atuais recomendam a implementação de atividades práticas como estratégia de ensino, surgindo como um instrumento metodológico constante dos programas de Biologia e Geologia.

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o impacto das atividades práticas enquanto promotoras e/ou facilitadoras do processo de construção de conhecimento e aquisição de competências em temas inseridos nas unidades didáticas de Biologia e de Geologia, concretamente Evolução biológica e Exploração sustentada de recursos geológicos.

Os objetivos foram:

1. Planificar e implementar atividades práticas para o ensino e aprendizagem dos temas Evolução biológica e Exploração sustentada de recursos geológicos;
2. Compreender se as estratégias e recursos contribuem para a aprendizagem dos conteúdos, facilitando a organização de ideias;
3. Avaliar a importância das atividades práticas implementadas no desenvolvimento de competências.

O estudo de avaliação foi realizado numa turma do 11º ano de escolaridade, da disciplina de Biologia e Geologia e decorreu no âmbito do Estágio Pedagógico e Relatório realizados na Escola Secundária de D. Duarte, no ano letivo 2012-2013. Foi dado especial ênfase ao trabalho laboratorial, através do planeamento e implementação de atividades práticas para as componentes de Biologia e Geologia. A atividade laboratorial da componente de Biologia incidiu no subtema Mecanismos de evolução, mais especificamente na variabilidade intraespecífica. Relativamente à componente de Geologia, a atividade foi desenvolvida no tema Exploração sustentada de recursos geológicos, mais precisamente na determinação da porosidade e permeabilidade.

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: 1) enquadramento teórico no qual são abordados alguns temas chave: a natureza do ensino das ciências, a literacia científica, a importância das atividades práticas no ensino das ciências, a organização do trabalho laboratorial como suporte ao ensino da Biologia e Geologia, o programa e as orientações curriculares, os conteúdos das componentes de Biologia e Geologia e a avaliação no ensino das ciências; 2) metodologia, onde se inserem os materiais didáticos, os instrumentos de recolha de dados e avaliação dos alunos, a implementação

dos materiais didáticos e das estratégias de ensino, a aplicação dos instrumentos de avaliação e recolha de dados e a análise interpretação dos mesmos; 3) análise e discussão de resultados e conclusão 4) considerações finais onde é feita uma reflexão acerca das potencialidades e limitações das práticas letivas implementadas e dos materiais utilizados; 5) referências bibliográficas.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E O ENSINO DAS CIÊNCIAS

O ensino das Ciências tem vindo a sofrer alterações metodológicas que tiveram por base formulações das teorias de aprendizagem.

Inicialmente, o ensino baseava-se num paradigma educacional, o empirismo, que incluía as ideias behavioristas e racionalistas tradicionais (Canavarro, 1999). O sucesso da aprendizagem do aluno resultava do uso da sua atividade mental para acumular, guardar e reproduzir as informações transmitidas pelo professor (Bonito, 2001). Este era detentor do conhecimento e o aluno era considerado uma *tabula rasa*, funcionando simplesmente como recetáculo da informação. Posteriormente, o ensino e aprendizagem das Ciências passaram a uma perspetiva epistemológica de cariz construtivista (Cachapuz *et al.*, 2000a). Segundo Carratero (1997), o conhecimento científico deixaria de ser algo possuído pelo professor para ser transferido ao aluno. Pelo contrário, este deveria construir o seu próprio conhecimento de um modo ativo e com base na realidade. Esta perspetiva defende que os alunos devem ter um papel ativo no desenvolvimento de competências, no domínio das atitudes, do saber e do saber-fazer. Por outro lado, potenciava o desenvolvimento de processos que contribuíssem para os alunos aprenderem a aprender, tornando-os mais autónomos no seu processo de aprendizagem.

Com vista a melhorar o ensino das Ciências viria a surgir a perspetiva de Ensino por Mudança Concetual, segundo a qual se valorizam as conceções erradas dos alunos e a substituição ou reorganização dos seus conceitos pelos conceitos científicos. O professor deveria promover o diálogo e a discussão de ideias, servir de moderador e desenvolver sínteses dessas discussões. Nesta perspetiva o aluno era muito valorizado, sendo necessário que este reconhecesse as suas explicações como adequadas, se tornasse recetivo à mudança e se esforçasse para reorganizar os seus conhecimentos com vista a uma mudança concetual (Cachapuz *et al.*, 2000a). O professor deveria ainda reconhecer as conceções erradas dos alunos e organizar estratégias de conflito cognitivo para promover a aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002). Deste modo, os alunos construiriam novos conhecimentos e, se as suas conceções prévias se relacionassem com a versão científica, ocorreria apreensão concetual. Se, pelo contrário, entrassem em

conflito com a versão científica, ocorreria mudança conceitual (Almeida, 1996; Cachapuz *et al.*, 2000b).

Na década de 90, surgiu uma nova perspectiva de ensino das Ciências, denominada Ensino por Pesquisa, que se baseava na epistemologia racionalista contemporânea, segundo a qual a Ciência desenvolvia teorias para um melhor entendimento dos Sistemas Terrestres (Cachapuz *et al.*, 2000a; Fonseca, 2002). Este modelo permitia, com a ajuda do professor, uma discussão mais alargada dos problemas por parte dos alunos. As questões-problema alvo de discussão deveriam surgir de situações-problema atuais do quotidiano que se inserissem no contexto social dos alunos ou no contexto da atualidade e que, pela sua pertinência, despertassem interesse nos mesmos. Além disso, pressupunha o envolvimento dos alunos cognitivamente e afetivamente de forma a contribuir para o seu desenvolvimento pessoal e social (Cachapuz *et al.*, 2002).

Neste modelo de ensino a inter e transdisciplinaridade culturais assumiam relevância educacional (Leite, 2001a) e um dos seus objetivos essenciais seria atingir a meta CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) através da qual se procurava garantir que as aprendizagens se tornassem úteis para os alunos de forma a torná-los cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados (Canavarro, 1999; Cachapuz *et al.*, 2000b).

À luz do que foi acima descrito, o trabalho experimental deve surgir como uma das metodologias fundamentais de trabalho, uma vez que permite criar atividades mais abertas, que permitem obter soluções para os problemas com que os alunos se deparam. Estes devem partilhar responsabilidades com os seus pares no sentido do encontro de soluções e tomada de decisões em situações pluridisciplinares (Cachapuz *et al.*, 2000a, Bonito, 1996).

A ideia de que a Educação Científica deve contribuir para a literacia científica, deixando o conhecimento científico de ter uma visão essencialmente académica, para ter em conta a compreensão de conceitos e a sua aplicação na resolução de problemas do dia-a-dia, é partilhada também pelos autores do programa da disciplina de Biologia e Geologia (Mendes *et al.*, 2005). Na última reestruturação dos *curricula* dos ensinos Básico e Secundário, o modelo de Ensino por Pesquisa surge largamente valorizado. As orientações curriculares e metodológicas referidas no programa apontam para a implementação deste modelo de ensino, no qual o aluno tem um papel ativo, sendo

igualmente valorizado o trabalho colaborativo e o trabalho prático (Mendes *et al.*, 2005).

2.2. AS ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

As atividades práticas têm sido consideradas por diversos autores como importantes instrumentos no ensino e aprendizagem das ciências (Bonito, 1996). A investigação educacional e a literatura da especialidade dedicam-lhes, por isso, grande atenção, analisando as suas potencialidades e as suas implicações no desenvolvimento de competências nos alunos.

As atividades práticas são de natureza diversa, podendo ser realizadas no espaço da sala de aula, no laboratório ou em espaço exterior à escola, sempre com o aluno como participante ativo no processo de aprendizagem.

Antes, porém, de se perceber a importância dada às atividades práticas, convém distinguir alguns termos que por vezes se confundem quando se faz referência às mesmas: trabalho prático, laboratorial, e de campo. Estes refletem uma certa ambiguidade e falta de consenso nas suas definições (Leite, 2001a; Fonseca, 2005). Segundo Woolnough (1991, citado em Dourado, 2001) o trabalho prático corresponde ao trabalho laboratorial. No entanto, Hodson (1988) considerou o trabalho prático mais abrangente enquanto recurso didático do professor, englobando todas as atividades em que o aluno se encontra ativamente envolvido. Deste modo, o conceito de trabalho prático inclui o trabalho laboratorial e o trabalho de campo, entre outros.

O trabalho prático não se resume apenas à realização de trabalho laboratorial e de campo (Dourado, 2006). Diversos autores (*e.g.* Hodson, 1988; De Pro Bueno, 2000, citado em Dourado, 2001; Leite, 2001b) consideram que existem outras estratégias que devem ser também consideradas atividades práticas, entre as quais, o uso de colóquios, meios informáticos, debates, pesquisa de informação na internet e biblioteca e exposições. As atividades de resolução de problemas de papel e lápis e as simulações informáticas são também considerados como trabalho prático (Hodson, 1988).

Assim, o trabalho prático surge como um recurso que inclui todas as atividades que exigem o envolvimento ativo do aluno, como as atividades laboratoriais, de campo, de resolução de problemas, exercícios de papel e lápis. Por sua vez, o trabalho

laboratorial inclui as atividades que necessitam da utilização de materiais de laboratório, sendo realizado em ambiente de sala de aula ou laboratório. O trabalho de campo pode utilizar materiais de laboratório mas realiza-se fora da sala de aula e/ou no exterior da escola. O trabalho experimental inclui as atividades laboratoriais ou de campo que envolvam a manipulação e controlo de variáveis (Leite, 2001b; Leite & Figueiroa, 2004).

2.3. IMPORTÂNCIA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO LABORATORIAL

O trabalho laboratorial é considerado um recurso de grande valor, uma vez que decorre num formato ambiental e inter-relacional onde o aluno desempenha um papel central nos processos de ensino e aprendizagem (Hodson, 2000; Leite, 2001b). Para além disso, reforça a relação entre pares e entre aluno e professor, motiva os alunos na aprendizagem do domínio concetual e potencia o desenvolvimento de capacidades laboratoriais (Hodson, 1993, 2000).

Algumas atividades podem ser dirigidas para a aprendizagem no domínio procedimental, em que se pretende a construção e desenvolvimento de técnicas laboratoriais, assim como de capacidades de observação, medição e manipulação (Leite & Figueiroa, 2004). Outras atividades podem ser dirigidas à aprendizagem no domínio concetual, como forma de aprofundar os conhecimentos teóricos através de atividades que impliquem a utilização de protocolos ou guiões, ou a reorganização do conhecimento, através de atividades que implicam Previsão-Observação-Explicação-Reflexão (Leite, 2002). Outro tipo de atividades práticas, como a resolução de problemas, podem também contribuir para a elaboração de um conhecimento substantivo, onde o aluno é responsável por encontrar uma estratégia para análise e explicação do problema (Leite & Figueiroa, 2004).

O momento adequado para a implementação de um trabalho laboratorial depende do objetivo primordial de ensino e aprendizagem estabelecido pelo professor.

Para uma utilização adequada e coerente do trabalho laboratorial segundo as atuais perspetivas do ensino, é necessária uma permanente inter-relação entre os conceitos, uma seleção apropriada de materiais didáticos, uma clara definição dos objetivos e a definição de um instrumento de avaliação (De Pro Bueno, 2000, citado em Dourado, 2001).

Deste modo, aquando da preparação de um trabalho laboratorial, o professor deve ter em conta os seguintes aspetos: os objetivos e as aprendizagens a serem alcançadas; o enquadramento do trabalho laboratorial com a teoria que lhe está subjacente; a escolha do momento mais oportuno para a sua implementação; o conhecimento das conceções erradas dos alunos e a sua influência nos processos de ensino e aprendizagem; a capacidade de motivar os alunos com a contextualização da atividade no sentido de resolução de problemas e, por fim, desenvolver a integração de ensino-aprendizagem-avaliação (Garcia Diaz & Vaca Macedo, 1992; Orange *et al.*, 1999, citados em Dourado, 2006).

O trabalho laboratorial deve ser considerado um recurso de aprendizagem juntamente com as outras competências esperadas. Devem ser incluídas questões explícitas e intencionalmente direcionadas para a reflexão acerca das tarefas realizadas de modo a possibilitar ao aluno a tomada de consciência das aprendizagens efetuadas (Coelho da Silva, 2009).

O processo de planificação e implementação de atividades laboratoriais é geralmente dividido em três fases: preparação da atividade, concretização do trabalho laboratorial e recolha de dados e análise e interpretação dos mesmos (Garcia Diaz & Vaca Macedo, 1992; Orange *et al.*, 1999, citados em Dourado, 2006).

Coelho da Silva (2009) propõe uma tipologia de trabalho laboratorial baseada em oito parâmetros: problema, previsão, contextualização teórica, procedimento, dados, análise de dados, conclusão e reflexão. No parâmetro problema são incluídos os objetivos de aprendizagem e as tarefas a desenvolver durante o trabalho laboratorial, determinadas pelos alunos no sentido de promover a sua autonomia e a aprendizagem cooperativa. O parâmetro comunicação pode assumir outros formatos que não o de um relatório a exemplo de um poster, artigo científico ou apresentação oral. O último parâmetro, a reflexão, deverá compreender, por exemplo, os novos problemas que advêm dos resultados, as dificuldades suscitadas pelas tarefas realizadas, as características do conhecimento científico e a relevância da Ciência para a sociedade contemporânea.

2.4. IMPORTÂNCIA DO POWER POINT COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

O PowerPoint é um recurso que permite a utilização de informação sob a forma de imagens, fotografias, gráficos e diagramas. Deste modo, a construção de materiais didáticos como o PowerPoint pode também ser usada como uma estratégia de ensino e aprendizagem (Gabriel *et al.*, 2008).

2.5. PROGRAMA E ORIENTAÇÕES CURRICULARES

O programa da disciplina de Biologia e Geologia visa o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, através do desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes científicas que lhes permitam atuar como cidadãos responsáveis na sociedade onde estão inseridos (Mendes *et al.*, 2005).

Esta disciplina é bienal (10º e 11º anos) e faz parte da componente de formação específica do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia, sendo considerada estruturante para o referido curso. Tem, como principais finalidades ampliar os conhecimentos e desenvolver competências relativas às respetivas áreas de ensino.

As finalidades apresentadas para as componentes de Biologia e Geologia revelam uma clara influência construtivista onde a aprendizagem das ciências é entendida como um processo ativo em que o aluno desempenha o papel principal na construção do seu próprio conhecimento, cabendo ao professor a tarefa de organizar e dirigir as atividades práticas, partindo de problemas que possam suscitar o seu interesse, facilitando a interação com os seus conhecimentos prévios e permitindo a aquisição de novos saberes (Mendes *et al.*, 2005). Neste sentido, a Ciência deve ser encarada na perspetiva de um conhecimento em construção, com especial ênfase para o modo de produção destes saberes, procurando explorar a natureza de uma constante mudança nos conceitos científicos e na área da investigação.

O programa de cada uma das componentes da disciplina encontra-se organizado por módulos que visam o desenvolvimento de competências nos domínios: concetual - recolha, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, saber ciência; procedimental - desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o

incremento do trabalho prático, ou seja, saber-fazer; atitudinal - adoção de atitudes e valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de tomada de decisões fundamentadas visando uma educação para a cidadania, ou seja, saber ser (Mendes *et al.*, 2005).

Das sugestões metodológicas propostas pelo programa (DGIDC, 2003; Mendes *et al.*, 2005), destacam-se: usar as Tecnologias da Informação e Comunicação; potenciar atividades de pesquisa e pequenas investigações, incluindo atividades laboratoriais; desenvolver atividades de aprendizagem que integrem os diferentes conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; estimular o trabalho cooperativo.

2.6. AVALIAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

No ensino, as estratégias são um dos fatores de êxito do professor (Valadares, 2001) e por conseguinte dos alunos. Para aumentar o êxito de ambos os intervenientes, são utilizados recursos de ensino-aprendizagem-avaliação diversificados, relevantes e coerentes com o que se deseja ensinar e avaliar (Valadares & Graça, 1998).

A avaliação implica a participação ativa quer do aluno quer do professor com o propósito de recolher informação formal ou informal que funcione como um marcador de orientação (Abrantes, 2002; Leite & Fernandes, 2003). Nesse sentido, a avaliação das aprendizagens deve ser orientada por objetivos gerais e específicos (Leite, 2000), que deverão ser claros para o professor e para o aluno (Leite & Fernandes, 2003).

O Ministério da Educação propõe diferentes modalidades de avaliação: diagnóstica, formativa e sumativa.

De acordo com Wellington, (2000), a avaliação diagnóstica surge numa perspetiva construtivista de ensino e aprendizagem que precede a introdução de uma unidade didática. Tem como finalidade conhecer as características, necessidades e competências dos alunos, nomeadamente, as que podem constituir um obstáculo à aprendizagem significativa. Como consequência da implementação deste tipo de avaliação, pode haver necessidade de alterar a planificação inicial de forma a adequar os processos de ensino e aprendizagem aos alunos (Leite & Fernandes (2003).

A avaliação formativa é considerada uma etapa integrante dos processos de ensino e aprendizagem e assume um importante papel pela função formativa que desempenha (Hodson, 2000). Permite o acompanhamento permanente da natureza e

qualidade de aprendizagem de cada aluno, com um carácter contínuo e sistemático que informa acerca do progresso no ensino e aprendizagem (Fernandes & Silva, 2004). Por outro lado, orienta a intervenção do professor possibilitando o ajuste de processos e estratégias adequadas às características dos alunos e às aprendizagens a desenvolver (Bell & Cowie, 2001).

No sentido de certificar as aprendizagens, surge a avaliação sumativa, uma medida de avaliação quantitativa e seletiva (Leite, 2000). Deverá suceder as avaliações diagnóstica e formativa. Este tipo de avaliação consiste num balanço final do trabalho desenvolvido pelo aluno para aquela unidade de ensino (Cortesão, 2002).

As modalidades de avaliação diagnóstica, formativa e sumativa podem também ser aplicadas às atividades práticas de modo a avaliar as competências concetuais (Leite, 2000).

Devido à complexidade e diversidade de conhecimentos associados ao trabalho prático, em particular ao trabalho laboratorial, e para que a avaliação compreenda os domínios concetual, procedimental e atitudinal, o professor deve recolher informação, recorrendo a diferentes técnicas que podem incluir um ou mais tipos de instrumentos de avaliação (Leite, 2001b).

No trabalho prático, a avaliação pode ser efetuada considerando a observação dos alunos durante a sua realização, a execução do procedimento laboratorial e os documentos produzidos pelos alunos, podendo também ser considerada a auto e hetero-avaliação (Leite, 2000).

As técnicas de observação e a análise de documentos devem ser adequadas para a avaliação das capacidades e inclusão dos aspetos que se pretende avaliar (Leite, 2000). Os relatórios são um instrumento normalmente associado ao trabalho prático a que os programas das Ciências atribuem particular importância. Em alternativa ao relatório tradicional, no qual o aluno relata a atividade realizada, focando os aspetos característicos de um trabalho de investigação, inúmeras vezes se recorre ao V de Gowin, num diagrama em forma de V que compreende os domínios concetual e metodológico. No domínio concetual são indicados os conceitos, os princípios e as teorias e no domínio metodológico são incluídos os registos dos dados e as conclusões. Estes dois domínios interligam-se através de uma questão inicial orientadora do trabalho (Novak & Gowin, 1996).

2.7. BIOLOGIA – EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Dentro da unidade Evolução Biológica, os conteúdos lecionados foram:

- Unicelularidade e multicelularidade;
- Evolucionismo vs. Fixismo;
- Teorias evolucionistas: Lamacrkismo e Darwinismo;
- Contributos das diferentes áreas científicas na fundamentação e consolidação do conceito de evolução.

A formação do planeta Terra há cerca de 4600 milhões de anos (Ma). A vida terá surgido há 3500 Ma, quando as condições da Terra primitiva possibilitavam a emergência das primeiras moléculas para a vida (Sadava *et al.*, 2012).

Segundo Oparin e Haldane, as condições existentes aquando da formação da Terra seriam completamente diferentes das atuais. A atmosfera era constituída por uma mistura de hidrogénio, metano, amoníaco e vapor de água. Esta mistura, submetida a radiações intensas provenientes do Sol, teria dado origem à formação de um grande número de moléculas orgânicas. No decorrer de longos períodos de tempo, estes compostos ter-se-iam acumulado nos oceanos, constituindo um verdadeiro “caldo primitivo” ou “sopa primitiva” que serviria de alimento aos primeiros seres vivos.

Posteriormente, Miller e Urey simularam a atmosfera “primitiva” que supostamente continha hidrogénio, amoníaco, metano e vapor de água. Seguidamente, submeteram esta mistura à ação de descargas elétricas, tendo arrefecido a mesma para que os gases condensassem e fossem colhidos numa solução aquosa que simulava o oceano. Após algum tempo, verificaram que o sistema continha aminoácidos, purinas e pirimidinas, a partir dos quais se construíram as proteínas que constituem a matéria viva (Reece *et al.*, 2013).

Os primeiros organismos protobiontes que se formaram seriam heterotróficos. Posteriormente, terão surgido os primeiros seres com capacidade para realizar fotossíntese, seres autotróficos, seguido dos organismos heterotróficos aeróbicos (Sadava *et al.*, 2012).

A evidência de existência de vida data de 3500 Ma e provém de estromatólitos fossilizados. Os estromatólitos existiam em ambientes com águas amenas e pouco profundas (Reece *et al.*, 2013).

As cianobactérias terão sido os procariontes responsáveis pela produção de oxigénio há 3500 Ma, originando um ambiente aeróbio (Sadava *et al.*, 2012; Reece *et al.*, 2013).

Os fósseis de organismos eucarióticos mais antigos remontam a 2100 Ma, tendo a sua origem sido um acontecimento crucial na história evolutiva dos seres vivos. O material genético das células eucarióticas está contido no núcleo. Para além deste compartimento, existem mais trinta, rodeados por membranas que propiciam um meio ótimo para que as reações metabólicas ocorram (Sadava *et al.*, 2012; Reece *et al.*, 2013).

Ao longo do tempo têm sido propostas várias hipóteses para a origem das células eucarióticas, das quais se destacam a hipótese autogénica e a hipótese endossimbiótica.

Segundo a hipótese autogénica, os seres eucariontes resultaram de uma evolução gradual dos seres procariontes. As células terão desenvolvido, numa fase inicial, sistemas endomembranares resultantes de invaginações da membrana plasmática. Algumas dessas invaginações armazenaram DNA, formando um núcleo, enquanto outras membranas evoluíram no sentido de produzir organelos semelhantes ao retículo endoplasmático. Posteriormente, algumas porções do material genético evoluíram no interior de estruturas, formando organitos como as mitocôndrias e os cloroplastos. (Sadava *et al.*, 2012; Reece *et al.*, 2013).

Pelo contrário, a hipótese endossimbiótica, proposta em 1905 pelo biólogo russo Konstantin Mereskovsky, sugere que as mitocôndrias e cloroplastos seriam, até há cerca de 2100 Ma, organismos autónomos. Porém nessa época não foi possível reunir provas que fundamentassem esta hipótese. Posteriormente, graças a Lynn Margulis, a Hipótese Endossimbiótica foi retomada e largamente desenvolvida. Esta hipótese postula que, na história remota da evolução dos eucariontes, terão acontecido dois momentos sequenciais cruciais. No primeiro, uma célula procarionte de grande dimensão terá englobado, por endocitose, uma célula procarionte heterotrófica aeróbica. A célula hóspede terá conseguido sobreviver no interior da célula hospedeira. O procarionte englobado, capaz de realizar respiração celular, terá evoluído para uma mitocôndria originando o ancestral eucariótico heterotrófico. Num segundo momento, através de um processo similar, esta célula eucarionte ancestral terá englobado uma célula procarionte fotossintética que, mais tarde, se veio a desenvolver no cloroplasto, originando a primeira célula fotossintética eucariótica (Reece *et al.*, 2013; Matias & Martins, 2008).

Após a formação dos seres eucariontes, a Vida na Terra apresentava uma grande diversidade. Os organismos capazes de produzir compostos orgânicos, utilizando a energia luminosa, libertavam oxigénio para a atmosfera. Alguns organismos desenvolveram a capacidade de utilizar esse oxigénio para a degradação de compostos orgânicos e obtenção de energia necessária para as suas funções e outros estabeleceram relações simbióticas de tal forma vantajosas, que se viriam a tornar permanentes (Reece *et al.*, 2013; Matias & Martins, 2008).

Na Terra, povoada por uma biomassa imensa de seres unicelulares, os fenómenos de predação tornaram-se frequentes, pelo que o aumento de tamanho constituiu uma clara vantagem. Uma célula de maiores dimensões poderia mais facilmente capturar outras células. Por outro lado, um organismo de maiores dimensões poderia, em regra, movimentar-se mais rapidamente, o que facilitava a sua alimentação a fuga dos predadores.

Os eucariontes de maiores dimensões reuniam diversas capacidades na mesma célula e competiam entre si pelo alimento e pelo espaço. A crescente competição levaria ao aparecimento de um novo grupo de seres vivos, os organismos multicelulares (Reece *et al.*, 2013).

MECANISMOS DE EVOLUÇÃO

Ao longo da história foram propostas duas teorias explicativas da atual biodiversidade: o fixismo e o evolucionismo. Segundo o fixismo, as espécies são fixas e imutáveis, criadas independentemente umas das outras. Da perspetiva do evolucionismo as espécies atuais são o resultado de lentas e sucessivas transformações sofridas pelas espécies ao longo do tempo. A teoria fixista manteve-se sem contestação até meados do século XVIII, sendo confrontada com a teoria evolucionista a partir do século XIX.

O fixismo corresponde à primeira tentativa de explicação da biodiversidade dos seres vivos. Surgiu numa época em que vigorava a teoria geocêntrica, em que o mapa-mundo não tinha os contornos de hoje e em que se acreditava no poder dos deuses e dos filósofos. As ideias aceites nesta altura refletiam o pensamento da época, e se os seres vivos eram criados por um qualquer Deus (Criacionismo), então estes seres eram perfeitos e imutáveis (Whitfield, 1993).

TEORIAS FIXISTAS

As três correntes fixistas, explicativas da biodiversidade, têm em comum o facto de não aceitarem alterações nos seres vivos, encarados como imutáveis, e mantendo-se inalterados ao longo dos tempos. As diferenças entre elas residem na explicação de cada uma para a origem desses mesmos seres vivos. Verifica-se também que estas teorias não se sucedem temporalmente umas às outras, coexistindo por vezes (Whitfield, 1993).

A hipótese criacionista, apoiada por Aristóteles (384-322 a.C.), atribui a origem e a diversidade dos seres vivos a um Criador. Segundo a hipótese espontaneísta, apoiada por Van Helmont (1577-1644), as espécies surgem independentemente umas das outras, a partir de matéria inerte, mediante determinadas condições e sob a ação de um “princípio ativo” presente na matéria e que por si só era capaz de gerar vida. A teoria catastrofista, enunciada por Georges Cuvier (1769-1832), admite que na história da Terra terá havido uma sucessão de catástrofes geológicas, que terão destruído as espécies existentes, surgindo posteriormente novas espécies oriundas de outras regiões. Segundo Cuvier, os seres vivos que estavam representados nos fósseis não eram seus contemporâneos, uma vez que tinham desaparecido por efeito de catástrofes, sendo posteriormente substituídos por outros seres vivos, que se mantinham inalteráveis até ocorrer uma nova catástrofe que reiniciaria o processo (Scott, 2009; Moore, 2002).

Porém, o estudo dos fósseis e a classificação dos seres vivos, levada a cabo pelos fixistas, foram o motor do desenvolvimento das ideias evolucionistas.

Carl Von Linné (1707-1778), vulgarmente conhecido por Lineu, um criacionista convicto, é considerado o “pai” da Sistemática, segundo a qual os seres vivos eram classificados de uma forma hierarquizada. A Lineu faltou-lhe a visão para perceber as semelhanças e as diferenças (Scott, 2009).

O estudo dos fósseis também permitiu diferentes explicações sobre a biodiversidade, tendo a sua análise induzido Cuvier a enunciar a teoria catastrófica. Segundo Cuvier, o ser vivo presente num fóssil não existia, pois tinha sido eliminado por uma catástrofe; no entanto, o mesmo fóssil seria explicado pelos evolucionistas como fruto da evolução do ser vivo presente no fóssil (Scott, 2009).

Maupertuis (1698-1759) esteve próximo das ideias de Darwin ao afirmar que todas as formas vivas derivaram de uma mesma fonte original, tendo havido uma adaptação destes seres ao meio em que viviam. A seleção eliminava os indivíduos de características aberrantes e seleccionava aqueles que se desviavam pouco das

características dos progenitores. O meio científico da sua época ainda não estava ainda preparado para estas ideias, tendo, no entanto, Maupertuis aberto o caminho para as ideias evolucionistas (Moore, 2002; Scott, 2009).

O conde de Buffon, de seu nome George-Louis Leclerc (1707-1788), foi o precursor do transformismo, pelo recurso a sólidos argumentos que estabeleceram a correta interpretação do registo fóssil. A Natureza seria definida como ativa, capaz de construir e modificar as estruturas vivas, o que traduziria variações entre seres vivos da mesma espécie (conceção transformista) (Scott, 2009; Sadava *et al.*, 2012).

Pelas imposições da Igreja, o fixismo volta a ganhar força com o retrocesso das ideias em evolução. Cuvier enuncia a sua teoria catastrofista baseada no estudo dos fósseis. Estes fósseis porém viriam a ser analisados pelo geólogo James Hutton (1726-1797). A interpretação que este encontraria para a existência dos fósseis e de todas as alterações geológicas à superfície da Terra é explicada pelo princípio do gradualismo. Observando a Natureza, Hutton verificou a existência de agentes que a modificam (água, vento), concluindo que essa atuação não seria apenas momentânea. Significaria isto que a Terra se foi alterando gradualmente e acumulando essas diferenças, até se obter uma modificação visível. Estava aqui implícita a ideia de evolução da Terra e do tempo necessário a essa evolução (Scott, 2009).

Alguns anos mais tarde, outro geólogo, de seu nome Charles Lyell (1797-1875) aperfeiçoou as ideias de Hutton, explicando a existência de lacunas estratigráficas. Segundo Lyell, a ausência de um fóssil numa sequência estratigráfica seria devida à atuação de agentes erosivos que lentamente removeram o estrato em que este estava contido. Essa remoção não seria um processo exclusivamente atual, mas que já ocorreu e continua a ocorrer da mesma forma, lenta e gradualmente. Surge assim o princípio do uniformitarismo ou das causas atuais (Scott, 2009).

Hutton e Lyell, embora partilhando ideias evolucionistas, não podem ser considerados evolucionistas, pois os seus trabalhos são no âmbito da Geologia e não da Biologia (Scott, 2009).

EVOLUCIONISMO

LAMARCKISMO

A primeira teoria explicativa fundamentada acerca dos mecanismos da evolução dos seres vivos surgiu em 1809, através de Jean Baptiste de Monet, Cavaleiro de Lamarck (1744-1829), ficando conhecida como Lamarckismo. Apesar de atualmente ser desprovida de valor científico, a sua importância histórica é inegável uma vez que foi Lamarck o primeiro cientista a apresentar uma explicação para a evolução, a explicar os registros fósseis através da evolução, a biodiversidade através da evolução. Foi também Lamarck que acreditou numa grande idade para a Terra e que por fim, atribuiu grande importância à adaptação dos seres vivos ao ambiente, como fator evolutivo (Berstrom & Dugatkin, 2012; Moore, 2002).

Lamarck, ao enunciar a sua teoria evolucionista, baseou-se nas seguintes leis: a lei da graduação, segundo a qual os seres vivos evoluíram dos mais simples para os mais complexos; a lei da transformação das espécies, à luz da qual o ambiente afeta a forma e a organização dos seres vivos, modificando-os; lei do uso e desuso, que determina que a necessidade cria um órgão e a função modifica-o; lei da transmissão dos caracteres adquiridos, segundo a qual os descendentes herdam as novas características adquiridas (Berstrom & Dugatkin, 2012).

Porém, as ideias evolucionistas da teoria lamarckista não foram muito bem aceites na sua época, pois, para além de possuírem pressupostos não comprovados cientificamente, Lamarck ousou contrariar as ideias fixistas prevalecentes. Como principais críticas ao Lamarckismo, destacam-se:

- A teoria possui pontos não testáveis cientificamente. Não se conseguiu provar cientificamente a "necessidade de adaptação" e a "procura da perfeição".
- As modificações provenientes do uso e desuso dos órgãos são adaptações somáticas e individuais, não transmissíveis à descendência. Weissmann, na sua experiência com ratos, nunca obteve ratos sem cauda, após ter passado vinte gerações de ratos a cortar-lhes a cauda; logo, essa característica não foi transmitida.
- A função não determina a estrutura, já que surgem caracteres sem função específica nos seres vivos. A função não faz o órgão (Berstrom & Dugatkin, 2012).

DARWINISMO

Em 1859, Charles Robert Darwin, e após mais de 20 anos de estudo, publicou a sua teoria A Origem das Espécies através da Seleção Natural. O seu livro provocou uma enorme controvérsia na comunidade científica e religiosa.

Esta teoria evolucionista é também conhecida por teoria de Darwin-Wallace, dado que os cientistas, trabalhando independentemente, chegaram às mesmas conclusões, tendo partilhado ideias (Berstrom & Dugatkin, 2012).

Os dados utilizados por Darwin para enunciar a sua teoria foram:

Dados geológicos

A análise de fósseis marinhos nos Andes converteu Darwin ao uniformitarismo de Lyell. A vida na Terra sofre o mesmo percurso que a Terra, possuindo esta uma idade superior ao que então se pensava, o que forneceu o tempo necessário para que tenha ocorrido a evolução dos seres vivos.

Dados biogeográficos

Darwin verificou que nas ilhas Galápagos existia uma grande diversidade de tentilhões, semelhantes entre si e semelhantes a outros que existiam no continente americano, concluindo que todos divergiram de uma espécie comum e que as condições particulares de cada ilha condicionavam a evolução de cada espécie.

Seleção artificial

Darwin baseou-se na sua experiência com pombos. O Homem selecionava as espécies e as características destas que mais lhe convinham, pelo que passados tempos as espécies se tornavam diferentes. Se o Homem efetuava uma seleção artificialmente, então a Natureza selecionava através dos fatores ambientais (seleção natural).

Crescimento de populações

Darwin aplicou as ideias de Malthus à população humana e às populações animais. Embora as populações tendessem a crescer em progressão geométrica, devido à sua capacidade reprodutiva, o número de indivíduos mantinha-se relativamente estável de geração em geração, devido a diversos fatores.

Variabilidade intraespecífica

Darwin verificou que existia uma grande variedade de seres vivos e que existia variabilidade dentro de cada espécie.

Seleção natural

Em cada geração era eliminado um grande número de indivíduos através de uma luta pela sobrevivência que ocorria entre eles, devido à competição pelo alimento,

habitat, espaço, fuga aos predadores. Nesta luta pela sobrevivência sobreviviam os que estivessem mais bem adaptados, isto é, os que possuíssem características mais aptas, sendo os restantes eliminados progressivamente. Existia uma seleção natural, processo que ocorria na natureza e através do qual só os indivíduos mais bem adaptados a determinadas condições ambientais sobrevivem (sobrevivência do mais apto). Os indivíduos transmitiam essa característica mais apta à descendência (transmissão da característica mais apta). A acumulação de pequenas variações a longo prazo determinariam a transformação e o aparecimento de novas espécies (Darwin, 1859; Matias & Martins, 2008).

No entanto, a teoria darwinista revelou-se uma teoria incompleta, que apenas a evolução dos conhecimentos científicos permitiu colmatar. Uma das principais falhas advinha do facto de esta teoria não esclarecer o mecanismo de hereditabilidade, não explicando como as variações adaptativas surgiam nos indivíduos de uma determinada espécie, nem como essas variações se transmitiam dos progenitores para a descendência. Outro problema devia-se ao facto de esta não esclarecer o porquê da variabilidade intra e interespecífica. Se apenas os portadores de uma dada característica fossem bem-sucedidos, tal conduziria a uma uniformização. O desenvolvimento da genética viria a esclarecer o porquê da variabilidade intraespecífica.

No início do século XX, cientistas como S. Wright, G. L. Stebbins, T. Dobzhansky, Ernst Mayr e George Simpson formularam uma nova teoria, o Neodarwinismo, também chamada Teoria Sintética da Evolução, que fundamentava-se na teoria da origem das espécies de Darwin, completando-se com as leis de Mendel e o fenómeno das mutações genéticas.

Segundo a Teoria Sintética da Evolução, numa população (unidade evolutiva) existem variações entre os indivíduos, através de mutações e recombinações genéticas. A seleção natural atua sobre o fenótipo, selecionando o conjunto genético mais apto através da reprodução diferencial. Como consequência, os indivíduos com características mais vantajosas sobrevivem, originando mais descendentes e os seus caracteres tornam-se mais frequentes dentro da população (Reece et al., 2013; Sadava et al., 2012).

ARGUMENTOS DO EVOLUCIONISMO

O Darwinismo, ao contrário do Lamarckismo, conseguiu provar, através da utilização de vários argumentos, a sua teoria. A Teoria da Evolução baseou-se, inicialmente, em dados fornecidos pela Paleontologia, Anatomia Comparada, Biogeografia e Embriologia. Posteriormente, os avanços da Ciência levaram ao desenvolvimento de novos ramos da Biologia que vieram, igualmente, apoiar as conceções evolucionistas, destacando-se os contributos da Citologia, da Genética e da Biologia Molecular (Reece *et al.*, 2013).

Dados da anatomia comparada

Os argumentos anatómicos baseiam-se em estudos de anatomia comparada, a qual realça as semelhanças e as diferenças das estruturas anatómicas dos indivíduos. A apoiar este argumento encontram-se os órgãos homólogos, os órgãos análogos e os órgãos vestigiais.

Os órgãos homólogos tratam-se de estruturas que apresentam o mesmo plano de organização interna e de desenvolvimento embrionário, logo com um ancestral comum, porém podem possuir função e forma diferentes.

Neste caso está, por exemplo, o braço de um Homem e a barbatana de uma baleia. Se os dois animais são Vertebrados, o seu membro superior possui o mesmo desenvolvimento embrionário, pelo que o seu plano de organização interna (esqueleto) é igual, logo existiu um ancestral comum entre estes dois indivíduos. A existência destes órgãos homólogos permite-nos concluir que existiu uma evolução divergente entre estes seres (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Os órgãos análogos correspondem a estruturas que não apresentam qualquer organização interna semelhante, logo não existiu nenhum ancestral comum; no entanto, a sua forma e função são semelhantes, o que resulta de uma adaptação a um mesmo nicho ecológico. Como exemplos de órgãos análogos destaca-se a asa de uma borboleta e a asa de um pássaro. As duas estruturas possuem uma forma semelhante, adaptada à função comum que é o voo. Porém, não existe qualquer plano de organização interna nem qualquer ancestral comum. A análise destas duas estruturas permite-nos concluir que os dois seres foram submetidos às mesmas condições ambientais, às quais se adaptaram da mesma forma, desenvolvendo as asas, ocorrendo por esse motivo uma evolução convergente (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Os órgãos vestigiais representam, como o nome indica, vestígios de órgãos que já foram mais desenvolvidos no passado. Estes órgãos são igualmente um argumento evolucionista, na medida em que a sua redução nos transmite alteração nos seres vivos, representando uma evolução regressiva. São exemplos de órgãos vestigiais o apêndice, o cóccix e as asas do kiwi (Campbell *et al.*, 2013).

Dados da Paleontologia

Os argumentos paleontológicos baseiam-se na análise e interpretação dos fósseis, que podem ser os fósseis de formas extintas, os fósseis de transição e os fósseis vivos.

Os fósseis de transição ou formas sintéticas correspondem a fósseis de indivíduos que apresentavam características de duas ou mais classes atualmente distintas, permitindo-nos concluir que essas classes tiveram um mesmo ancestral comum e que sofreram um processo de evolução divergente. Como exemplos de fósseis de transição destacam-se os de *Archaeopteryx* e *Ichthyostega* (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Dados da embriologia

A análise de vários embriões de Vertebrados permitiu a constatação de várias analogias no seu processo embrionário. A observação destes dados embriológicos levou Von Baer (1792-1876) a enunciar a lei biogenética, segundo a qual os embriões, durante o seu desenvolvimento embrionário, passam por fases em que se assemelham a embriões de animais pouco evoluídos. Mais tarde, Haeckel (1834-1919) enuncia o princípio da recapitulação, segundo o qual a ontogenia recapitula a filogenia, o que não é correto. A ontogenia corresponde ao desenvolvimento de um indivíduo, enquanto que a filogenia corresponde à evolução de uma espécie. Segundo o princípio da recapitulação, o embrião, durante o seu desenvolvimento (ontogenia), passa pelos diferentes estados adultos dos seus antepassados (filogenia), o que não é correto, uma vez que o embrião recapitula as fases embrionárias dos seus antepassados e não as suas fases adultas (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Atualmente, a lei da recapitulação tem um interesse meramente histórico. Porém, a ontogenia permite estabelecer graus de proximidade e parentesco entre os seres vivos.

Dados da Biogeografia

Este argumento baseia-se na observação de seres vivos em diferentes áreas geográficas. Em muitos casos, a observação dos seres vivos aí presentes permitiu traçar linhas evolutivas. A análise de seres vivos presentes em diferentes áreas geográficas permitiu constatar a ocorrência de semelhanças nítidas entre seres que habitam locais geograficamente distantes, bem como a ocorrência de grande diversidade intraespecífica em seres vivos que habitam locais geograficamente próximos (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Como exemplo do primeiro caso destaca-se a fauna e a flora das ilhas Tristão da Cunha, da África e da América. Os três locais, geograficamente distantes, possuem espécies animais e vegetais muito semelhantes, o que é explicado pelo facto de os três já terem estado juntos, tendo posteriormente os seres evoluído, sujeitos às mesmas condições ambientais (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

No segundo caso podemos referir as tartarugas das ilhas Galápagos e os marsupiais australianos. As diferentes espécies de tartarugas existentes nas ilhas Galápagos são explicadas pelos diferentes nichos ecológicos que o ancestral destes seres encontrou e aos quais se adaptou. Também as várias espécies de tentilhões das ilhas Galápagos são explicadas por uma radiação adaptativa, existindo tantas espécies de tentilhões quantos os nichos ecológicos. Os marsupiais australianos são explicados pela separação da Austrália do continente asiático, tendo posteriormente os marsupiais sofrido uma evolução diferente da dos restantes mamíferos placentários, pois os nichos ecológicos encontrados eram diferentes, pelo que ocorreu uma diferente adaptação ao meio (Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Dados Bioquímicos

Os argumentos da Bioquímica são todos aqueles que utilizam processos químicos ou biomoléculas como justificação à ocorrência de evolução, destacando-se:

- Os compostos orgânicos fundamentais são os mesmos para qualquer ser vivo (ácidos nucleicos, prótidos, glícidos, lípidos, água e sais minerais);
- Os processos metabólicos são comuns em todos os organismos (respiração aeróbia, fermentação, fotossíntese, síntese proteica);
- As reações químicas são ativadas por enzimas em qualquer organismo, sendo as enzimas de uma reação metabólica as mesmas, independentemente do indivíduo em que ocorre;

- O mecanismo de síntese proteica é comum em todos os organismos;
- O código genético é universal para todos os organismos.

(Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

Embora todos os organismos apresentem o mesmo mecanismo de síntese proteica, as proteínas que são sintetizadas não são todas iguais. Porém, quanto mais semelhantes forem duas proteínas, mais semelhantes e filogeneticamente próximos serão os seres que as possuem. Para se determinar estas linhas filogenéticas, de origem bioquímica, utilizam-se alguns estudos em particular, tais como:

- Análise de proteínas (insulina, citocromo c, hemoglobina);
- Hibridação do DNA;
- Reações imunitárias ou sorológicas;
- Excreção de produtos azotados.

(Reece *et al.*, 2013; Sadava *et al.*, 2012).

2.8. GEOLOGIA - EXPLORAÇÃO SUSTENTADA DE RECURSOS GEOLÓGICOS

RECURSOS GEOLÓGICOS

A exploração de recursos geológicos tornou-se vital para manter os padrões de vida das sociedades modernas. O conhecimento acerca dos depósitos naturais conhecidos tem sido utilizado na procura, cada vez maior, de novas fontes combustíveis e minerais. Por outro lado, devido a uma crescente sensibilização em relação à escassez dos recursos geológicos, tem-se vindo a repensar o seu uso, com vista a um desenvolvimento sustentável.

Os recursos geológicos são materiais que podem ser extraídos da Terra e que são utilizados em benefício do Ser Humano, podendo ser renováveis ou não renováveis. Os recursos renováveis são gerados a uma taxa igual ou superior àquela a que são consumidos. Os recursos não renováveis são gerados a um ritmo muito mais lento do que aquele a que são consumidos pelo Homem. São, por isso, recursos limitados que acabarão por se esgotar (Grotzinger, 2010). Quando um recurso geológico conhecido pode ser explorado, quer do ponto de vista legal quer económico, denomina-se reserva. Por vezes, não são os materiais que são um recurso, mas, sim antes, as suas propriedades. Por exemplo, o calor ou a radioatividade, que certas rochas e minerais libertam, são considerados um recurso (Monroe & Wicander, 2005).

RECURSOS HIDROGEOLOGÍCOS

O conceito de ciclo hidrológico encontra-se associado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos que ocorre na hidrosfera, entre os oceanos, as calotes de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Este movimento permanente deve-se ao Sol que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e à gravidade que faz com que a água condensada caia (precipitação) e, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo) (Monroe & Wicander, 2005).

A água que se infiltra no solo é sujeita a evaporação direta para a atmosfera e é retida pela vegetação que, através da transpiração, a devolve à atmosfera. Este processo denomina-se evapotranspiração, ocorrendo no topo da zona não saturada, isto é, na zona onde os espaços entre as partículas de solo contêm tanto ar como água (Midões & Fernandes, 2001). A água que se infiltra atinge a zona saturada das rochas, entra na circulação subterrânea e contribui para um aumento da água armazenada (recarga dos aquíferos).

A quantidade de água e a velocidade a que esta circula nas diferentes etapas do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores, tais como a altitude, a cobertura vegetal, a topografia, a temperatura e o tipo de solo (Grotzinger, 2010).

A água subterrânea é um recurso geológico, de extrema importância, que constitui cerca de 0,6% do total de água que existe na Terra. Integra a etapa mais lenta do ciclo hidrológico e aquela que não é diretamente observável. A quantidade e a qualidade da água subterrânea têm efeitos na sobrevivência e na saúde das populações humanas (Grotzinger, 2010; Midões & Fernandes, 2001).

Cerca de 15% da água que precipita sobre a superfície da Terra infiltra-se no solo, por ação da gravidade, preenchendo os reservatórios de água subterrânea, também designados por aquíferos. Os aquíferos podem ser definidos como formações geológicas subterrâneas capazes de armazenar água e de permitir a sua circulação e extração de forma economicamente rentável. As rochas que constituem os aquíferos apresentam características favoráveis de porosidade e permeabilidade

A porosidade resulta da existência de espaços não preenchidos por matéria sólida. É habitual chamar a estes espaços nas rochas poros ou vazios, embora na realidade eles se encontrem preenchidos por água ou por ar. Deste modo, a porosidade pode ser definida como a razão entre o volume desses vazios e o volume total da rocha, constituindo uma medida da capacidade da rocha armazenar água (Grotzinger, 2010).

A permeabilidade pode ser definida como a maior ou menor facilidade com que uma formação rochosa se deixa atravessar pela água. Quando os poros de uma rocha não estão em contacto uns com os outros, ou as fissuras e as fraturas estão semifechadas, a circulação da água é muito mais difícil e, nesta situação, as rochas classificam-se de baixa permeabilidade. Se, pelo contrário, os poros de uma rocha estabelecem passagens entre eles, ou as fissuras são abertas e contínuas, a circulação da

água é fácil e, nesta situação, as rochas classificam-se de elevada permeabilidade (Grotzinger, 2010). Um bom aquífero é, simultaneamente, poroso e permeável, o que lhe permite armazenar e libertar a água.

Os aquíferos podem apresentar características e comportamentos distintos, existindo essencialmente dois tipos: aquífero livre e aquífero cativo. Um aquífero livre é traduzido por uma formação geológica permeável e parcialmente saturada de água, estando limitado na base por uma camada impermeável. O nível da água no aquífero encontra-se à pressão atmosférica. O lugar geométrico dos pontos onde a pressão da água no aquífero é igual à pressão atmosférica denomina-se superfície piezométrica ou nível freático (Grotzinger, 2010).

Por sua vez, um aquífero cativo corresponde a uma unidade geológica permeável onde a água se acumula e movimenta, estando limitada na base e no topo por unidades geológicas impermeáveis. Neste tipo de aquíferos a pressão da água é superior à pressão atmosférica. A recarga efetua-se através de uma zona limitada que fica em contacto com a superfície (Grotzinger, 2010).

A captação das águas subterrâneas pode ser efetuada nos dois tipos de aquíferos através de furos, realizados por empresas especializadas em hidrogeologia. Num aquífero do tipo cativo, a água subirá acima do teto devido à pressão exercida pelo peso das camadas suprajacentes. Como a água neste tipo de aquíferos se encontra a uma pressão superior à pressão atmosférica, durante a realização de um furo a água subirá até à cota correspondente à superfície piezométrica. Uma captação realizada nestas condições denomina-se furo artesianos e caso a água consiga atingir a superfície sob a forma de repuxo, então o furo artesianos denomina-se furo repuxante (Grotzinger, 2010).

RECURSOS ENERGÉTICOS

Para a Humanidade, a energia é absolutamente fundamental, desde sempre, para a concretização das mais diversas atividades. O desenvolvimento das sociedades industrializadas e tecnológicas fez crescer, de forma exponencial, o consumo de energia.

A maior parte da energia consumida pelas sociedades atuais é proveniente dos combustíveis fósseis. A energia nuclear surgiu como uma alternativa que acabou por não corresponder às expectativas. A utilização das fontes de energia renováveis tem vindo a aumentar, apesar de contribuir ainda pouco para os gastos totais de energia e de

ser necessário um esforço de investigação e desenvolvimento no sentido de aumentar a sua eficácia (Monroe & Wicander, 2005).

O ser humano recorre a variadas formas de energia para suprir as suas necessidades, destacando-se os combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural), a energia nuclear e a energia geotérmica.

Quando, na primeira metade do século XX, se realizaram investigações no domínio da radioatividade, os primeiros resultados geraram tais expectativas, que, nessa altura, se pensou que os problemas energéticos da Humanidade estariam resolvidos.

No entanto, rapidamente foi associada à potencial arma de destruição maciça com capacidade para eliminar a civilização humana. Esta dicotomia entre defensores e opositores da energia nuclear como alternativa aos combustíveis fósseis ainda hoje levanta acesas polémicas na sociedade.

A radioatividade resulta da possibilidade de certos elementos químicos, como, por exemplo, o urânio, ao desintegrarem-se, emitirem uma radiação com libertação de energia. A produção da energia nuclear baseia-se na fissão controlada do elemento urânio em reatores nucleares. Por exemplo, a partir da cisão do U^{235} libertam-se grandes quantidades de energia, sob a forma de calor.

Esta reação liberta grandes quantidades de energia sob a forma de calor que é utilizado na vaporização da água que, por sua vez, é usada para a produção de energia elétrica. A produção de energia elétrica envolvendo reações nucleares, tem sido muito polémica, uma vez que implica elevados custos ambientais, nomeadamente ao nível de potenciais acidentes em algumas centrais nucleares, e também devido ao facto de os resíduos produzidos durante este processo serem altamente prejudiciais para a vida. Os níveis de radioatividade desses resíduos mantêm-se elevados durante centenas ou mesmo milhares de anos, o que requer um tratamento especial, nomeadamente ao nível da segurança do local onde são armazenados (Grotzinger, 2010).

Estas reações que o Ser Humano conseguiu realizar em laboratório e, depois, transpor para as centrais nucleares, são extremamente energéticas. Como termo de comparação, basta referir que determinada quantidade de urânio é capaz de libertar uma quantidade de energia três milhões de vezes superior à energia libertada pela mesma quantidade de carvão. Apesar desta perspetiva, a euforia que a energia nuclear despertou inicialmente tem vindo a esmorecer lentamente e, no séc. XXI, são poucos os países que ainda constroem novas centrais nucleares (Grotzinger, 2010).

Outro tipo de energia, usada já desde a Antiguidade, embora apenas pontualmente, é a energia geotérmica.

Esta energia é produzida quando água subterrânea é aquecida à medida que passa através de uma zona de rochas quentes sob a superfície (um reservatório de calor) podendo estar a centenas ou milhares de metros de profundidade. A água quente ou vapor são trazidos até à superfície através de furos perfurados para essa finalidade.

Pelo menos 46 países já utilizam alguma forma de energia geotérmica. A forma de energia geotérmica mais abundante provém da água que é aquecida a temperaturas entre 80° e 180 °C (Grotzinger, 2010).

A profundidade a que é preciso descer para que a temperatura aumente 1 °C designa-se grau geotérmico. Em zonas consideradas normais, esta profundidade é de, aproximadamente, 33 metros. Porém, nem todas as regiões do Globo apresentam o mesmo grau geotérmico. Em algumas zonas da crosta, o grau geotérmico chega a atingir valores 10 vezes superiores ao valor referido (1 °C). Estas zonas correspondem a locais menos estáveis da crosta, isto é, a locais onde existe intensa atividade tectónica (Monroe & Wicander, 2005).

Tendo em conta a temperatura que pode ser atingida num aproveitamento geotérmico, esses locais podem ser divididos em: Geotermia de alta entalpia (temperatura superior a 150 °C) e Geotermia de baixa entalpia (temperatura entre 50 e 150 °C) (Guerner Dias *et al.*, 2008).

As energias renováveis, que não se esgotam e são pouco poluentes, constituem a principal alternativa à energia dos combustíveis fósseis. Para além da energia geotérmica, há a considerar as seguintes fontes de energias renováveis: energia solar, energia eólica, energia hidroelétrica, energia das ondas, energia da biomassa e energia do biogás (Guerner Dias *et al.*, 2008; Grotzinger, 2010).

RECURSOS MINERAIS

Um recurso mineral pode ser definido como sendo a acumulação natural de materiais inorgânicos que estão disponíveis ou podem tornar-se disponíveis para futura exploração. (Monroe & Wicander, 2005).

Estes recursos incluem numerosos materiais utilizados pelo Ser Humano e que foram concentrados, muito lentamente, por uma variedade de processos geológicos. Os recursos minerais podem classificar-se em metálicos e não metálicos.

Os recursos minerais metálicos podem ser abundantes ou escassos dependendo da sua ocorrência na crosta terrestre. São abundantes o ferro, o alumínio, o titânio, o manganês, sendo outros escassos como o chumbo, o cobre e o zinco. Estes fazem parte da constituição de vários materiais em associações diversas com outros elementos (Grotzinger, 2010).

Chama-se *clarke* à concentração média de um determinado elemento químico na crosta terrestre e exprime-se em partes por milhão (ppm) ou gramas por tonelada (g/ton).

Um jazigo mineral é um local no qual um determinado elemento químico existe numa concentração muito superior ao seu *clarke*.

Num jazigo, o minério corresponde ao material que é aproveitável e que tem interesse económico, e ganga ou estéril ao material sem valor económico que está associado ao minério (Grotzinger, 2010).

A ganga é, geralmente, acumulada em escombrelas, que são depósitos superficiais junto às explorações mineiras. As escombrelas causam poluição visual, aumentam o risco de deslocamentos de terreno e podem conter substâncias tóxicas que poluem o solo e a água (Guerner Dias *et al.*, 2008).

Consideram-se recursos minerais não metálicos materiais geológicos que podem ser usados como materiais de construção (rochas, areia), joalheria (pedras preciosas) como aditivos químicos, fertilizantes, entre outros. São materiais abundantes, que geralmente não atingem preços elevados (com exceção das pedras preciosas e/ou semi-preciosas) (Guerner Dias *et al.*, 2008; Grotzinger, 2010).

3. METODOLOGIA

3.1.NATUREZA DO ESTUDO

A metodologia usada no presente relatório foi semelhante para as duas unidades didáticas lecionadas, tendo decorrido em duas etapas complementares. A primeira consistiu na avaliação e aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos de Biologia, Unidade 7 – Evolução Biológica e da componente de Geologia, Unidade 3 - Exploração sustentada de recursos geológicos. Os instrumentos de recolha utilizados foram os testes diagnóstico, os testes sumativos e os relatórios V de Gowin. Na segunda, efetuou-se a análise dos dados e a interpretação dos resultados de modo a verificar a adequabilidade das estratégias e das atividades práticas implementadas.

O caráter qualitativo deste estudo possibilitou avaliar os conhecimentos dos alunos e conhecer as suas perceções no que respeita às estratégias de ensino e aprendizagem implementadas no decorrer das práticas letivas supervisionadas.

Seleção dos temas

A seleção dos temas foi feita no âmbito do programa curricular do 11º ano do Curso Científico-Humanístico. Para a Biologia foram escolhidos os temas Unicelularidade e multicelularidade, Evolucionismo vs. Fixismo, Teorias evolucionistas: Lamarkismo e Darwinismo e Contributos das diferentes áreas científicas na fundamentação e consolidação do conceito de evolução. Relativamente à Geologia, foram selecionados os temas Recursos geológicos, Recursos hidrogeológicos, Recursos energéticos e Recursos minerais.

Para a leção das aulas de Biologia foram desenvolvidas nove apresentações e para as aulas de Geologia cinco apresentações.

3.2. CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O estudo onde decorreu durante o Estágio Pedagógico em 2012/2013, na Escola Secundária de D. Duarte, uma instituição pública, situada em Coimbra, que engloba o Ensino Secundário Regular e Profissional.

Os critérios para a escolha dos participantes foram o nível escolar das turmas do Orientador Cooperante e o número de alunos de cada turma. Foi selecionada uma turma do 11º ano de escolaridade por apresentar um maior número de alunos a frequentar a disciplina de Biologia e Geologia.

3.3. RECURSOS DIDÁTICOS

Os recursos didáticos produzidos para lecionar as unidades de Biologia e Geologia foram construídos tendo por base o programa da disciplina de Biologia e Geologia e as respetivas Orientações Curriculares. Após a análise dos objetivos propostos pelo programa, das competências gerais e específicas a serem desenvolvidas pelos alunos, e das respetivas sugestões metodológicas, procedeu-se à planificação das unidades de Biologia e Geologia (Anexos – Tabelas IV e V) e à elaboração dos respetivos planos de aula. Este processo de planificação foi precedido por um período de pesquisa em diversas fontes de informação, como manuais escolares, livros e artigos científicos de referência e documentação online.

Os materiais didáticos elaborados foram submetidos a uma avaliação prévia pelos Orientadores, tendo as suas sugestões e comentários sido tidas em conta para se proceder às devidas alterações antes da sua implementação.

Os recursos foram diversificados com o objetivos de propiciar uma dinâmica de ensino e aprendizagem capaz de cativar a atenção dos alunos e motivá-los para a construção de conhecimentos.

Assim, foram produzidos diapositivos em formato PowerPoint, onde se tentou privilegiar o uso da imagem em detrimento do texto, para desenvolver a capacidade de observação, interpretação, resolução de problemas e formulação de hipóteses. Foram ainda elaboradas fichas de trabalho e selecionadas atividades dos manuais escolares para desenvolver a reflexão individual e/ou partilhada. Por fim, foram construídas

atividades práticas, com vista ao desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais e atitudinais dos alunos.

3.3.1. PowerPoints

Os diapositivos, enquanto recursos didáticos, foram construídos de acordo com os conteúdos dos programas de Biologia e de Geologia e de modo a facilitar o ensino e a aprendizagem (Figuras 1-5).

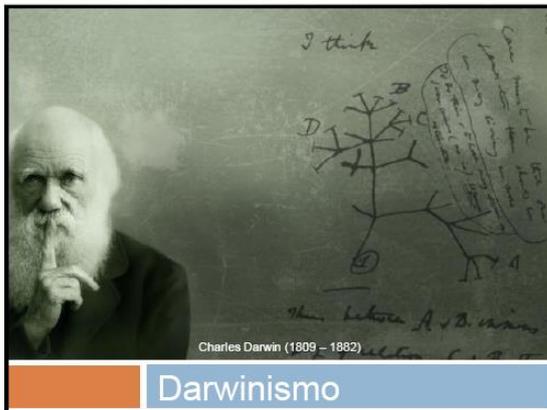
A apresentação dos dispositivos foi intercalada com esquemas representados, no quadro interativo, para complementar a aprendizagem dos conteúdos em ambas as componentes.

3.4. Atividades práticas

Nas aulas de Biologia e Geologia foram realizadas diversas fichas de trabalho (Anexos – Figuras 22 a 28).

As fichas de trabalho, atividades de resolução de problemas de papel e lápis, foi intercalada com a apresentação dos diapositivos em PowerPoint. As respostas às fichas foram corrigidas na aula, tendo existido um diálogo orientado entre alunos e Professor estagiário.

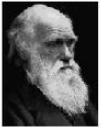
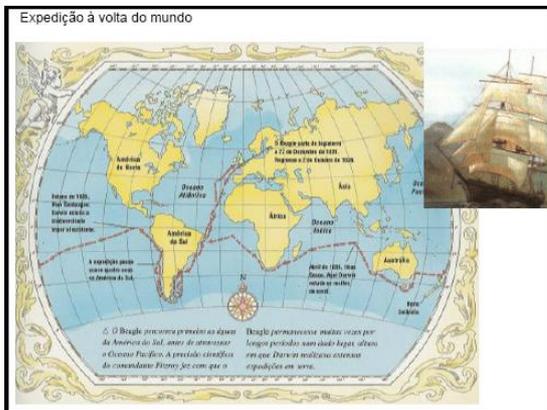
Foram desenvolvidas duas atividades laboratoriais: Conheces a *Drosophila melanogaster*? e Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais, respetivamente para Biologia e Geologia.



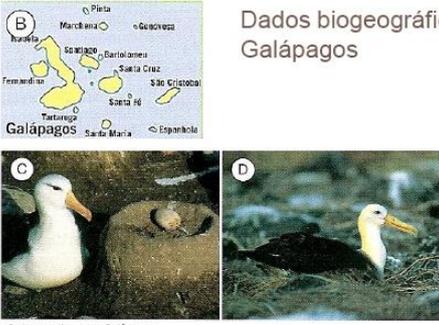
Darwinismo

- Propôs na sua obra *A Origem das Espécies*, em 1859, baseada em muitos dados recolhidos ao longo da sua vida:

- Expedição à volta do mundo
- Leitura do livro *Ensaio sobre a População*, de Thomas Malthus (Malthusianismo)
- Lei do gradualismo de Hutton e lei do uniformitarismo de Lyell

Dados biogeográficos Galápagos



C- Aves nativas das Galápagos
D- Aves nativas da costa do Pacífico

Dados biogeográficos Galápagos



Dados biogeográficos Galápagos

1. Tortoídeos existentes nos Galápagos:

TENTILHÕES DAS ÁRVORES				TENTILHÃO VICÍFFERANO	TENTILHÕES CANGROS	

Figura 1. Exemplo de diapositivos elaborados para a componente de Biologia.

Dados biogeográficos Galápagos

Dados biogeográficos Galápagos

Dados geológicos

- Análise de fósseis marinhos na Cordilheira dos Andes
- Uniformitarismo de Lyell

Dados geológicos - Uniformitarismo de Lyell

Lacunas estratigráficas

1. As leis naturais são constantes no espaço e no tempo
2. As alterações que provocam determinadas alterações no passado são iguais às mesmas que provocam os mesmos efeitos na atualidade
3. As mudanças geológicas são lentas e graduais

Modelo de Malthus Crescimento da população humana

- As populações tendem a crescer em progressão geométrica
 - devido à sua capacidade reprodutiva
- o número de indivíduos não aumenta muito de geração em geração
 - Fatores externos

Crescimento das populações animais

- Aplica as ideias de Malthus, relativamente à população humana, às populações animais
- Embora as populações tendam a crescer em progressão geométrica
 - devido à sua capacidade reprodutiva
- o número de indivíduos não aumenta muito de geração em geração

Figura 2. Exemplo de diapositivos elaborados para a componente de Biologia.

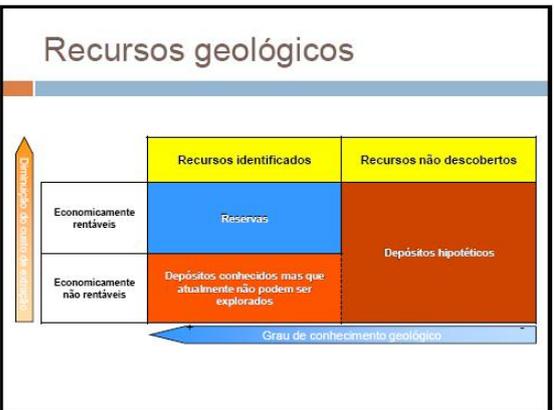
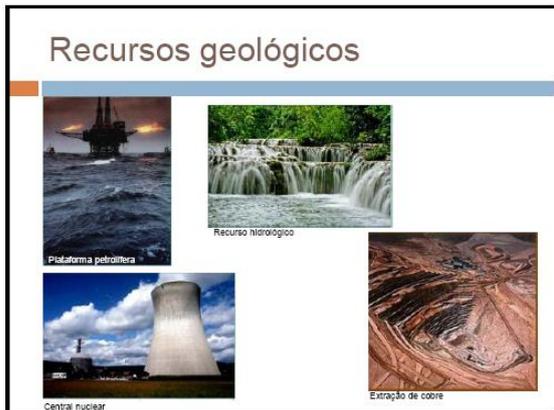
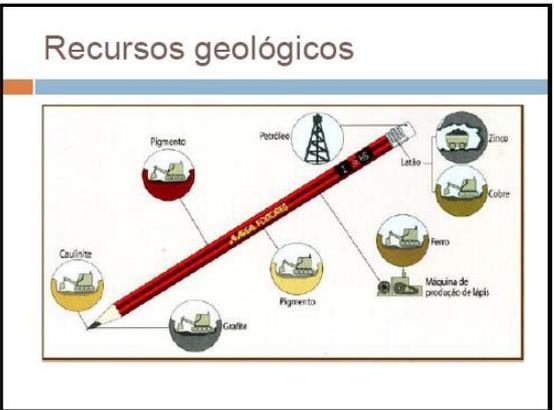
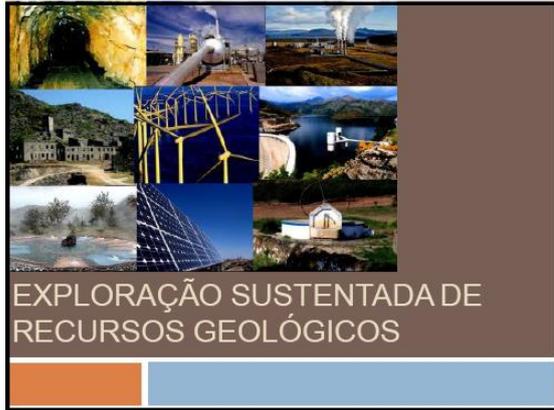


Figura 3. Exemplo de diapositivos elaborados para a componente de Geologia.



Figura 4. Exemplo de diapositivos elaborados para a componente de Geologia.



Figura 5. Exemplo de diapositivos elaborados para a componente de Geologia.

3.4.1. Atividade prática laboratorial de Biologia - Conheces a *Drosophila melanogaster*?

De acordo com a classificação das atividades laboratoriais proposta por Leite e Figueiroa (2004), esta atividade foi do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (POER), tendo-se elaborado um protocolo (Figura 6) e uma apresentação em diapositivos em PowerPoint (Figura 7). O protocolo foi composto por um texto introdutório, materiais e procedimento.

No sentido de demonstrar a variabilidade intraespecífica, usou-se *Drosophila melanogaster* como exemplo, pretendendo-se que os alunos ficassem familiarizados com os métodos de preparação de culturas de *D. melanogaster* e com os métodos de manipulação de *D. melanogaster*; observassem exemplares de *D. melanogaster*;

distinguissem machos de fêmeas; caracterizassem alguns mutantes e distinguissem as fases do ciclo de vida.

Antes da realização da atividade prática laboratorial foi feita uma introdução, com uma apresentação em PowerPoint constituída por 21 diapositivos tendo como objetivo auxiliar contextualizar a atividade prática, em especial na definição da questão-problema e na discussão.

Curso Científico–Humanístico de Ciências e Tecnologias

Atividade prática laboratorial de Biologia e Geologia

11º Ano

Turma A

Conheces a *Drosophila melanogaster*?

O número de espécies conhecidas do género *Drosophila* é muito elevado, mas a mais utilizada em estudos em biologia, especialmente em genética geral é a *Drosophila melanogaster*, cujo nome específico se deve à pigmentação escura do seu abdómen.

Drosophila melanogaster é um inseto pequeno (cerca de 3mm de comprimento), que geralmente se encontra em volta da fruta em putrefação e, por isso, é também conhecida por mosca da fruta.

Características específicas da *Drosophila melanogaster*

- Dimorfismo sexual
- Tamanho reduzido
- Ciclo de vida curto
- Grande fecundidade (cada fêmea pode pôr aproximadamente 300 ovos no seu período de vida)

Utilização da *Drosophila* em laboratório

- Fácil cultivo em laboratório
- Pequeno espaço de cultura
- Poucas exigências alimentares
- Fácil manuseamento e observação à lupa
- Manutenção em laboratório à temperatura ambiente

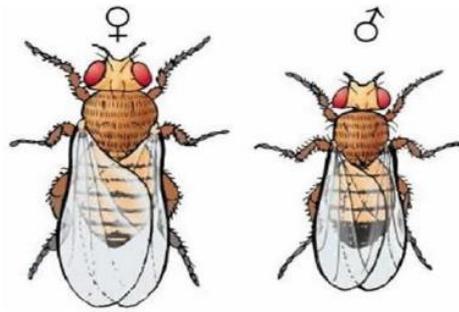
Morfologia

A estirpe selvagem tem olhos vermelhos e listas amarelas e pretas no abdómen.

Esta espécie de mosca apresenta dimorfismo sexual. As fêmeas têm cerca de 2,5mm, apresentam uma alternância típica de listas claras e escuras no abdómen. Os machos, para além de serem, geralmente, mais pequenos que as fêmeas, apresentam a extremidade do abdómen negra devido à fusão dos segmentos terminais (esta distinção não é clara nos indivíduos recentemente eclodidos da pupa devido à sua fraca pigmentação). Mas, o critério verdadeiramente objetivo para distinguir o sexo baseia-se na observação de uma estrutura

Figura 6. Atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

pilosa, exclusiva dos machos, denominada “pente sexual”, situada no primeiro par de patas junto à cabeça.



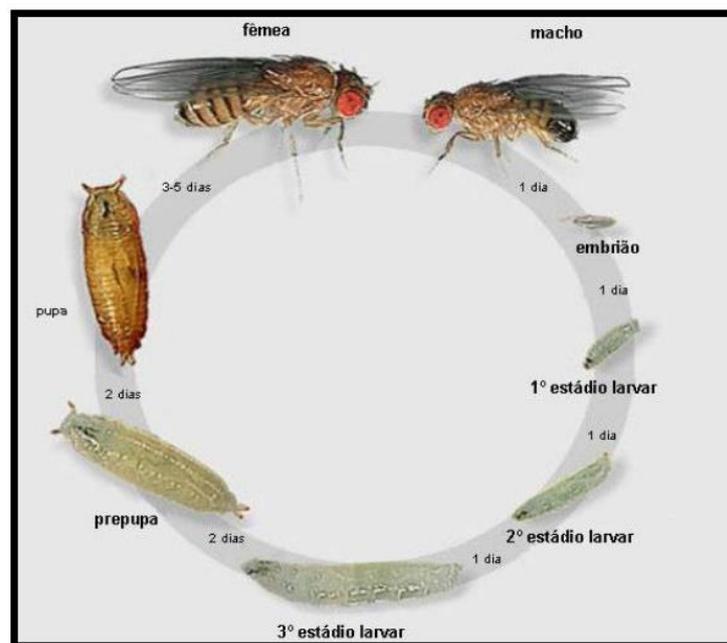
Ciclo de Vida

As fêmeas podem pôr, numa semana, várias dezenas de descendentes resultantes de uma única fecundação.

Os ovos da *Drosophila melanogaster* medem cerca de 1mm. Em média demora um dia entre a fertilização e o aparecimento das larvas, as quais passam por vários estádios até formar uma pupa (passados 6 dias). A eclosão dá-se após cerca de 5 dias. Após a eclosão, são necessárias cerca de 12h para os indivíduos se tornarem férteis.

O período de desenvolvimento destas moscas varia em função da temperatura. Os tempos descritos correspondem a uma temperatura de 25° C.

Têm uma esperança média de vida de aproximadamente de 60 dias.



Ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*

Figura 6 (continuação). Atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

Objetivos

Uso de *Drosophila melanogaster* como exemplo de variabilidade intraespecífica.

Familiarização com os métodos de preparação de culturas de *Drosophila melanogaster*.

Familiarização com os métodos de manipulação de *Drosophila melanogaster*.

Observar exemplares de organismos de *Drosophila melanogaster*.

Distinguir machos de fêmeas.

Caracterizar alguns mutantes.

Distinguir as fases do ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*.

Material

Bata

Recipientes

Algodão cardado e hidrófilo

Gaze

Papel de filtro

Placa térmica

Microscópio estereoscópico

Pincel

Frasco com tampa (eterizador)

Colher de pau

Estufa / Incubadora

Pinças

Placas de Petri

Papel branco

Panela de 2 L

Material biológico

População de *Drosophila melanogaster* (machos e fêmeas), do tipo Selvagem, Ebony, Vestigial, Vermilion, Sepia, Miniature e White.

Reagentes

Água

Água destilada

Éter sulfúrico

Farinha de milho

Fermento

Tegosepe

Manutenção de culturas

Para podermos estudar a variabilidade intraespecífica com recurso à mosca da fruta é necessário manter culturas destas moscas em laboratório utilizando meios de cultura apropriados.

Figura 6 (continuação). Atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

Procedimento

Preparação dos meios de cultura:

1. Esterilizar frascos de vidro com rolhas de algodão envolvido em gaze;
2. Ferver 1L de água;
3. Seguidamente adicionar 100 g de farinha de milho;
4. Ferver até engrossar, mexendo constantemente. O processo demora aproximadamente 30 minutos.
5. Deixar a massa em repouso aproximadamente 5 horas.
6. Adicionar 8 g de fermento a 90 ml de água.
7. Adicionar 2,5 ml de Tegosepe (antifúngico).
8. Deixar a massa em repouso durante 24 horas.

Preparação de culturas

1. Cortar pequenas faixas de papel absorvente e esterilizar num recipiente fechado.
2. Secar a humidade do interior dos frascos de cultura com o papel esterilizado.
3. Colocar o meio de cultura nos frascos com o auxílio de uma pinça.
4. Com o auxílio de uma pinça, colocar uma fita de papel absorvente no centro do meio de cultura que servirá de suporte para a formação de pupas.
5. As culturas devem ser mantidas a 25°C.

Observação de *Drosophila melanogaster*

1. O frasco eterizador deve ser igual ou, pelo menos, ter boca do mesmo tamanho que os frascos onde as moscas estão a ser mantidas.
2. Molhar a gaze em éter e ajustar a rolha ao frasco, deixando-o tapado sobre a mesa durante 1 minuto.
3. Segurar com uma mão o frasco que contém as moscas.
4. Com a outra mão, destapar o eterizador e, logo em seguida, retirar a rolha do frasco que contém as moscas. Virar o frasco com as moscas sobre o eterizador. As bocas dos dois frascos deverão ajustar-se perfeitamente.
5. Segurando os dois frascos com a mão esquerda, dar pequenas batidas no frasco que contém as moscas, para que estas caiam no eterizador.
6. Separar os dois frascos, tapando primeiramente o eterizador (que já está com as moscas) e, em seguida, tapar o outro frasco.
7. Observar que, passado algum tempo (menos de 1 minuto), as moscas começam-se a imobilizar.
8. Colocar as moscas sobre um pedaço de papel branco e observá-las até que comecem a se movimentar. Se for necessário observá-las por mais tempo, repetir toda a operação.
9. Os indivíduos são manipulados com um pincel para que não sofram danos na sua integridade física.
10. Após a observação dos indivíduos, recolocá-las no frasco de onde foram retiradas, tendo o cuidado de não colocá-las diretamente no meio de cultura e sim na parede lateral do frasco. Para o fazer, colocar o frasco horizontalmente
11. Na altura dos indivíduos serem reintroduzidos nos meios de cultura deve-se evitar que eles fiquem colados ao meio de cultura. Para isso, as moscas são depositadas nas paredes do tubo até recuperarem da anestesia e os tubos devem ser colocados deitados sobre a bancada.

Figura 6 (continuação). Atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

Drosophila melanogaster

Posição Taxonômica:

Filo: Arthropoda
Classe: Hexapoda
Ordem: Diptera
Família: Drosophilidae
Gênero: *Drosophila*
Espécie: *Drosophila melanogaster*



Fig 1. Organismo do tipo selvagem de *Drosophila melanogaster*.

Drosophila melanogaster um organismo modelo

- Abundante e fácil de capturar
- Reduzidas dimensões
- Fácil de manter em laboratório
- Ciclo de vida relativamente curto (10-11 dias a 25°C)
- Tem apenas 4 pares de cromossomas (cariótipo pequeno)
- Elevado número de mutantes naturais e artificiais
- Grande quantidade de descendentes
- Dimorfismo sexual

Organismos modelo - Exemplos

- *Escherichia coli*
- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Caenorhabditis elegans*
- *Danio rerio*
- *Mus musculus*

Dimorfismo Sexual



- Maiores dimensões
- Abdômen grande e afilado na extremidade
- Bandas abdominais pigmentadas do lado dorsal, bem distintas umas das outras
- Não apresentam pente sexual

- Menores dimensões
- Abdômen pequeno e arredondado
- Últimas bandas abdominais pigmentadas apresentam-se fundidas
- Apresentam pente sexual nas patas anteriores



Ciclo de Vida



Ciclo de Vida - Ovo

- Branco
- Coberto por um invólucro forte com dois apêndices delgados (suspensores) na extremid

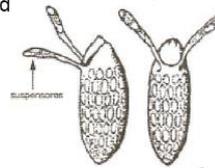
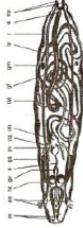


Figura 7. Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Conhecês a *Drosophila melanogaster*?

Ciclo de Vida - Larva

- Eclosão do ovo dá-se ao final de um dia, saindo uma larva branca com mandíbulas negras
- Larvas são muito vorazes, crescendo rapidamente
- Ocorrem três estados larvares com duas mudas
- Vivem dentro do meio de cultura



m - mandíbulas; ea - espiráculos anteriores; be - bomboleo ventral; ge - glândula ventral; e - esôfago; ps - placoda salivar; pr - proboscídeo; eg - esôfo glicótico; lm - intestino médio; tm - tubo de Malpighi; gf - gametário do glândula fecal; gm - gametário das glândulas maxilares; ip - intestino posterior; f - fígado; a - ânus; ep - espiráculos posteriores.

Ciclo de Vida - Pupa

- Depois de cerca de quatro dias
 - Larvas abandonam o meio de cultura e fixam-se, iniciando o estado de pupa
- Cutícula branca e flexível escurece e endurece
- Tecidos larvares são substituídos pelos do adulto, utilizando os tecidos degradados da larva como matéria e energia
- Cerca de 4 a 5 dias depois de iniciado o estado de pupa, aparece o adulto



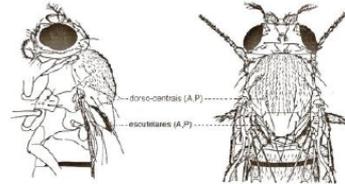
eo - esboço dos olhos; ap - antenas pupais; ea - esboço das asas.

Ciclo de Vida - Adulto ou imago

- Corpo dividido em
 - Cabeça
 - Tórax
 - Abdómen
- Cabeça
 - 2 grandes olhos compostos formados por centenas de omatídeos (unidades formadoras dos olhos) de cor vermelha no tipo selvagem e situados em posição lateral
 - 3 olhos simples (ou ocelos) em posição médio-lateral
 - Um par de antenas
 - Numerosas sedas (pêlos grandes e fortes)
 - Proboscídeo

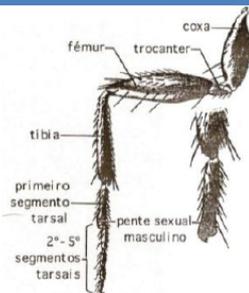
Adulto - Tórax

- Dividido em *dorsum* (dorso) e *scutellum* (escutelo)
- Dorso
 - coberto de pêlos e sedas (dorso centrais anteriores e posteriores)
- Escutelo
 - Parte terminal do tórax (sedas anteriores e posteriores)



Adulto - Tórax

- No tórax estão inseridos três pares de patas com os segmentos típicos dos insectos:
 - Coxa
 - Trocanter
 - Fémur
 - Tibia
 - Tarso (com 5 artículos; termina em unha ou garra)



Adulto - Tórax

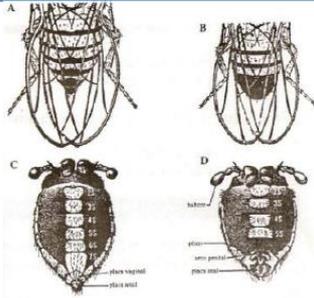
- No tórax estão inseridas duas asas que apresentam uma nervação simples:
 - 6 nervuras longitudinais
 - 2 nervuras transversais/cruzadas



Figura 7 (continuação). Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

Adulto - Abdômen

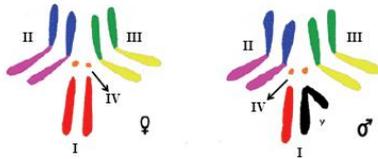
- Segmentado
- Coerente de pêlos
- Em parte pigmentado de negro
- Forma do abdômen
 - O abdômen da fêmea (A, C) é afilado na extremidade, sendo no macho (B, D) arredondado e mais pequeno
- Pigmentação do abdômen
 - No macho as últimas bandas pigmentadas estão fundidas



Dados genéticos de *Drosophila*

- Existência de uma base de dados e rede de troca, permitindo o acesso livre aos diversos mutantes, à partilha de conhecimentos e técnicas entre os investigadores
- Existem coleções de mutantes para muitas características
- As mutações podem ser direcionadas a genes específicos

Cariótipo



4 cromossomas ($2n=8$)

- I-X-telobranquial telocêntrico
- Y-heterobranquial acrocêntrico
- II e III-metacêntricos e isobranquiais
- IV-punctiforme

Selvagem



White



Vestigial



Figura 7 (continuação). Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

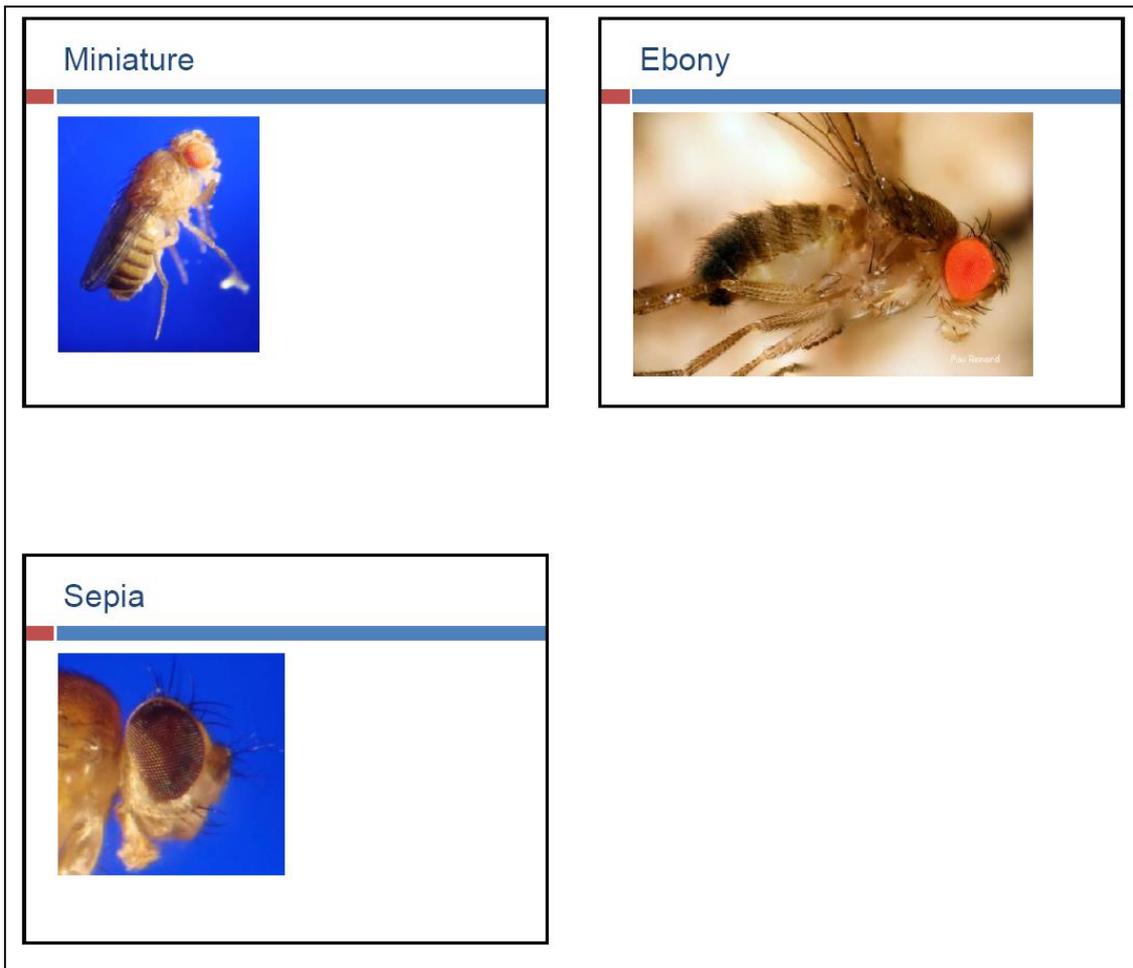


Figura 7 (continuação). Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Conheces a *Drosophila melanogaster*?

3.4.2. Atividade prática laboratorial de Geologia - Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

Esta atividade prática foi também do tipo POER, tendo-se elaborado um protocolo (Figura 8). O protocolo foi composto por materiais, procedimento e um conjunto de questões para discussão dos resultados.

Com o objetivo de demonstrar a porosidade e permeabilidade de diferentes materiais geológicos, utilizou-se cascalho, areão, areia fina, areia grosseira e argila como exemplos.

Antes da realização da atividade prática laboratorial foi feita uma introdução, com uma apresentação em PowerPoint tendo como objetivo auxiliar contextualizar a atividade prática, em especial na definição da questão-problema e na discussão (Figura 9).



**Ceste
Coimbra**
Agrupamento de Escolas

ES D. Duarte



ESCOLA SECUNDÁRIA DE
D. DUARTE

Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias

Atividade prática laboratorial de Biologia e Geologia

11º Ano **Turma A**

Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais

Objetivos

- Compreender o conceito de permeabilidade.
- Identificar qual o material geológico que é mais rapidamente atravessado pela água.
- Identificar qual o material geológico que retém mais água.
- Determinar a porosidade de diferentes materiais geológicos.

Material

- Areão
- Areia fina
- Areia grosseira
- Argila
- Cascalho
- Algodão
- Provetas graduadas
- Cronómetro
- Água
- Recipiente de vidro com capacidade aproximada de 5 L
- Gobelés
- Rede

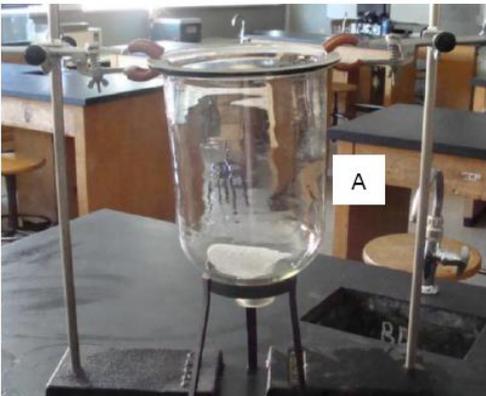


Figura 1. Recipiente de vidro.

Figura 8. Protocolo da atividade prática laboratorial Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

Procedimento

1. Tape o fundo do recipiente de vidro, identificado na figura 1, com um pouco de algodão, colocando de seguida a rede.
2. Encha o recipiente de vidro com 400 ml de material geológico (V_t).
3. Adicione água com uma proveta, até esta alcançar o topo do material (V_v).
4. Retire a rolha e deixe escoar a água, registando o volume de água passada de 30 em 30 segundos (registre este volume quatro vezes).
5. Deixe escoar a água na totalidade. Verifique se o volume da água que é escoada (V_e) é inferior ou igual ao que foi adicionado inicialmente.
6. Repita este procedimento com os restantes materiais.
7. Elabore um relatório da atividade.

Discussão dos resultados

1. Calcule a porosidade em percentagem, aplicando a seguinte expressão:

$$P_{(\text{porosidade})} = \frac{V_v_{(\text{volumes vazios})}}{V_t_{(\text{volume total})}} \times 100$$

2. Calcule a porosidade eficaz (PE) através da seguinte expressão:

$$PE_{(\text{porosidade eficaz})} = \frac{V_e_{(\text{volume de água escoada})}}{V_t_{(\text{volume total})}}$$

3. Indique qual das amostras é atravessada mais rapidamente pela água.
4. Indique com qual dos materiais ocorre maior retenção de água.
5. Indique, justificando, qual das amostras armazena:
 - 5.1. maior quantidade de água.
 - 5.2. menor quantidade de água.
6. De acordo com os resultados obtidos nesta experiência, defina, por palavras suas, o que entende por porosidade e por permeabilidade.

Figura 8 (continuação). Protocolo da atividade prática laboratorial Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

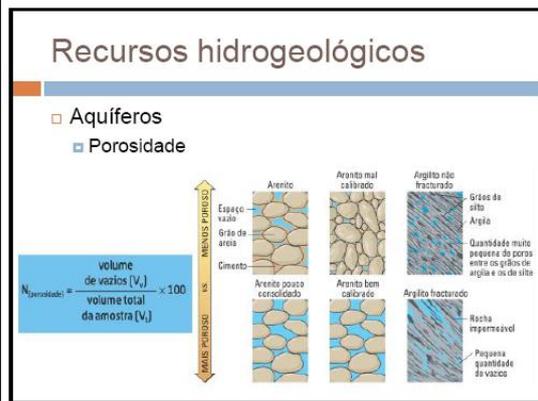
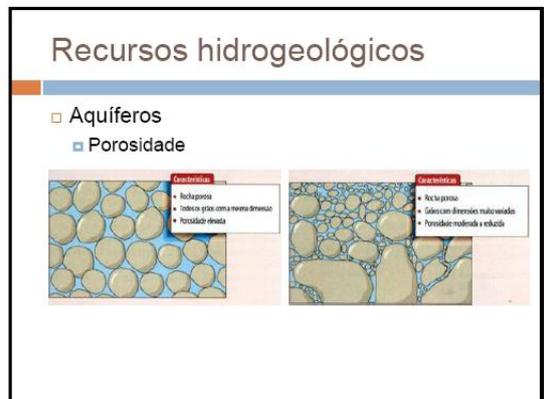
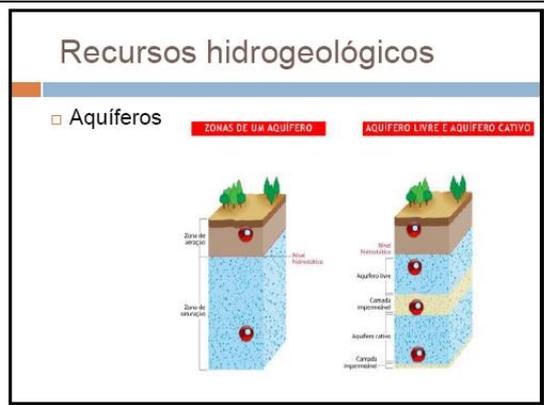
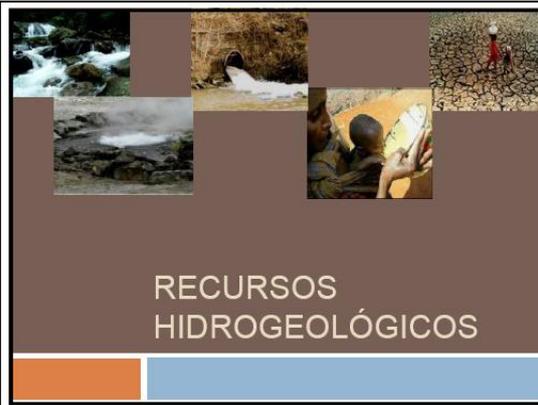
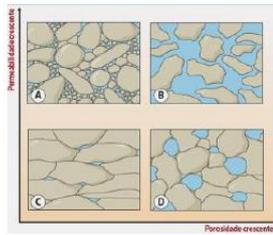


Figura 9. Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

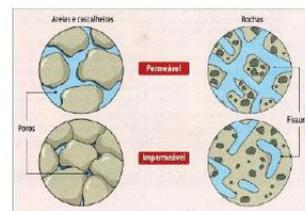
Recursos hidrogeológicos

- Aquíferos
 - ▣ Permeabilidade



Recursos hidrogeológicos

- Aquíferos
 - ▣ Permeabilidade



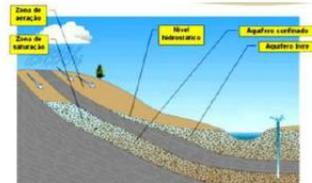
Recursos hidrogeológicos

- Aquíferos
 - ▣ Permeabilidade

TIPO DE FORMAÇÃO GEOLÓGICA	POROSIDADE	PERMEABILIDADE (m/dia – metro por dia)
Cascalheira	25 a 30%	> 1000 m/dia
Arenosa	30 a 40%	25 a 5 m/dia
Argilosa	40 a 45%	< 0.001 m/dia

Recursos hidrogeológicos

- Da superfície terrestre para o interior, o aquífero divide-se em:
 - ▣ Zona de aeração (ou zona não saturada)
 - ▣ Zona de saturação (ou zona saturada)



Recursos hidrogeológicos

- Zonas de um aquífero



Recursos hidrogeológicos

- Zonas de um aquífero

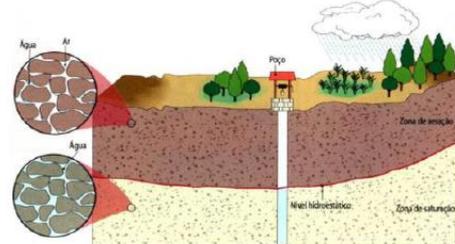


Figura 9 (continuação). Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

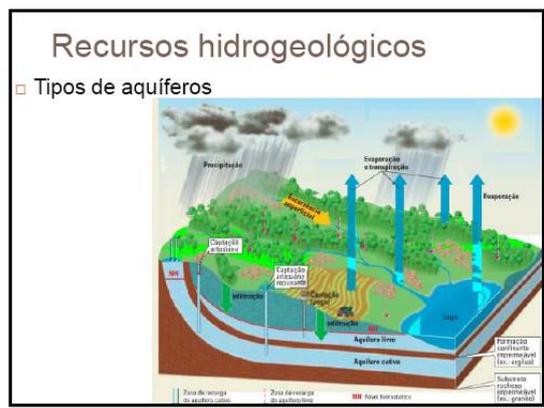
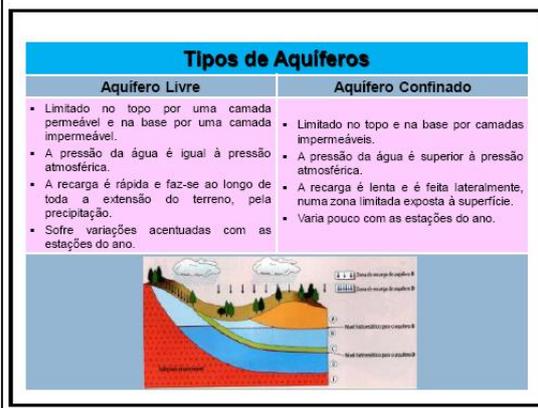
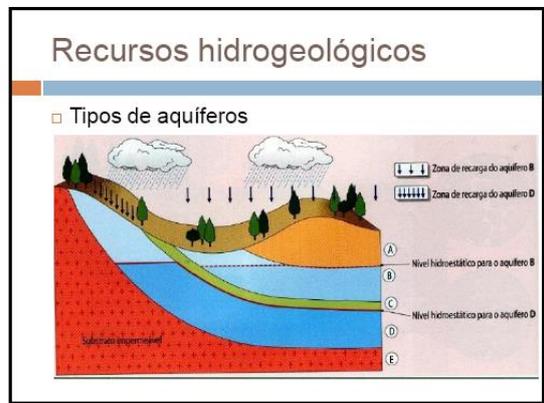
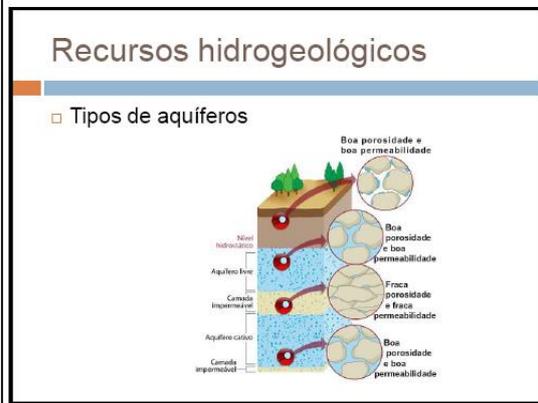
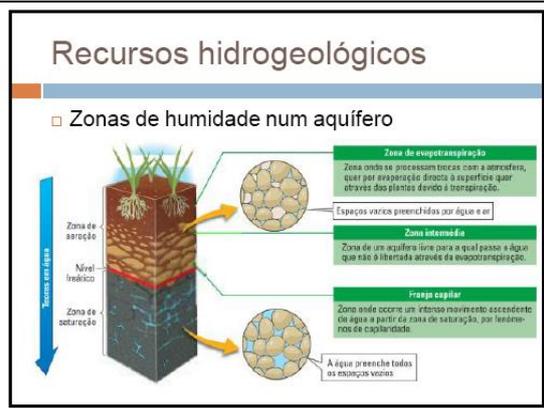
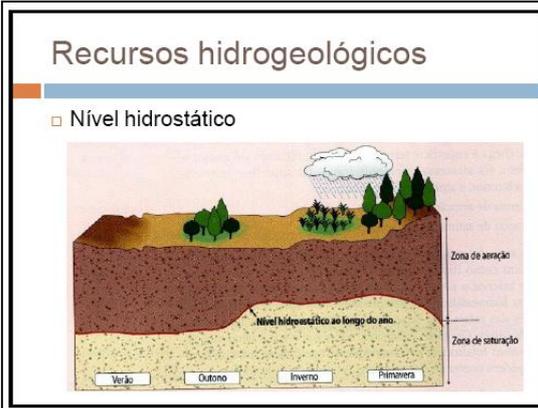


Figura 9 (continuação). Introdução teórica para a atividade prática laboratorial Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais.

3.5. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Os instrumentos de avaliação foram os seguintes: testes de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste), grelha de observação de trabalho laboratorial, grelha de avaliação de V de Gowin referente ao trabalho laboratorial da componente de Geologia e testes de avaliação sumativa.

Ao longo das unidades didáticas foi feito um registo dos factos e acontecimentos mais importantes ocorridos durante as aulas, o que permitiu proceder a uma reflexão crítica sobre as aulas lecionadas e recolher dados para avaliar as práticas letivas que foram analisados numa perspetiva descritiva e interpretativa.

3.5.1. Testes de avaliação diagnóstica

Os pré-testes (Figuras 10 e 11) tiveram como objetivo diagnosticar os conhecimentos prévios relativos aos conteúdos a lecionar e os pós-testes, constituídos pelas mesmas questões do pré-teste, que visam diagnosticar a evolução/mudança concetual dos alunos. Na elaboração destes testes foi dada especial atenção à formulação das questões que devem ser compreendidas pelos alunos e estes devem ser capazes de lhes responder corretamente.

3.5.2. Testes de avaliação formativa

Na unidade didática de Biologia foi aplicado um teste formativo (Figura 12) com o objetivo de verificar a evolução/mudança concetual dos alunos sobre evolução biológica que complementou a avaliação de conhecimentos.

Tema: Evolução Biológica

1. Em cada uma das situações que se seguem, selecione a letra que corresponde à opção correta.

1.1. A estrutura que separa uma célula animal do meio extracelular é:

- (A) hialoplasma.
- (B) citoesqueleto.
- (C) membrana plasmática.
- (D) parede celular.

1.2. Dos organelos a seguir considerados, o que contém material genético é:

- (A) complexo de Golgi.
- (B) mitocôndria.
- (C) centríolo.
- (D) ribossoma.

1.3. Os sistemas endomembranares que contêm enzimas digestivas são:

- (A) retículo liso.
- (B) centríolos.
- (C) lisossomas.
- (D) mitocôndrias.

1.4. Apesar da diversidade celular, todas as células vivas têm na sua constituição:

- (A) parede celular.
- (B) núcleo organizado.
- (C) cloroplastos.
- (D) membrana celular.

Figura 10. Teste de avaliação diagnóstica de Biologia.

1.5. Os agregados moleculares mais ou menos organizados que resultam da aglomeração espontânea de moléculas orgânicas são, segundo Oparin:

- (A) microsferas.
- (B) proteinóides.
- (C) coacervados.
- (D) pré-células.

1.6. Os modelos autogénico e endossimbiótico apresentam uma explicação para:

- (A) o aparecimento de seres multicelulares a partir de seres unicelulares.
- (B) o aparecimento de seres multicelulares a partir de seres unicelulares.
- (C) o aparecimento de eucariontes a partir de procariontes.
- (D) o aparecimento de seres multicelulares a partir de procariontes.

1.7. Escolha a opção que apresenta, por ordem crescente de complexidade, os componentes de um organismo.

- (A) Célula, órgão, tecido, sistema de órgãos, organismo.
- (B) Organismo, sistema de órgãos, órgão, tecido, célula.
- (C) Célula, organismo, sistema de órgãos, tecido, órgão.
- (D) Célula, tecido, órgão, sistema de órgãos, organismo.

2. Selecione a opção correta para completar a afirmação seguinte

O aparecimento dos eucariontes mais complexos parece ser, _____ ao dos procariontes, mais simples. As colónias de células terão surgido numa fase _____ ao aparecimento dos seres multicelulares.

- (A) posterior [...] simultânea
- (B) posterior [...] anterior
- (C) anterior [...] simultânea
- (D) simultâneo [...] anterior

Figura 10 (continuação). Teste de avaliação diagnóstica de Biologia.

Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias
Prova de avaliação diagnóstica de Biologia e Geologia

11º Ano

Turma A

Tema: Exploração sustentada de recursos geológicos

1. A Terra, como qualquer porção de espaço constituída por várias partes organizadas (ou subsistemas), inter-relacionadas e interdependentes, formando um todo, pode ser considerada um sistema. Os sistemas podem ser classificados quanto à sua capacidade de trocarem matéria e energia com o meio envolvente (Figura 1). No caso da Terra, o sistema é fechado, já que as trocas de matéria com o Universo são pouco significativas; já os seus quatro grandes subsistemas – geosfera, atmosfera e biosfera – são sistemas abertos. Na natureza, só o Cosmos por inteiro pode ser considerado um sistema isolado.

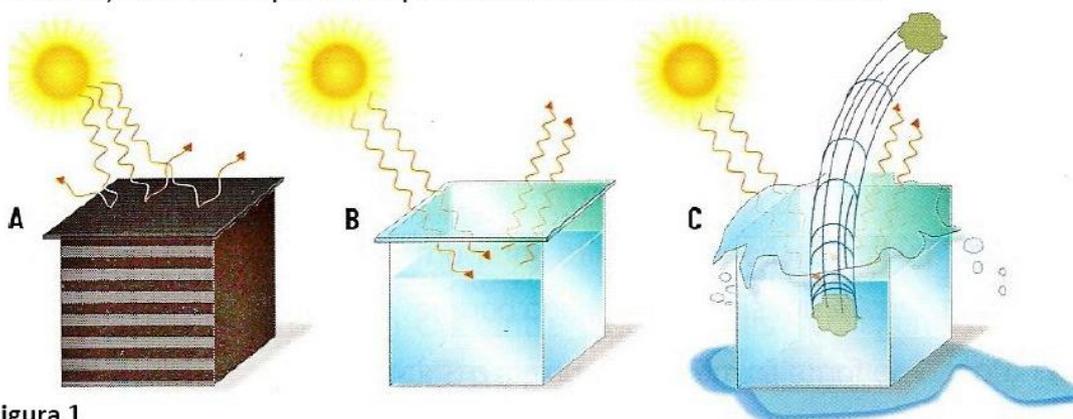


Figura 1

1.1. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Um sistema é...

- (A) uma porção de espaço onde diferentes componentes interagem entre si.
- (B) um conjunto de componentes inter-relacionados e interdependentes, constituindo um todo.
- (C) qualquer porção de espaço onde se distinguem vários subsistemas.
- (D) uma unidade natural que troca matéria e energia com o meio envolvente.

1.2. Identifique os sistemas A, B e C representados na figura 1, utilizando os números da seguinte chave.

- I. Sistema fechado.
- II. Sistema aberto.
- III. Sistema isolado.

Figura 11. Teste de avaliação diagnóstica de Geologia.

1.5. Faça corresponder a cada um dos termos da coluna A, a respetiva afirmação, que consta na coluna B.

Coluna A

Coluna B

- | | |
|---------------------|--|
| A. Sistema aberto. | 1. Troca apenas energia com o meio envolvente. |
| B. Sistema fechado. | 2. Não faz trocas com o meio. |
| C. Sistema isolado. | 3. Estabelece trocas de matéria e de energia com o meio. |

1.6. Apresente duas razões para o Universo ser considerado um sistema isolado.

1.7. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.
O subsistema Terra é um sistema fechado porque...

- (A) tem como fonte primária a energia do Sol.
- (B) interage com outros sistemas.
- (C) recebe e liberta energia no espaço envolvente.
- (D) troca energia com o meio envolvente, mas as trocas de matéria são irrelevantes.

2. Selecione a letra da chave (coluna A) que classifica corretamente o conjunto das afirmações da coluna B.

Coluna A

Coluna B

- | | |
|--|--|
| A. A afirmação 1 é verdadeira; as afirmações 2 e 3 são falsas. | 1. A biosfera é constituída pelos seres vivos do planeta. |
| B. A afirmação 2 é verdadeira; as afirmações 1 e 3 são falsas. | 2. Qualquer desequilíbrio provocado em qualquer dos subsistemas da Terra tem repercussões no sistema global. |
| C. As afirmações 1 e 3 são verdadeiras; a afirmação 2 é falsa. | 3. Os subsistemas da Terra são fechados, tal como o sistema Terra. |
| D. As afirmações 1 e 2 são verdadeiras; a afirmação 3 é falsa. | |

Figura 11 (continuação). Teste de avaliação diagnóstica de Geologia.

3. Observe com atenção as fotografias A, B e C da figura 2, representam diferentes interações entre subsistemas terrestres.



Figura 2

3.1. Identifique os subsistemas que se encontram em interação em A, B e C.

3.2. Explique em que consistem as interações representadas na figura B.

3.3. Refira as consequências que poderão resultar para o sistema biosfera da atividade evidenciada na figura C.

4. Leia com atenção as seguintes afirmações e indique os subsistemas da Terra que se encontram direta ou indiretamente relacionados com cada uma das afirmações.

- (A) No sismo do Japão, em 2011, morreram mais de dez mil pessoas.
- (B) O aquecimento global, resultante em grande escala das atividades humanas, está a provocar o degelo das calotes polares.
- (C) O vulcão Chaitén, no Chile, entrou em erupção a 2 de Maio de 2007 e libertou para a atmosfera uma quantidade enorme de gases e cinzas, o que provocou a retirada das pessoas e dos animais das regiões próximas da erupção.
- (D) Nas atividades agrícolas são gastos cerca de 75% dos recursos de água doce do planeta.
- (E) O carvão e o petróleo são recursos não renováveis.

5. Em novembro de 2008, o navio oceanográfico *Almirante Gago Coutinho* navegou a sul da ilha do Faial para fazer prospeção de minério desta zona do mar açoriano, com vista a contabilizar quanto podem valer estes recursos para Portugal no futuro. Comente a afirmação, tendo em conta o tipo de recurso natural referido.

Figura 11 (continuação). Teste de avaliação diagnóstica de Geologia.

6. Dos dois itens seguintes, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

6.1. Os recursos naturais são...

- (A) tudo que o Homem pode obter a partir de fontes existentes no meio, com exceção das fontes de energia.
- (B) todas as matérias-primas que o Homem pode obter a partir de fontes existentes no meio.
- (C) os recursos hídricos e geológicos que o Homem já explorou em seu benefício.
- (D) não renováveis se não forem repostos na natureza pelo Homem.

6.2. Os recursos naturais renováveis...

- (A) são inesgotáveis.
- (B) esgotam-se se não forem repostos em poucas gerações, à medida que vão sendo consumidos.
- (C) como o carvão, levam milhares de anos a formarem-se naturalmente.
- (D) não provocam poluição.

7. Tendo em consideração que as reservas conhecidas de petróleo e de gás natural esgotar-se-ão em cerca de 50 anos caso seja mantido o ritmo de consumo atual, apresente duas sugestões que, a nível individual e coletivo, podem ser adotadas para minimizar este previsível acontecimento.

8. Nas afirmações que se seguem, relativas ao ciclo litológico, escolha a opção correta.

8.1. O ciclo litológico relaciona-se com...

- (A) a formação dos diferentes tipos de rochas.
- (B) a génese de formas poliédricas de diferentes minerais.
- (C) o movimento das placas litosféricas.
- (D) o aumento de pressões dirigidas.

8.2. A energia necessária para o funcionamento do ciclo litológico provém...

- (A) da decomposição da matéria orgânica.
- (B) dos combustíveis fósseis.
- (C) da energia hídrica renovável.
- (D) da energia solar e do calor interno da Terra.

Figura 11 (continuação). Teste de avaliação diagnóstica de Geologia.

9. A figura 3 representa de uma forma esquemática o ciclo hidrológico.

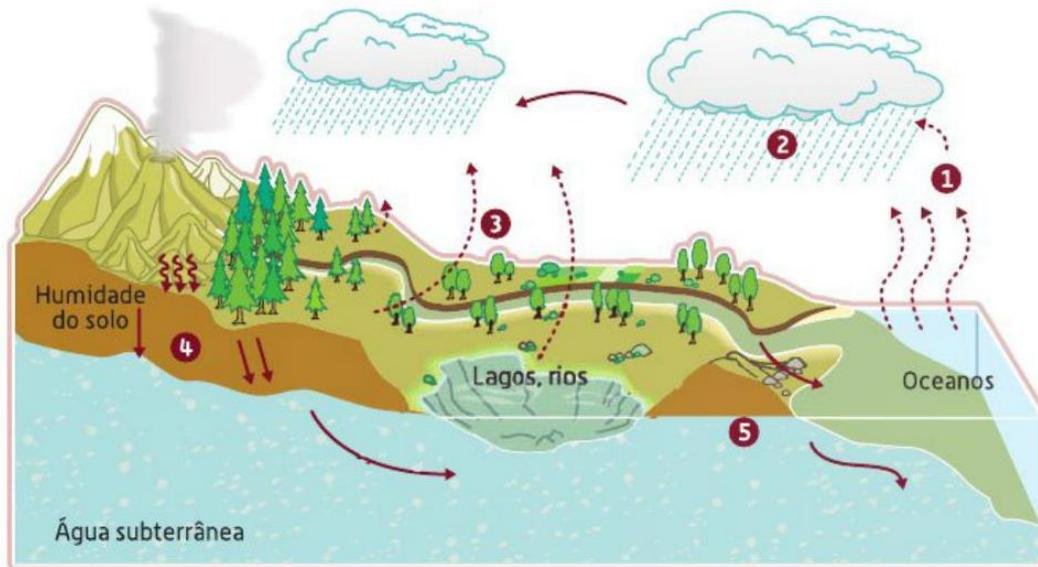


Figura 3

9.1. Identifique os processos que estão representados na figura 3 com os números 1, 2, 3, 4 e 5.

9.2. Ordene, por ordem crescente, relativamente à quantidade de água que cada um possui, os diferentes reservatórios que estão ilustrados na figura 3.

9.3. Dos diferentes reservatórios de água apresentados, indique quais são os mais suscetíveis à poluição.

9.4. Diga como se designa a ciência que estuda a parte subterrânea do ciclo hidrogeológico.

9.5. Refira a origem da poluição que mais afeta os reservatórios de água subterrânea.

9.6. Indique os principais fatores de que depende a maior ou menor quantidade de água subterrânea armazenada.

10. Faça corresponder a cada uma das afirmações na coluna A, as fontes de energia referidas na coluna B. Utilize cada letra apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
(A) O petróleo e o gás têm sido amplamente usados como fontes de energia.	
(B) A energia elétrica fotovoltaica ou geotérmica pode ser usada no aquecimento de água e espaços físicos.	
(C) A biomassa permite produzir energia com a queima de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos.	I. Fontes renováveis.
(D) O carvão é um combustível fóssil que se formou em condições geológicas muito específicas e por um longo período de tempo.	II. Fontes não renováveis.
(E) A fissão do urânio permite libertar elevadas quantidades de energia.	
(F) A combustão de elevadas quantidades de petróleo e seus derivados liberta CO ₂ e outros gases que intensificam o efeito de estufa.	
(G) A produção de energia a partir dos recursos eólicos depende da velocidade de deslocação das massas de ar.	

11. As rochas e minerais são matérias-primas essenciais ao desenvolvimento da nossa sociedade. A sua prospeção e exploração garantem o fornecimento de novos materiais.

11.1. Selecione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços de modo a obter uma afirmação correta.

11.1.1. Os depósitos minerais _____ são usados como materiais para a construção e a indústria química, enquanto que a partir do minério _____ se obtém o urânio, por exemplo.

- (A) metálicos (...) energético
- (B) não metálicos (...) metálico
- (C) metálicos (...) não metálicos
- (D) não metálicos (...) energético

11.1.2. Numa exploração mineira, _____ corresponde aos materiais que não são desejados e que se encontram misturados com _____, sendo explorados simultaneamente.

- (A) o minério (...) a ganga
- (B) a ganga (...) o minério
- (C) o jazigo mineral (...) o minério
- (D) o jazigo mineral (...) a ganga

11.2. Da atividade mineira resulta a produção de minerais sem aproveitamento económico e que são acumulados em escombrelas (acumulação de minérios não aproveitáveis, resultantes da atividade mineira). Estas são, frequentemente, abandonadas após o fim da exploração. Discuta em que medida o tipo de depósitos explorados e o abandono das minas são responsáveis por parte dos impactos ambientais associados à atividade extrativa.

Figura 11 (continuação). Teste de avaliação diagnóstica de Geologia.

Curso Científico–Humanístico de Ciências e Tecnologias
Prova de avaliação de Biologia e Geologia

11º Ano

Turma A

Tema: Evolução biológica

1. Considere a seguinte afirmação:
“A simbiose está na base do surgimento das células eucarióticas”.

1.1. Esta afirmação está relacionada com:

- (A) a Teoria Catastrofista.
(B) o Fixismo.
(C) a Teoria Autogénica.
(D) a Teoria Endossimbiótica.

(selecione a opção correta)

2. Observe a figura 1, que traduz uma das hipóteses relativas ao aparecimento dos seres multicelulares.

2.1. Como se designa a hipótese ilustrada?

2.1.1. Justifique a resposta anterior.

3. Transcreva a letra da opção que não representa uma vantagem da multicelularidade.
- (A) Especialização das células.
(B) Ocorrência de células procarióticas nas condições primitivas.
(C) Uma maior diversidade de formas de vida.
(D) Aparecimento de tecidos.
(E) Crescimento com manutenção da relação área/volume corporais.

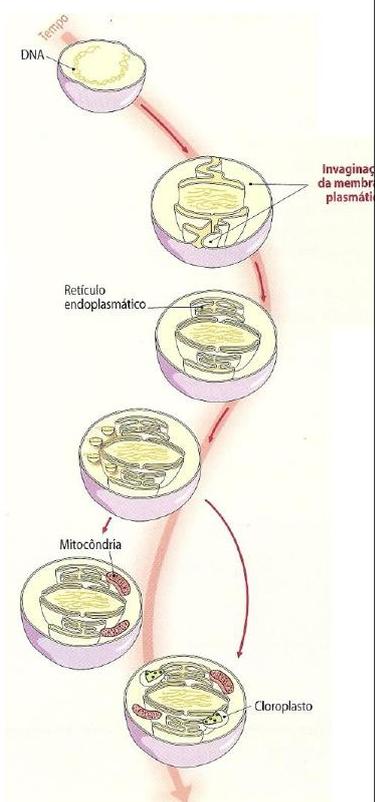


Figura 1

Figura 12. Teste de avaliação formativa de Biologia.

4. Faça corresponder a cada uma das afirmações da coluna II um nome da coluna I.

Coluna I	Coluna II
A. Charles Lyell B. Lineu C. Cuvier D. Buffon	1. As leis naturais são constantes no espaço e no tempo. 2. Todos os animais vieram de um só animal, o qual, na sua sucessão dos tempos, aperfeiçoando-se ou degenerando, produziu todas as raças dos outros animais. 3. Na história da Terra surgiram cataclismos que destruíram as espécies existentes, surgindo posteriormente novas espécies. 4. Há tantas espécies quantas as formas que o Ser Supremo produziu desde a origem. 5. As alterações geológicas ocorrem lenta e gradualmente e não por cataclismos súbitos.

5. Leia com atenção o texto que se segue:

“... duvidar de que os escaravelhos e as vespas nascem do estrume de vaca é duvidar da razão, do bom senso e da experiência...”

5.1. Indique a teoria explicativa da biodiversidade implícita no texto.

5.1.1. Justifica a resposta à questão anterior.

6. Faça corresponder a cada afirmação da coluna II uma teoria da coluna I.

Coluna I	Coluna II
A. Criacionismo B. Espontaneísmo C. Transformismo D. Lamarckismo E. Darwinismo	1. As toupeiras, vivendo na escuridão, adquiriram pequenos olhos. 2. Nos papagaios surgiu um bico diferente do da catatua, devido à sua diferente alimentação. 3. Deus criou a mulher à semelhança do homem. 4. Os cavalos mais velozes são mais numerosos que os mais lentos, pois fogem mais rapidamente aos predadores. 5. Os antílopes de tanto correrem desenvolveram as suas patas. 6. As maçãs, quando abandonadas, adquirem larvas.

7. O pinguim é uma ave que apresenta asas e patas de dimensões muito reduzidas, possuindo ainda uma membrana interdigital entre os dedos.

7.1. Explique, segundo o lamarckismo, as características deste animal.

7.2. Explique, segundo o darwinismo, as características deste animal.

Figura 12 (continuação). Teste de avaliação formativa de Biologia.

8. Observe atentamente a figura 2, que representa órgãos locomotores de alguns animais.

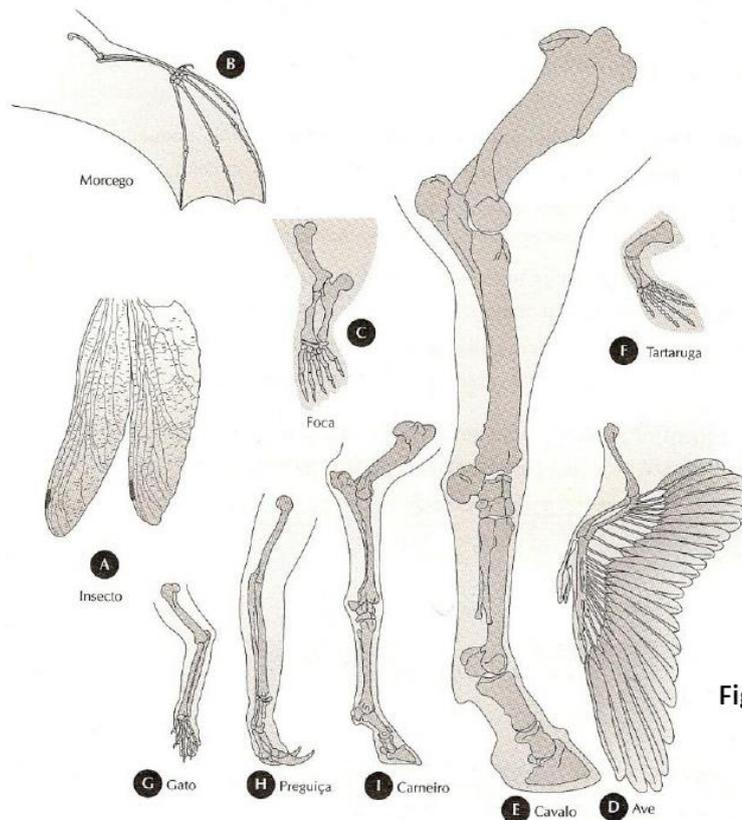


Figura 2

8.1. Transcreva duas letras que representem órgãos homólogos.

8.2. Justifique a resposta dada à questão anterior.

8.3. Os órgãos A e D representam:

- (A) órgãos homólogos.
- (B) órgãos vestigiais.
- (C) órgãos análogos.
- (D) evolução divergente.

8.4. As estruturas cuja evolução pode ser explicada por evolução convergente são:

- (A) A e F.
- (B) B e F.
- (C) A e D.
- (D) Nenhuma das opções anteriores.

8.4.1. Justifique a resposta dada à questão anterior.

3.5.3. Testes de avaliação sumativa

Para cada unidade didática foi realizado um teste de avaliação sumativa (Figuras 13 e 14).

3.5.4. Grelha de observação do trabalho laboratorial

As grelhas de observação são consideradas um instrumento fundamental para recolha de informação acerca das competências concetuais, procedimentais e atitudinais dos alunos e para a avaliação do desempenho (Leite, 2000).

A grelha de observação de trabalho laboratorial compreendeu 5 competências gerais.

Com base nas competências propostas pelo Ministério da Educação e pelo programa da disciplina de Biologia e Geologia, a grelha de observação do trabalho laboratorial (Tabela I) compreendeu 5 competências gerais que contemplam diversas competências específicas. As grelhas compreenderam 5 níveis: Mau (1); Insuficiente (2); Suficiente (3); Bom (4) e Muito bom (5) (Anexos – Tabela III).

Tabela I. Grelha de observação do trabalho laboratorial.

Competências	
Gerais	Específicas
A. Planificação	A1. Interpreta o protocolo
	A2. Elabora plano de trabalho
	A3. Gere o tempo
B. Empenhamento	B1. Cumpre as regras de segurança
	B2. Manipula materiais e aparelhos
C. Organização	C1. Utiliza o espaço disponível
	C2. Organiza o equipamento
	C3. Limpa e arruma a bancada
D. Registo de Observações	D1. Descreve o que observou
	D2. Constrói tabelas, esquemas e gráficos
	D3. Legendas tabelas, esquemas e gráficos
E. Interpretação dos resultados	E1. Interpreta dados e resultados
	E2. Aplica conceitos
	E3. Relaciona conceitos
	E4. Tira conclusões
Total	

3.5.5. Grelha de registo do V de Gowin do trabalho laboratorial

Para a avaliação do relatório V de Gowin foi construída uma grelha de registo com os itens que constituem o relatório, conforme consta na tabela II.

Tabela II. Grelha de registo do V de Gowin do trabalho laboratorial.

Parâmetros	Cotação	Aluno 1	Aluno 2
A. Formulação da questão-problema	10		
B. Princípios teóricos	40		
C. Conceitos	15		
D. Procedimentos	20		
E. Avaliação do desempenho individual	15		
F. Registo dos resultados	50		
G. Discussão dos resultados /Conclusão	50		
Total	200		
Classificação			

Curso Científico–Humanístico de Ciências e Tecnologias

Prova de avaliação de Biologia e Geologia

11º Ano

Fevereiro/2013

Versão 1

A evolução é um processo pelo qual populações de organismos se alteram ao longo do tempo, em resposta à alteração das condições ambientais, podendo contribuir para a formação de novas espécies.

1. A vida surgiu na Terra numa forma muito simples, uma molécula orgânica, tendo evoluído até ao complexo ser que somos nós homens. Para explicar o primeiro passo evolutivo existem hipóteses explicativas.

1.1. Ordene as letras de A a F, de modo a sequenciar o aparecimento dos grandes grupos de seres vivos no decorrer do tempo geológico.

- (A) Seres eucariontes multicelulares
- (B) Seres procariontes autotróficos
- (C) Seres eucariontes coloniais
- (D) Seres procariontes heterotróficos aeróbios
- (E) Seres eucariontes unicelulares
- (F) Seres procariontes heterotróficos anaeróbios

1.2. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta. Segundo a hipótese endossimbiótica...

- (A) a multicelularidade desenvolve-se quando as células primitivas incorporam células procarióticas que passam a desempenhar funções especializadas.
- (B) As associações simbióticas dos líquenes resultam da incorporação de algas protistas pelos antepassados dos fungos.
- (C) Os cloroplastos e as mitocôndrias das células eucarióticas, no início, eram endossimbiontes procarióticos.
- (D) As dobras e as especializações da membrana plasmática levaram ao desenvolvimento das células eucarióticas.

2. Analise os textos A, B e C, retirados do livro *A Origem das Espécies*, de Darwin.

A "Vejo-me, contudo, após os estudos mais profundos e uma apreciação desapassionada e imparcial, forçado a sustentar que a opinião defendida até há pouco pela maioria dos naturalistas, opinião que eu próprio partilhei, isto é, que cada espécie foi objeto de uma criação independente, é absolutamente errónea."

B "... a natureza fornece as variações sucessivas, o homem acumula-as em certos sentidos que lhe são úteis. Sendo assim, pode dizer-se que o homem criou, para seu proveito, raças úteis."

C " Devido a esta luta, as variações, por mais fracas que sejam e seja qual for a causa de onde provenham, tendem a preservar os indivíduos de uma espécie e transmitem-se comumente à descendência logo que sejam úteis a esses indivíduos..."

Figura 13. Teste de avaliação sumativa de Biologia.

2.1. Relativamente ao texto A, refira qual é a teoria sobre a origem das espécies defendida outrora "pela maioria dos naturalistas" e partilhada por Darwin.

2.2. De acordo com a teoria proposta por Darwin, indique qual é o conceito implícito na seguinte frase do texto B: "... o homem acumula-as em certos sentidos que lhe são úteis...".

2.3. Refira o conceito expresso por Darwin no texto C.

3. O desenvolvimento das ideias de Darwin sobre a evolução foi influenciado pela teoria de Malthus sobre o crescimento das populações. No gráfico da figura 1, as curvas A, B e C representam o crescimento de populações animais e o crescimento dos seus recursos alimentares.

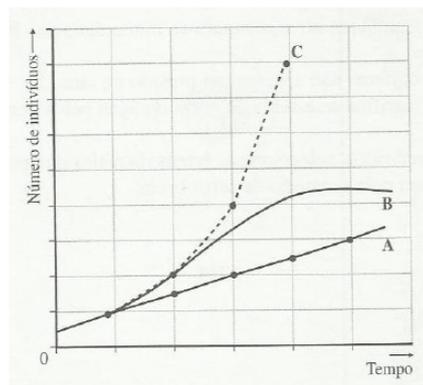


Figura 1

3.1. Seleccione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Segundo Malthus, o crescimento potencial de uma população e dos seus recursos alimentares está representado no gráfico, respetivamente, pelas curvas...

- (A) A e B.
- (B) B e C.
- (C) C e A.
- (D) A e C.

3.2. Indique qual das curvas (A, B e C) representa, segundo Darwin, o crescimento real de uma população.

3.3. Com base na teoria evolucionista de Darwin, critique a seguinte frase:

"Nos trópicos, para o Homem poder suportar a intensa radiação solar, as células da sua pele adquiriram a capacidade de produzir grande quantidade de melanina, resultando daí o permanente tom escuro da sua pele."

4. Pode afirmar-se que a grande diferença entre lamarckismo e darwinismo reside no processo que produz a alteração e não na aceitação da alteração como um facto. Comente esta afirmação.

Figura 13 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Biologia.

6. O registo fóssil é a fonte de informação mais importante sobre a vida no passado e constitui um contributo para apoiar a evolução.

Na figura 2, estão representados o cavalo atual e dois ancestrais da sua história evolutiva, referentes a épocas diferentes, assim como algumas características estruturais dos mesmos.

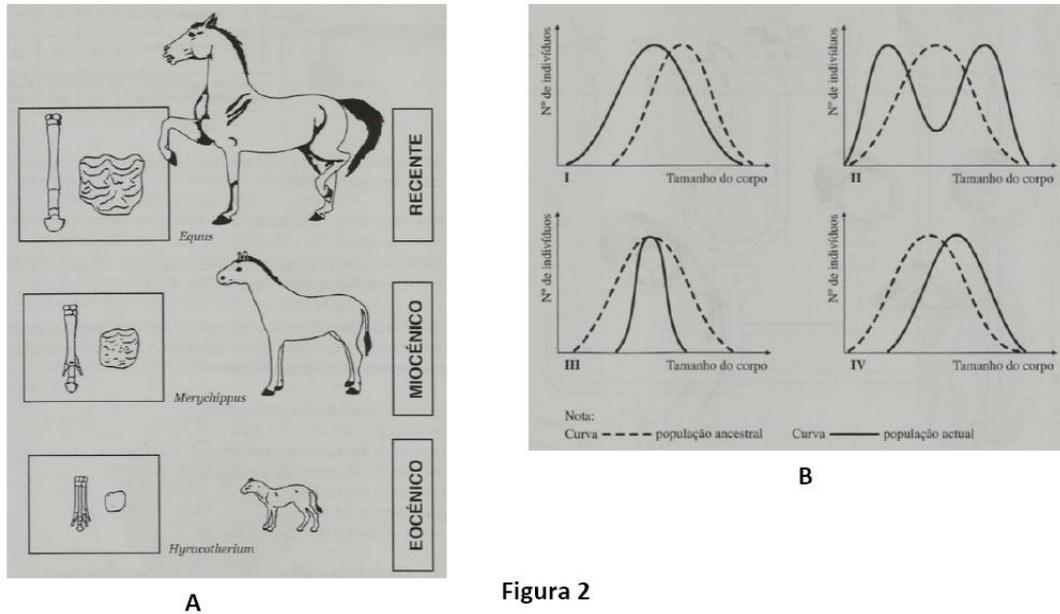


Figura 2

6.1. Considerando a alteração verificada, ao longo do tempo, no tamanho do corpo dos animais esquematizados na figura 2A, indique, justificando, qual dos gráficos (I, II, III, IV) da figura 2B corresponde ao modo como a seleção natural atuou.

6.2. O fóssil *Ichtyostega* pertence a um animal anfíbio que apresentava ossos operculares, dois pares de patas e cauda, à qual estava ligada uma barbatana dorsal. Explique por que é que este fóssil pode ser considerado um argumento a favor da evolução.

6.3. Refira a explicação dada por Cuvier para a discrepância existente entre os fósseis de diferentes estratos e as espécies atuais.

10. Na figura 5 estão representadas porções de duas plantas trepadoras que enrolam em suportes as respetivas gavinhas. A observação microscópica de cortes da gavinha 1 mostra que tem uma estrutura idêntica a folhas enquanto em 2 a estrutura é de ramos e caule.

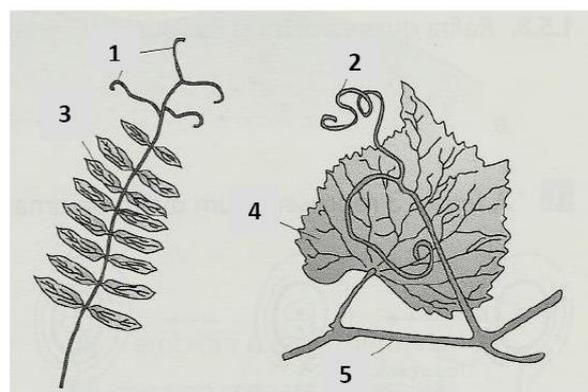


Figura 5

Figura 13 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Biologia.

10.1. Selecione as opções que permitem obter afirmações corretas.
São estruturas homólogas...

- (A) 1 e 2.
- (B) 1 e 3.
- (C) 2 e 5.
- (D) 2 e 4.

10.2. Das estruturas representadas, indique duas cuja origem pode ser explicada por evolução convergente.

11. A comparação entre a estrutura da cadeia alfa da hemoglobina do sangue do homem e a cadeia correspondente de alguns animais permitiu concluir que:

- no homem e no chimpanzé, as cadeias alfa da hemoglobina são idênticas;
- no macaco rhesus, a cadeia alfa difere da do homem em três aminoácidos;
- no gorila, a cadeia alfa difere da do homem num aminoácido.

11.1. Estabeleça as relações de parentesco entre o homem e os outros animais mencionados e fundamente a sua resposta com base nos dados fornecidos.

11.2. Refira qual o tipo de argumento que permitiu estabelecer as relações de filogenia propostas na questão anterior.

Figura 13 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Biologia.

Curso Científico–Humanístico de Ciências e Tecnologias
Prova de avaliação de Biologia e Geologia

11º Ano

junho/2013

Turma A

1. Diversos depósitos minerais portugueses foram explorados no início do século XX, nomeadamente zinco, cobre, volfrâmio e estanho. O auge da exploração ocorreu durante as guerras mundiais. No entanto, a exploração destes minérios reduziu-se significativamente em resultado da diminuição do preço da matéria-prima e da descoberta de grandes depósitos em África e Ásia. Todavia, a oscilação do preço do minério tem permitido reativar algumas das unidades de exploração mineira.
- 1.1. As afirmações seguintes dizem respeito às reservas e recursos. Selecione a alternativa que as avalia corretamente.
1. As reservas são todos os depósitos conhecidos e que podem ser explorados de uma forma economicamente rentável, atualmente ou no futuro, com o desenvolvimento de tecnologia ou aumento da viabilidade económica.
 2. Os recursos, ao contrário das reservas, constituem todas as acumulações de um dado material ou composto.
 3. A mudança do contexto tecnológico, social e económico pode permitir transformar recursos em reservas.
- (A) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.
(B) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.
(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.
(D) 1 é verdadeira; 2 e 3 são falsas.
- 1.2. Selecione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços de modo a obter uma afirmação correta.
- 1.2.1. Parte dos depósitos minerais de metais portugueses que não têm sido aproveitados constituem, atualmente, _____ pois _____ ser economicamente explorados.
- (A) recursos (...) podem
(B) reservas (...) podem
(C) reservas (...) não podem
(D) recursos (...) não podem
- 1.2.2. Os recursos minerais referidos no texto são _____, pois a sua taxa de reposição é _____ à taxa de formação dos depósitos.
- (A) renováveis (...) muito inferior
(B) não renováveis (...) semelhante
(C) não renováveis (...) muito inferior
(D) renováveis (...) semelhante
- 1.3. Justifique, por que motivo, algumas fontes de energia renováveis, como a hídrica, estão dependentes do ciclo hidrológico.

Figura 14. Teste de avaliação sumativa de Geologia.

1.4. Seleccione a alternativa que completa a frase seguinte, de modo a obter uma afirmação correta. Nas minas de zinco e chumbo, procede-se à extração de...

- (A) ... minérios, tendo em vista a produção de metais.
- (B) ... metais, tendo em vista a produção de minérios.
- (C) ... gangas, tendo em vista a produção de minérios.
- (D) ... minerais, tendo em vista a produção de gangas.

1.5. Relacione a exploração de fontes de energia renováveis com o aproveitamento dos recursos locais e a interdependência energética.

2. Os veículos motorizados interagem com o ambiente através de todo o seu «ciclo de vida» – desde o fabrico até ao seu uso em estrada e ao seu eventual desmantelamento, quando atingem o «fim de vida». Os seres autotróficos fixam CO_2 , contribuindo, assim, para uma tendencial estabilização da concentração deste gás na atmosfera. Após a morte destes organismos, o enterramento geológico permite a incorporação da matéria orgânica na crosta terrestre (sedimentos), podendo originar combustíveis fósseis. A Figura 1 (A e B) representa esquematicamente a circulação do CO_2 entre diferentes sistemas.

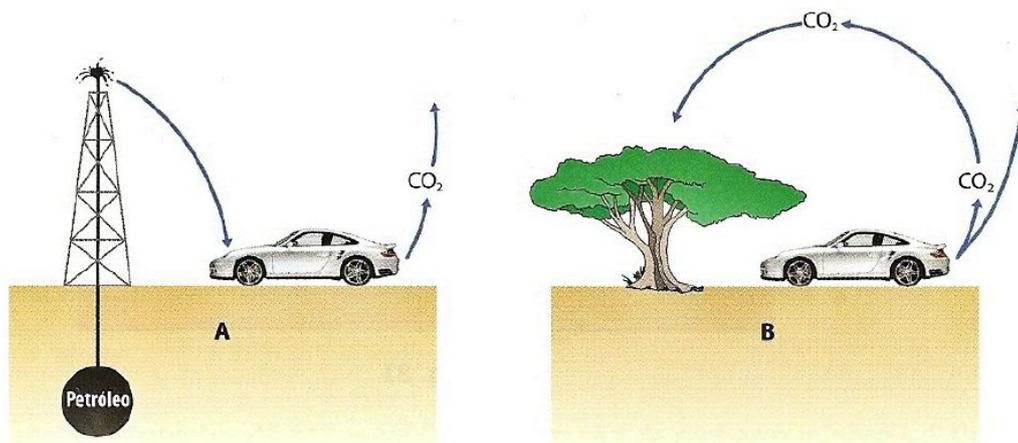


Figura 1

2.1. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes, relativas ao impacto ambiental do automóvel.

- (A) O desenvolvimento da indústria automóvel resultou do efeito conjugado do desenvolvimento económico e do crescimento populacional.
- (B) O impacto ambiental provocado pelo automóvel está centrado exclusivamente no seu uso em estrada.
- (C) A reutilização dos óleos lubrificantes produzidos pela indústria automóvel diminui a contaminação dos ecossistemas.
- (D) Os motores emitem substâncias que afetam a composição do ar, podendo provocar impactos ambientais negativos.
- (E) Na produção automóvel, a utilização de plásticos com origem no petróleo diminui o problema energético global.
- (F) As fábricas que constroem automóveis usam energia e materiais e geram desperdícios durante a produção de novos veículos.
- (G) A reciclagem dos materiais utilizados no fabrico automóvel repõe a quantidade de recursos naturais extraídos.
- (H) A exploração de recursos minerais metálicos para a produção de automóveis interfere nos ciclos geológicos.

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

2.2. Selecione a alternativa que completa a frase seguinte, de forma a obter uma afirmação correta. O CO₂ produzido pelos veículos motorizados é adicionado à atmosfera, onde se acumula, porque...

- (A) ...tem sido promovida uma intensa florestação a nível global.
- (B) ...as plantas consomem CO₂ à mesma taxa a que este gás é emitido.
- (C) ...aumentou o recurso a energias alternativas nas últimas décadas.
- (D) ...a emissão de CO₂ para a atmosfera é superior à sua extração.

3. Os gráficos da figura 2 traduzem a proporção entre os consumos de energia fóssil e não fóssil em determinados países, identificados por X, Y, W e Z.

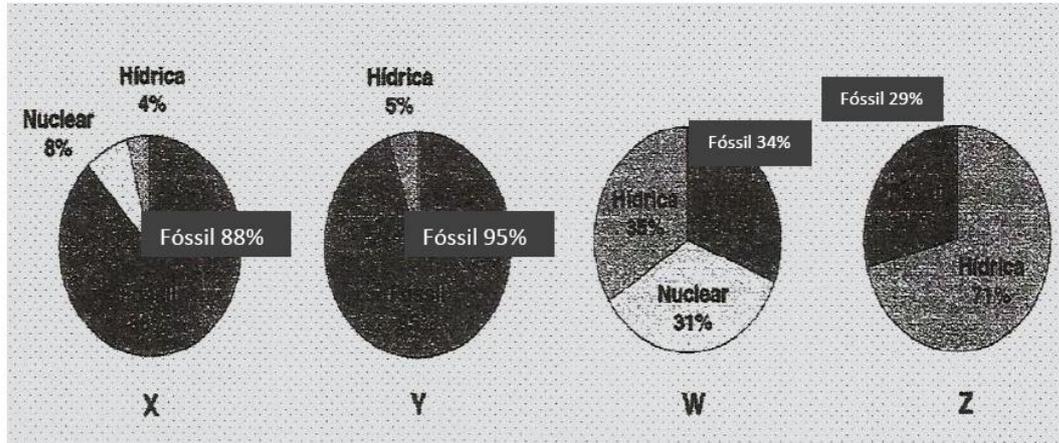


Figura 2

De acordo com os dados dos gráficos da figura, responda às questões seguintes.

- 3.1. Indique a letra que corresponde ao país em que se verifica um maior consumo de energia renovável.
- 3.2. Justifique a escolha feita na questão anterior.
- 3.3. Mencione as três fontes de energia fóssil.
- 3.4. Justifique o facto de a energia nuclear não ser considerada energia fóssil.
- 3.5. Refira a letra que corresponde ao país que mais contribui para o efeito de estufa.
- 3.6. Justifique a escolha feita na questão anterior.

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

4. A figura 3 representa uma das formas de aproveitamento do calor interno da Terra para produzir energia elétrica.

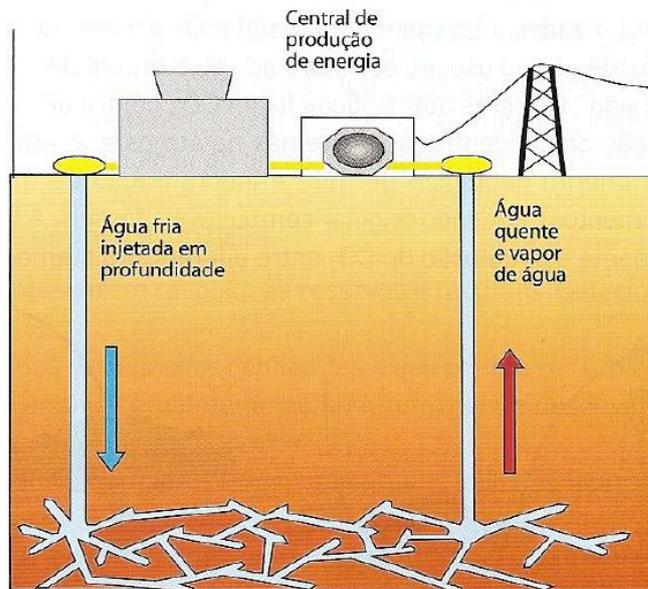


Figura 3

4.1. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) as seguintes afirmações respeitantes ao aproveitamento da geotermia, representado na figura 3.

- (A) O calor presente na crosta terrestre é usado para aquecer água que gera energia em profundidade.
- (B) O calor presente em profundidade é transferido para a água.
- (C) A água fria é transportada até à superfície, sendo enviada novamente para as fraturas profundas.
- (D) Ocorre a produção de CO₂ que é libertado para a atmosfera e pode agravar o efeito de estufa.
- (E) O fluido é transportado em profundidade num circuito fechado.
- (F) A geotermia corresponde a uma fonte de energia renovável.

4.2. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

O aproveitamento energético representado é de...

- (A) ... baixa entalpia, pois os fluidos circulantes são aquecidos a temperaturas superiores a 150°C.
- (B) ... alta entalpia, pois os fluidos circulantes são aquecidos a temperaturas inferiores a 150°C.
- (C) ... baixa entalpia, pois os fluidos circulantes são aquecidos a temperaturas inferiores a 150°C.
- (D) ... alta entalpia, pois os fluidos circulantes são aquecidos a temperaturas superiores a 150°C.

4.3. Explique o motivo de se verificarem regularmente as propriedades físico-químicas da água que é libertada como subproduto do processo representado na figura anterior.

4.4. Selecione a alternativa que completa a frase seguinte, de modo a obter uma afirmação correta.

Em Portugal Continental...

- (A) ... há produção de energia elétrica de origem geotérmica.
- (B) ... não há condições geológicas para a exploração de recursos geotérmicos.
- (C) ... os empreendimentos geotérmicos limitam-se ao domínio das baixas entalpias.
- (D) ... os fluidos geotérmicos chegam a atingir, à superfície, temperaturas próximas dos 300 °C.

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

5. A análise do movimento e armazenamento da água em profundidade pode ser feito com algumas experiências laboratoriais simples. As colunas A, B, C, e D foram preenchidas com igual volume de sedimentos de diferente granulometria, de acordo com as indicações da figura 4. Em seguida, verteu-se um volume igual de água nas quatro colunas com sedimentos.

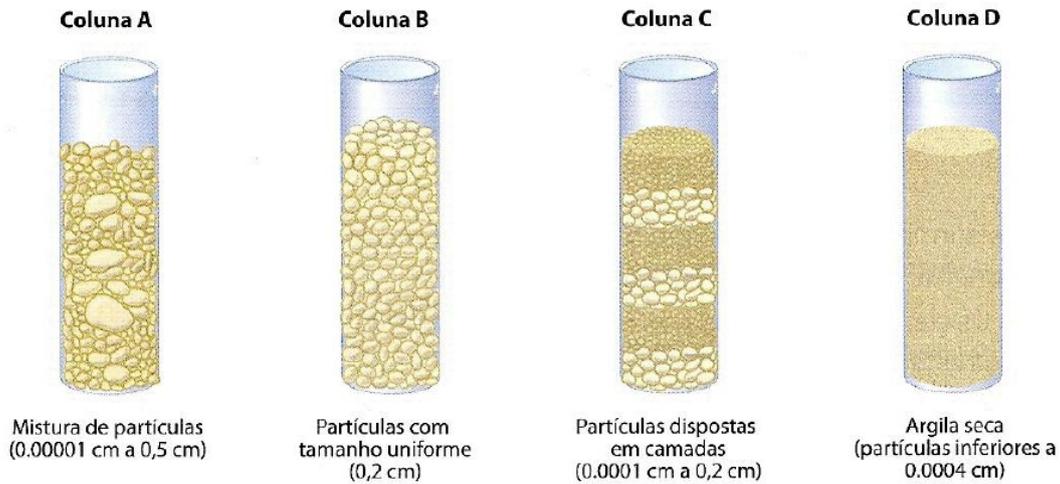


Figura 4

5.1. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

5.1.1. A maior taxa de infiltração ocorrerá na coluna...

- (A) ... A.
- (B) ... B.
- (C) ... C.
- (D) ... D.

5.1.2. A porosidade é superior na coluna...

- (A) ... B, pois a mistura formada por grãos de 0,2 cm são as mais porosas.
- (B) ... D, pois as argilas retêm elevadas quantidades de água nos seus poros.
- (C) ... B, pois quanto maiores e melhor calibrados forem os grãos mais afastados se encontram.
- (D) ... D, pois as argilas originam as amostras mais porosas.

5.2. Explique em que medida a porosidade e a permeabilidade são importantes na pesquisa e captação de água subterrânea, referindo o exemplo das argilas.

5.3. Foi realizada uma nova experiência usando uma coluna igual à B, adicionando-se água até todos os poros ficarem preenchidos. Em seguida, abriu-se uma torneira na base da coluna e registaram-se os dados constantes na tabela I.

Tabela I

Água necessária para encher a coluna	124 ml
Tempo necessário para drenar a água	2,1 segundos
Água que permaneceu em redor dos grãos da coluna	36 ml

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações relativas à experiência descrita.

- (A) Numa coluna composta por uma mistura homogénea de grãos com 0,4 cm de tamanho, seria de esperar que a água drenasse em menos de 2,1 segundos.
- (B) A água substitui o ar que se encontra nos poros, deslocando-se no sentido descendente pelo efeito da gravidade.
- (C) Para uma coluna contendo apenas grãos de argila seria de esperar uma menor retenção de água na amostra.
- (D) A adição de 50 ml de água resulta na distribuição de água pela superfície dos grãos que se encontram no topo da coluna e no preenchimento dos poros da base da coluna.
- (E) Para aumentar o tempo que demora a drenar a água da coluna é necessário aumentar o tamanho dos grãos que se encontram na mistura.
- (F) O armazenamento de um volume de água superior a 124 ml implica o uso de uma amostra homogénea mais porosa e formada por grãos minerais mais pequenos.
- (G) A coluna usada pode corresponder a um modelo de um aquífero confinado.
- (H) Caso sejam adicionados apenas 100 ml de água à coluna cria-se uma zona de saturação no topo da coluna e uma zona de aeração na base da coluna.

6. O perfil geológico da figura 5 diz respeito a uma zona localizada no litoral e nele são observáveis dois aquíferos e três captações de água, assinaladas com R, S e T.

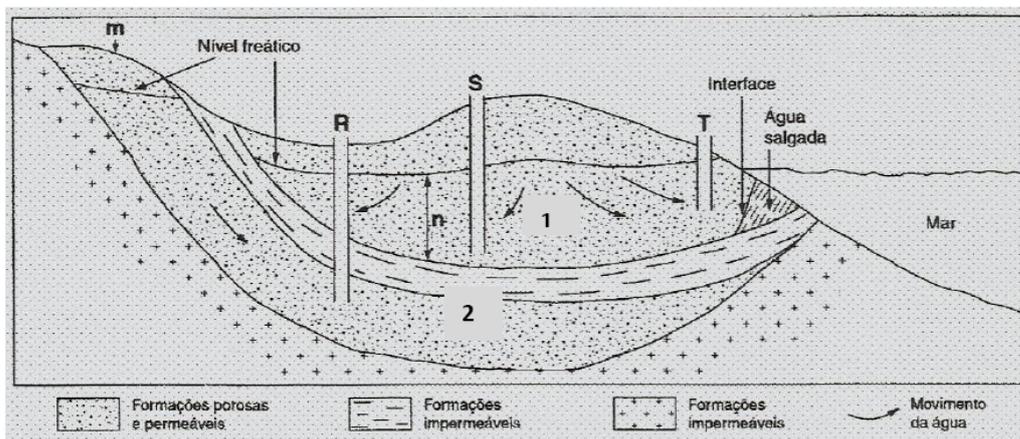


Figura 5

6.1. Selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Um aquífero corresponde a uma formação rochosa...

- (A) ... que permite a infiltração lenta da água.
- (B) ... muito porosa que permite a drenagem muito rápida da água, dificultando a sua captação.
- (C) ... que não possui água em poros e fissuras.
- (D) ... que possui água, em poros e fissuras e que pode ser usada para exploração ou captação.

6.2. Considere as captações assinaladas com as letras R, S e T.

6.2.1. Indique a letra correspondente à captação em que a água pode sair livremente à superfície.

6.2.2. Fundamente a resposta à questão anterior.

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

6.2.3. Classifique os aquíferos representados, respetivamente, por 1 e 2.

6.2.4. Refira a que correspondem, respetivamente, as letras m e n da figura 5.

6.3. No seu percurso descendente, a água atravessa diversas zonas com características próprias. Caracterize a “zona de saturação”.

6.4. Selecione a alternativa que completa a frase seguinte, de modo a obter uma afirmação correta.
Um aquífero cativo é uma formação geológica, limitada por duas camadas impermeáveis,...

(A) ... que armazena e não permite a circulação de água.
(B) ... que armazena e permite a circulação de água.
(C) ... que não armazena, mas permite a circulação de água.
(D) ... que não armazena, nem permite a circulação de água.

6.5. Mencione três fatores que condicionem o esgotamento de um aquífero.

6.6. Selecione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correta.
Na exploração sustentada de um aquífero costeiro, a velocidade de extração de água tem que ser _____ à velocidade de recarga, de forma a permitir o seu reequilíbrio por entrada de água _____.

(A) superior (...) salgada.
(B) inferior (...) doce
(C) inferior (...) salgada
(D) superior (...) doce

7. Pode classificar-se a poluição a que estão sujeitos os aquíferos como física, química e orgânica (essencialmente bacteriológica).

7.1. Cite dois indicadores da poluição física das águas subterrâneas.

7.2. Enumere três causas que podem provocar a poluição química dos aquíferos.

7.3. Faça corresponder a cada uma das afirmações de A a D o respetivo conceito relacionado com reservas subterrâneas de água, indicado na chave.

Afirmações	Chave
(A) Determina a capacidade de armazenamento de uma rocha.	I. Pressão hidrostática
(B) Quanto maior for a sua superfície mais fácil será a contaminação do aquífero.	II. Nível hidrostático
(C) O seu limite superior coincide com o nível hidrostático do aquífero.	III. Aquífero livre
(D) O seu limite superior é constituído por rochas impermeáveis.	IV. Zona de saturação
	V. Permeabilidade
	VI. Zona de recarga
	VII. Aquífero cativo
	VIII. Porosidade

Figura 14 (continuação). Teste de avaliação sumativa de Geologia.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

4.1. BIOLOGIA - EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

4.1.1. Avaliação diagnóstica

A comparação dos resultados do pré-teste e pós-teste estão indicados na figura 15.

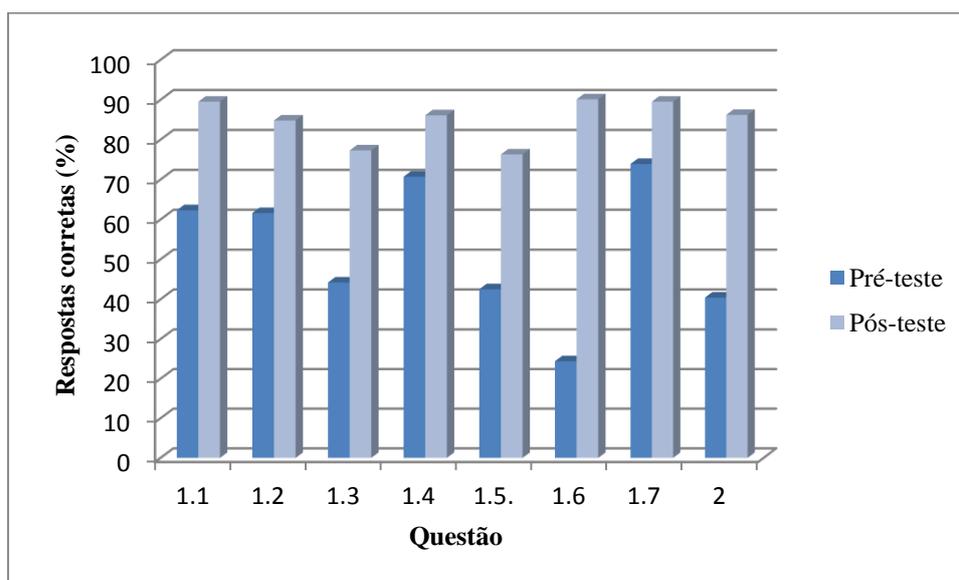


Figura 15. Comparação da porcentagem de respostas corretas nos pré-teste e pós-teste para a componente de Biologia.

Em todas as respostas, verificou-se que, no pós-teste, houve um aumento de respostas corretas, destacando-se a questão 1.6. Na 1.1., relativa à membrana celular, no pré-teste 62% dos alunos responderam corretamente, e no pós-teste houve um aumento de respostas corretas (89%); na 1.2., sobre funções da mitocôndria, 61% dos alunos responderam corretamente no pré-teste e no pós-teste 84%; na 1.3., no pré-teste 44% dos alunos consideraram que os sistemas endomembranares que contêm enzimas digestivas são os lisossomas e no pós-teste, 77% responderam corretamente; na questão 1.4., sobre todas as células vivas terem na sua constituição membrana celular, a porcentagem de respostas corretas foi de 70% no pré-teste e 86% no pós-teste; na 1.5., na qual, segundo Oparin, os agregados moleculares mais ou menos organizados que resultam da aglomeração espontânea de moléculas orgânicas são os coacervados, a porcentagem de respostas corretas subiu de 42% para 76%; na 1.6., onde foram

apresentados os modelos autogénico e endossimbiótico (novo conceito), a percentagem de respostas corretas subiu de 24% para 90%; na 1.7. sobre os componentes de um organismo (célula, tecido, órgão, sistema de órgãos, organismo), a percentagem de respostas corretas no pré-teste foi de 74% e 89% no pós-teste. Na 2., relativa à unicelularidade e multicelularidade, o número de respostas corretas evoluiu de 40% para 86%.

O aumento do número de respostas corretas no pós-teste deve-se, provavelmente, ao facto do professor estagiário ter articulado as estratégias de uma forma mais dinâmica.

Estes resultados poderão ser interpretados como consequência das atividades práticas implementadas que promoveram uma aprendizagem significativa. A diversidade de atividades práticas de papel e lápis terá contribuído para o interesse e motivação dos alunos. As atividades práticas não se devem limitar às atividades laboratoriais, mas a um conjunto de atividades interessantes e desafiadoras que permitam a construção do conhecimento (Ronqui *et al.*, 2011).

Por outro lado, verificou-se que alguns alunos responderam corretamente a algumas questões no pré-teste e incorretamente no pós-teste, provavelmente por terem respondido ao acaso.

4.1.2. Teste de avaliação sumativa

O teste de avaliação sumativa compreendeu questões concetuais e procedimentais, cujos resultados se encontram expressos nas figuras 16 e 17, respetivamente.

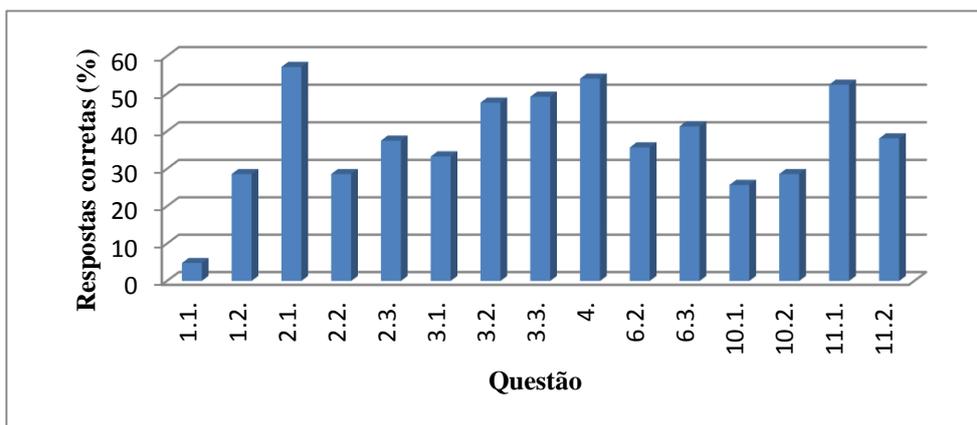


Figura 16. Percentagem respostas corretas nas questões conceituais do teste de avaliação sumativa de Biologia.

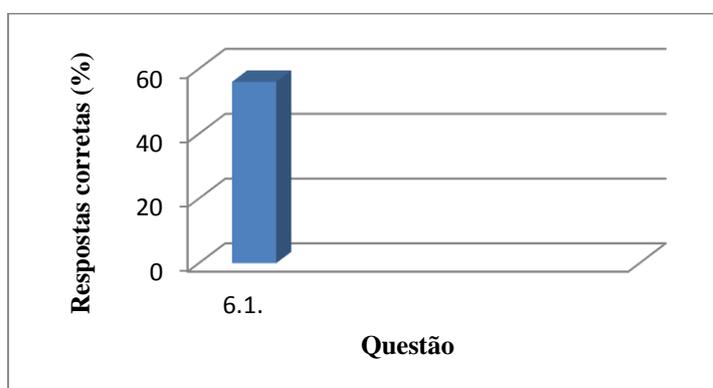


Figura 17. Percentagem respostas corretas nas questões procedimentais do teste de avaliação sumativa de Biologia.

Na questão 1.1., sobre a sequenciação do aparecimento dos grandes grupos de seres vivos no decorrer do tempo geológico, a evolução é um processo pelo qual populações de organismos se alteram ao longo do tempo, em resposta à alteração das condições ambientais, podendo contribuir para a formação de novas espécies. A vida surgiu na Terra numa forma muito simples, uma molécula orgânica, tendo evoluído até ao complexo ser que somos nós homens. Para explicar o primeiro passo evolutivo existem hipóteses explicativas. Nesta, cuja sequenciação é: Seres procariontes heterotróficos anaeróbios - Seres procariontes autotróficos - Seres procariontes heterotróficos aeróbios - Seres eucariontes unicelulares - Seres eucariontes coloniais - Seres eucariontes multicelulares, apenas um aluno respondeu corretamente (4,8%), o que revela a dificuldade que os alunos apresentam na ordenação dos conceitos relativamente a esta temática. Por outro lado, tal facto poderá relacionar-se com a dificuldade que os alunos apresentam em mobilizar e relacionar conceitos ou com a

falta de atenção na construção da sequência das letras. O vocabulário científico utilizado também pode ser considerado um obstáculo às aprendizagens dos alunos (Tidon & Lewontin, 2004).

Quanto à 1.2., acerca de um dos princípios da hipótese endossimbiótica, segundo a qual os cloroplastos e as mitocôndrias das células eucarióticas, no início, eram endossimbiontes procarióticos, a percentagem de respostas corretas foi de 28%. Isto mostra que este assunto tem de ser melhor esclarecido e que tem de se recorrer a outro tipo de estratégias aquando a lecionação destes conceitos.

Na 2.1., acerca da análise do excerto: "Vejo-me, contudo, após os estudos mais profundos e uma apreciação desapaixonada e imparcial, forçado a sustentar que a opinião defendida até há pouco pela maioria dos naturalistas, opinião que eu próprio partilhei, isto é, que cada espécie foi objeto de uma criação independente, é absolutamente errónea.". Os alunos deveriam referir qual a teoria sobre a origem das espécies defendida outrora "pela maioria dos naturalistas" e partilhada por Darwin, ou seja, o Criacionismo. A percentagem de respostas corretas foi de 57%.

Relativamente à 2.2., acerca do conceito de seleção artificial, proposto por Darwin, verificou-se uma percentagem respostas corretas de apenas 28%. É provável que neste caso se tenha devido à falta de atenção ou à confusão de conceitos por parte dos alunos, uma vez que o conceito estava explícito no excerto: "...pode dizer-se que o homem criou, para seu proveito, raças úteis."

Seguidamente, na 2.3., sobre um conceito expresso por Darwin: " Devido a esta luta, as variações, por mais fracas que sejam e seja qual for a causa de onde provenham, tendem a preservar os indivíduos de uma espécie e transmitem-se comumente à descendência logo que sejam úteis a esses indivíduos...", 37% dos alunos responderam que se tratava do conceito de seleção natural.

A questão 3. abordou a influência da teoria de Malthus sobre o crescimento das populações nas ideias de Darwin sobre a evolução. Na 3.1., era pedido que os alunos, analisando o gráfico da figura 1, identificassem que o crescimento potencial de uma população e dos seus recursos alimentares encontra-se representado no gráfico, respetivamente, pelas curvas A e C. A percentagem de respostas corretas foi de 33%. Estes dados indicam uma dificuldade na análise e interpretação de gráficos.

Na 3.2., acerca de qual das curvas representa, segundo Darwin, o crescimento real de uma população (B). Tal como na 3.1., os alunos, com base na percentagem de respostas corretas de 47%, revelam dificuldade na interpretação de gráficos.

Na 3.3., acerca da teoria evolucionista de Darwin, era pedido aos alunos que refletissem e criticassem a seguinte afirmação: “Nos trópicos, para o Homem poder suportar a intensa radiação solar, as células da sua pele adquiriram a capacidade de produzir grande quantidade de melanina, resultando daí o permanente tom escuro da sua pele.” Os alunos deveriam referir os seguintes tópicos:

- População humana com variabilidade intraespecífica;
- Como existe intensa radiação solar, os indivíduos mais aptos são aqueles cujas células da pele adquiriram a capacidade de produzir grande quantidade de melanina;
- A seleção natural seleciona os mais aptos e elimina os menos aptos;
- Através de reprodução diferencial, os mais aptos transmitem as suas características, ficando a população a ser maioritariamente constituída por estes indivíduos. A percentagem de respostas corretas foi de 49%, mostrando que estes têm dificuldade na interpretação de textos e na aplicação dos mecanismos de evolução propostos por Darwin a exemplos diferentes daqueles estudados nas aulas.

Relativamente à 4., acerca da grande diferença entre lamarckismo e darwinismo residir no processo que produz a alteração e não na aceitação da alteração como um facto, era pedido aos alunos que comentassem esta afirmação. Estes deveriam referir que: - Tanto Lamarck como Darwin consideravam o ambiente como um fator preponderante no processo evolutivo. Porém: - Lamarck considerava o ambiente responsável por criar necessidades que conduziam a determinados comportamentos, que, por sua vez, levavam a modificações nos indivíduos; - Darwin considerava que o ambiente era o motor da evolução por criar uma seleção natural dos mais aptos. A percentagem de respostas corretas foi de 54%.

Na 6., sobre os argumentos da paleontologia, o registo fóssil é a fonte de informação mais importante sobre a vida no passado e constitui um contributo para apoiar a evolução. Na figura estavam representados o cavalo atual e dois ancestrais da sua história evolutiva, referentes a épocas diferentes, assim como algumas características estruturais dos mesmos. Na 6.1., era pedido aos alunos que, considerando a alteração verificada, ao longo do tempo, no tamanho do corpo dos animais esquematizados na figura, indicassem, justificando, qual dos gráficos da figura corresponde ao modo como a seleção natural atuou. Os alunos, através da comparação da estatura das populações ancestrais com a estatura da população atual de cavalos, deviam verificar que, em IV, é maior a frequência de cavalos de maior porte. A percentagem de respostas corretas foi de 56%.

Na 6.2., acerca dos fósseis de forma intermédia ou sintética, os alunos deveriam explicar o porquê do fóssil *Ichtyostega* poder ser considerado um argumento a favor da evolução, apresentando os seguintes tópicos:- Fóssil de forma intermédia ou sintética; - Apresenta características que existem, na atualidade, em pelo menos dois grupos de seres vivos; - Este fóssil revela a existência de asas e penas, característica das aves, e, simultaneamente, dentes e uma longa cauda com vértebras, características dos répteis; - As formas sintéticas, em alguns casos também chamadas de transição porque algumas delas terão feito a transição de um grupo para outro grupo de organismos, são um importante argumento a favor do evolucionismo. A percentagem de respostas corretas foi de 35%.

Na 6.3., sobre a discrepância existente entre os fósseis de diferentes estratos e as espécies atuais devido à ocorrência de catástrofes geológicas (glaciações, dilúvios) que eliminaram os seres vivos e os substituíram por outros diferentes. A percentagem de respostas corretas foi de 41%.

Relativamente à 10, acerca dos argumentos da anatomia comparada, na figura estão representadas porções de duas plantas trepadoras que enrolam em suportes as respetivas gavinhas, na 10.1., com base na análise da figura, os alunos deveriam identificar as estruturas homólogas (1 e 3; 2 e 5). A percentagem de respostas corretas foi de 26%; quanto à 10.2., das estruturas representadas, deveriam indicar duas cuja origem pode ser explicada por evolução convergente. As estruturas análogas (1 e 2) encaixam-se nesse parâmetro. A percentagem de respostas corretas foi de 29%.

Por fim, na 11, acerca da comparação entre a estrutura da cadeia alfa da hemoglobina do sangue do homem e a cadeia correspondente de alguns animais, na 11.1., era pedido aos alunos que estabelecessem as relações de parentesco entre o homem e os outros animais mencionados e fundamentassem a sua resposta com base nos dados fornecidos:- O Homem tem uma relação de parentesco mais próxima com o chimpanzé, seguindo-se o gorila e, por fim, o macaco rhesus; - A cadeia alfa da hemoglobina é semelhante no Homem e no chimpanzé, mas apresenta um aminoácido (a.a.) diferente em relação ao gorila e três a.a. diferentes em relação ao macaco rhesus. A percentagem de respostas corretas foi de 52%.

Na 11.2., sobre o tipo de argumento que permitiu estabelecer as relações de filogenia propostas na questão anterior, os alunos deveriam referir que se tratava de um argumento bioquímico/argumento baseado em comparações moleculares. A percentagem de respostas corretas foi de 38%.

4.1.3. Atividade prática laboratorial: Conheces a *Drosophila melanogaster*?

A análise dos resultados da atividade laboratorial revelou que, para a maioria dos parâmetros considerados na grelha de observação da atividade, os alunos obtiveram boa classificação. Cerca de 88% dos alunos mostraram interesse na execução do trabalho laboratorial e motivação para realizar as tarefas propostas. Para este desempenho poderá ter contribuído a abordagem prévia dos objetivos e dos procedimentos do trabalho laboratorial que iria ser desenvolvido. Deste modo, foram-lhes fornecidas informações quanto ao papel que deveriam desempenhar. A realização de trabalhos laboratoriais em Ciências representa uma excelente estratégia para que o aluno estabeleça relação entre a teoria e a prática (Coelho da Silva, 2009).

Apesar de ter sido feita uma introdução, para contextualizar a atividade prática na definição da questão-problema e na discussão, os alunos manifestaram alguma apreensão inicial.

O trabalho laboratorial foi realizado em grupo e quase todos os elementos de cada grupo colaboraram nas tarefas distribuídas e manipularam corretamente os materiais, verificando-se uma autonomia e atitude crítica.

Fazendo uma análise da participação, interesse e empenho dos alunos nas diferentes atividades práticas propostas para a componente de Biologia, aquela que apresentou melhores resultados foi o trabalho laboratorial. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos realizados por Bevilacqua *et al.* (2007), nos quais a realização de trabalho laboratorial despertou curiosidade e interesse pelas aulas de ciências. Igualmente, como referem Gaspar e Monteiro (2005), a possibilidade de utilização e manipulação de materiais diferentes leva os alunos a adotarem o papel de investigadores.

Porém, devido a um erro da parte do professor estagiário, depois de concluído o trabalho laboratorial, os alunos não elaboraram um relatório em formato V de Gowin.

De um modo geral, os alunos revelaram-se interessados e recetivos à atividade. As estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas privilegiaram, nesta atividade, o trabalho cooperativo. No entanto, este tipo de trabalho originou, por vezes, momentos de distração, o que exigiu a intervenção do professor estagiário e do orientador cooperante para que os alunos se concentrassem na realização da atividade.

4.2. COMPONENTE DE GEOLOGIA

4.2.1. Teste de avaliação diagnóstica

Os resultados obtidos no pré-teste e pós-teste encontram-se na figura 44, que mostra a comparação da percentagem de acerto num e noutro teste.

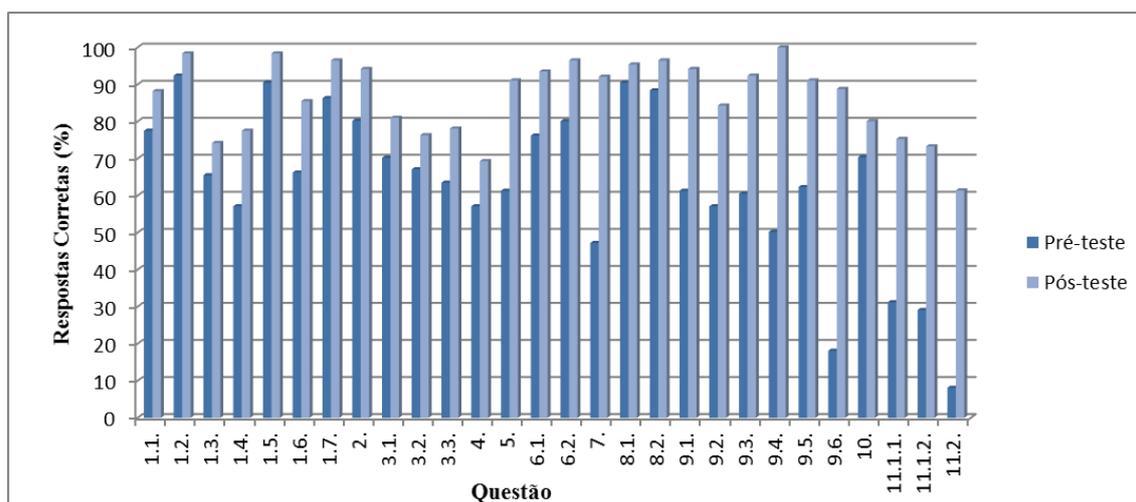


Figura 18. Comparação da percentagem de respostas corretas nos pré-teste e pós-teste para a componente de Geologia.

Em todas as questões verificou-se que, no pós-teste houve um aumento de respostas corretas, destacando-se a questão 9.6..

A questão 1., acerca do sistema Terra começa por um texto introdutório. A Terra, como qualquer porção de espaço constituída por várias partes organizadas (ou subsistemas), inter-relacionadas e interdependentes, formando um todo, pode ser considerada um sistema. Os sistemas podem ser classificados quanto à sua capacidade de trocarem matéria e energia com o meio envolvente (figura 1). No caso da Terra, o sistema é fechado, já que as trocas de matéria com o Universo são pouco significativas; já os seus quatro grandes subsistemas – geosfera, atmosfera, biosfera e hidrosfera – são sistemas abertos. Na natureza, só o Cosmos por inteiro pode ser considerado um sistema isolado. Na 1.1., acerca da definição de sistema, ou seja, um conjunto de componentes inter-relacionados e interdependentes, constituindo um todo, no pré-teste a percentagem de acerto foi de 77%, tendo aumentado para 88% no pós-teste.

Quanto à 1.2. era pedido aos alunos que identificassem os sistemas A, B e C como sistema isolado, sistema fechado e sistema aberto, respetivamente. A

percentagem de respostas corretas subiu de 92% para 98%, o que demonstra que a maioria dos alunos tem conhecimentos adequados quanto aos conceitos de sistemas.

Relativamente à 1.3., sobre qual dos três tipos de sistemas corresponde, globalmente, a Terra. Estes deveriam referir que se tratava do sistema representado na figura B, sendo um sistema fechado que troca unicamente energia com o meio envolvente, já que as trocas de matéria são tão insignificantes que são irrelevantes. A percentagem de respostas corretas subiu de 65% para 74%. Verificou-se que alguns alunos responderam corretamente a algumas questões no pré-teste e incorretamente no pós-teste, provavelmente por terem respondido ao acaso.

Na 1.4., os alunos deveriam referir as implicações do facto de os subsistemas terrestres serem abertos, quer para a dinâmica do seu funcionamento, quer para a dinâmica do Sistema Terra globalmente. Por serem abertos, os diferentes subsistemas da Terra interagem e influenciam-se entre si, principalmente por trocas de materiais e de energia. Deste modo, qualquer perturbação num dos subsistemas tem implicações nos restantes e, por consequência, no Sistema Terra. As percentagens respostas corretas subiu de 57% para 77%.

Em 1.5. verificou-se que a maioria dos alunos tem conhecimentos adequados quanto aos conceitos de sistema fechado, sistema isolado e sistema aberto, com base nas percentagens de respostas corretas de 90% no pré-teste e 98% no pós-teste.

Os resultados obtidos em 1.6., na qual deveriam apresentar duas razões para o Universo ser considerado um sistema isolado (O Cosmos globalmente pode ser considerado um sistema isolado, pois, por definição, não tem limite; assim, toda a matéria e energia estão no seu interior, não havendo trocas com o exterior), foram de 66% no pré-teste e 85% no pós-teste.

Na 1.7., acerca do subsistema Terra ser um sistema fechado, a percentagem de respostas corretas subiu de 86% para 96%.

Quanto à 2., acerca dos sistemas e subsistemas da Terra, a percentagem de acerto foi de 80% no pré-teste e 94% no pós-teste.

A 3. consistia em três imagens acerca de diferentes interações entre subsistemas terrestres. Para que não existissem dúvidas, o professor estagiário apresentou as imagens no quadro interativo. Na 3.1. era pedida a identificação dos subsistemas que se encontram em interação em A (biosfera, hidrosfera, geosfera e atmosfera), B (biosfera, geosfera e atmosfera) e C (biosfera, geosfera e atmosfera). A percentagem de respostas corretas foi de 72% no pré-teste e 81% no pós-teste.

Na 3.2., os alunos deveriam explicar em que consistem as interações representadas na figura B. Estes demonstraram alguma dificuldade em relacionar que o Homem, para as suas atividades, abate florestas, o que contribui para a redução da biodiversidade existente e para o empobrecimento dos solos. Por outro lado, provoca a acumulação de CO₂ na atmosfera, o que promove o aumento do efeito de estufa. Verificou-se uma ligeira melhoria no pós-teste.

Em 3.3., era pedido que estes referissem as consequências que poderão resultar para o sistema biosfera da sobre-exploração dos recursos geológicos evidenciada na figura C. A sobre-exploração dos recursos geológicos, com o seu empobrecimento ou mesmo esgotamento, terá efeitos negativos nas atividades humanas, já que todas elas dependem direta ou indiretamente dos recursos geológicos. A poluição resultante desta sobre-exploração terá um efeito negativo, pois reduzirá a biodiversidade. A percentagem de respostas corretas subiu de 63% para 78%.

A 4., acerca dos subsistemas da Terra que se encontram direta ou indiretamente relacionados com cada uma das afirmações, teve uma percentagem de respostas corretas reduzida, uma vez que os alunos demonstraram dificuldade em interrelacionar parte dos subsistemas.

Quanto à 5., onde era pedido que os alunos comentassem a afirmação, tendo em conta o tipo de recurso natural referido, no pré-teste os alunos demonstraram dificuldade em concluir que os minérios são recursos energéticos não-renováveis e a necessidade crescente destes recursos torna premente encontrar novas fontes para satisfazer tais necessidades. Porém, provavelmente devido às estratégias utilizadas nas aulas, no pós-teste, a maioria dos alunos respondeu corretamente.

Relativamente à 6.1., acerca da definição de recursos naturais (todas as matérias-primas que o Homem pode obter a partir de fontes existentes no meio), no pré-teste verificou-se que este conceito deveria ser lembrado, uma vez que alguns alunos não souberam responder. No pós-teste, a percentagem de respostas corretas foi de 93%. Na 6.2., acerca dos recursos naturais renováveis esgotarem-se caso não repostos em poucas gerações, à medida que vão sendo consumidos, no pré-teste, alguns dos alunos responderam erradamente, considerando que estes recursos eram inesgotáveis. Porém, as práticas letivas implementadas (interpretação de figuras e esquemas) provocaram a aprendizagem significativa deste conceito.

A questão 7., acerca do esgotamento das reservas conhecidas de petróleo e de gás natural era pedido aos alunos que apresentassem duas sugestões que, a nível

individual e coletivo, pudessem ser adotadas para minimizar este previsível acontecimento. A análise do pré-teste permitiu verificar que os alunos apresentavam dificuldades em responder a questões de resposta aberta, uma vez que dois alunos optaram por não responder, enquanto que outros cometeram incorreções. No pós-teste, a grande maioria dos alunos responderam corretamente, o que revela uma mudança de atitude face a este tipo de questões.

Quanto à 8., relativa ao ciclo litológico, nas alíneas 8.1. e 8.2., a maioria dos alunos demonstrou que tinha conhecimentos em relação a este conceito.

A 9. abordou o ciclo hidrogeológico. Na 9.1., os alunos deveriam identificar os processos representados na figura (1- Evaporação; 2- Precipitação; 3- Evapotranspiração; 4- Infiltração; 5- Escorrência subterrânea). Os resultados demonstram que, no pré-teste, alguns alunos demonstraram dificuldade na interpretação do esquema. Porém, no pós-teste, a maioria dos alunos respondeu corretamente, demonstrando uma mudança de atitude face à interpretação de esquemas.

Na 9.2. era pedido que os alunos ordenassem, por ordem crescente, relativamente à quantidade de água que cada um possui, os diferentes reservatórios que estão ilustrados na figura (biosfera, atmosfera, lagos e rios, reservatórios subterrâneos e oceanos). No pré-teste, os alunos demonstraram dificuldade na ordenação dos reservatórios apresentados na figura. Porém, verificou-se uma melhoria no pós-teste.

Relativamente à 9.3., acerca dos reservatórios mais suscetíveis à poluição, a percentagem de respostas corretas no pré-teste foi de 60% e no pós-teste 92%.

Na 9.4., sobre a hidrogeologia, o número de respostas corretas evoluiu de 50% para 100%.

Quanto à 9.5., referente à origem da poluição que mais afeta os reservatórios de água subterrânea (poluição de origem agrícola e industrial), a percentagem de respostas corretas evoluiu de 62% para 91%.

Na 9.6. foram apresentados os conceitos de porosidade e dimensão do reservatório, principais fatores de que depende a maior ou menor quantidade de água subterrânea armazenada. No pré-teste grande parte dos alunos ou não responderam ou responderam incorretamente. Porém, as práticas letivas implementadas (interpretação de figuras e esquemas) provocaram a aprendizagem significativa destes conceitos.

Relativamente à 10., acerca de fontes de energia renováveis e não renováveis, a percentagem de respostas corretas no pré-teste foi de 70% e no pós-teste de 80%.

Verificou-se que alguns alunos responderam corretamente a algumas questões no pré-teste e incorretamente no pós-teste, provavelmente por terem respondido ao acaso.

Na 11.1., era pedido aos alunos que preenchessem os espaços de modo a obter uma afirmação correta. Em 11.1.1, acerca dos depósitos minerais não-metálicos e dos minérios energéticos, a percentagem de respostas corretas foi de 31% no pré-teste e de 75% no pós-teste; na 11.1.2., relativa aos minérios não aproveitáveis corresponderem aos materiais que não são desejados e que se encontram misturados com o minério, sendo explorados simultaneamente, 29% dos alunos reponderam corretamente no pré-teste e no pós-teste 73%. Verificou-se mais uma vez que alguns alunos responderam corretamente a algumas questões no pré-teste e incorretamente no pós-teste.

Na 11.2. era pedido aos alunos que discutissem em que medida o tipo de depósitos explorados e o abandono das minas são responsáveis por parte dos impactes ambientais associados à atividade extrativa (depois de cessar a atividade extrativa, as escombreliras são deixadas ao abandono e ficam expostas à ação dos agentes erosivos em particular da água. Ocorre infiltração na escombrelira, as águas lixiviantes transportam consigo elementos químicos altamente nocivos que acabam por contaminar ecossistemas e, em particular, aquíferos. Este problema é particularmente grave quando se trata de explorações de minérios metálicos). No pré-teste a grande maioria dos alunos não respondeu ou responderam incorretamente. Isto dever-se-á, possivelmente, à enorme dificuldade dos alunos em responderem às questões em que lhes é pedido “justifique”, “comente”, “discuta” ou “relacione”. No pós-teste verificou-se uma aprendizagem significativa, no entanto as dificuldades e/ou resistência dos alunos em responderem a este tipo de questões surgiram novamente.

Em síntese, a aplicação do pré-teste aos alunos permitiu constatar que alguns alunos apresentavam conceções corretas relativamente aos recursos geológicos, mas que a maioria apresentava conceções inadequadas, sobretudo em termos de definição dos conceitos. A comparação do número de respostas corretas no pré-teste e no pós-teste mostra que houve uma melhoria da aprendizagem. Estes factos indicam que, na generalidade, as estratégias de ensino e aprendizagem implementadas e as atividades práticas utilizadas foram adequadas, contribuindo para desenvolvimento de competências concetuais, procedimentais e atitudinais referidas no programa da disciplina.

4.2.2. Teste de avaliação sumativa

O teste de avaliação sumativa compreendeu questões conceituais e procedimentais, cujos resultados se encontram expressos nas figuras 19 e 20, respetivamente.

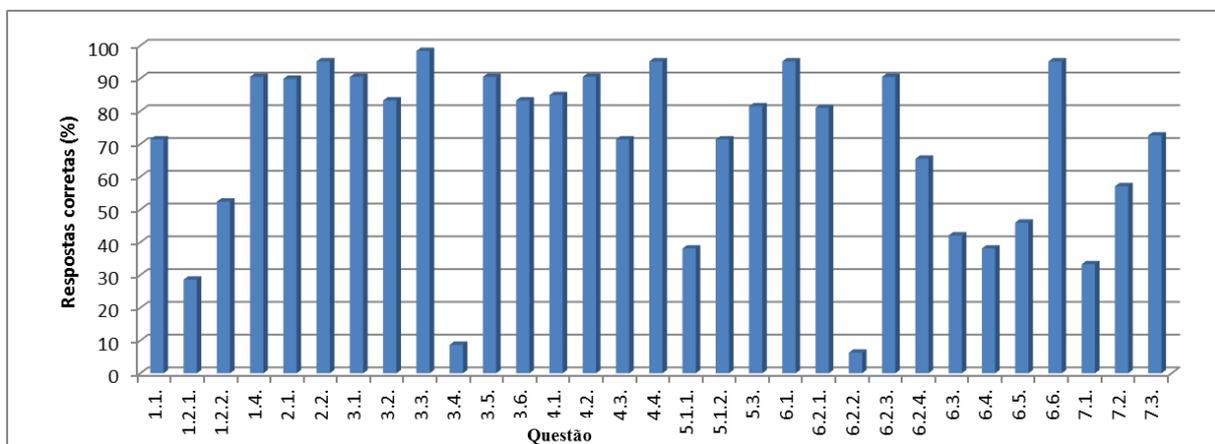


Figura 19. Percentagem respostas corretas nas questões conceituais do teste de avaliação sumativa de Geologia.

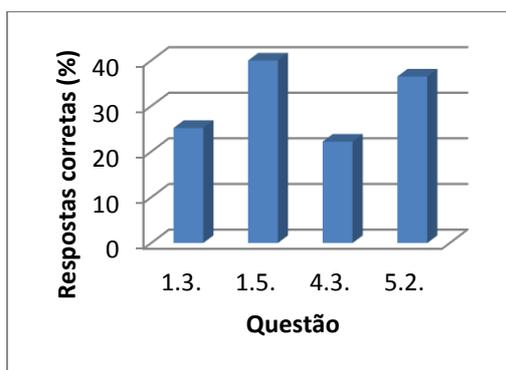


Figura 20. Percentagem respostas corretas nas questões procedimentais do teste de avaliação sumativa de Geologia.

Na 1.1., sobre reservas e recursos, era pedido aos alunos que selecionassem a alternativa que os avalia corretamente. Estes deveriam concluir que as afirmações 1 e 3 eram verdadeiras e a afirmação 2 era falsa. A percentagem de respostas corretas foi de 71%.

Na 1.2.1., segundo a qual parte dos depósitos minerais de metais portugueses que não têm sido aproveitados constituem atualmente recursos pois não podem ser economicamente explorados, a maioria dos alunos manifestou dificuldades relativamente ao conceito de recurso. Este resultado é surpreendente, uma vez que, após

a exploração de imagens e esquemas acerca de recursos, os alunos não manifestaram dúvidas na definição do conceito.

Em relação a 1.2.2., estes deveriam concluir que os recursos minerais referidos no texto são não renováveis, pois a sua taxa de reposição é muito inferior à taxa de formação dos depósitos. A percentagem de respostas corretas foi de 52%.

Na 1.3., era pedido que estes justificassem, por que motivo, algumas fontes de energia renováveis, como a hídrica, estão dependentes do ciclo hidrológico. Estes deveriam referir os seguintes pontos: a produção de energia hídrica está dependente do nível da água dos rios, que está diretamente relacionado com o ciclo hidrológico, ao nível da precipitação e evaporação. A percentagem de respostas corretas foi reduzida (25%), revelando a enorme dificuldade dos alunos em responderem às questões em que lhes é pedido “comente”, “discuta”, “justifique” ou “relacione”.

Na 1.4., os alunos deveriam obter uma afirmação correta. Neste caso, a maioria dos alunos (90%) mostrou conhecimentos corretos, referindo que, nas minas de zinco e chumbo, procede-se à extração de minérios, tendo em vista a produção de metais.

Relativamente à 1.5., era pedido aos alunos que relacionassem a exploração de fontes de energia renováveis com o aproveitamento dos recursos locais e a interdependência energética. Os critérios de correção incluíam: - com a contínua e crescente dependência de energia, resultante do aumento populacional, desenvolvimento tecnológico, industrial e dos transportes, é necessário explorar de forma mais eficiente os recursos energéticos, principalmente os locais; - estes recursos locais reduzem a dependência externa e funcionam como fontes de rendimento locais, contribuindo para o desenvolvimento económico mais equilibrado; - no entanto, também possuem impactos negativos, quando os recursos são explorados em excesso. Da análise dos resultados (percentagem de respostas corretas de 40%) pode-se inferir que os alunos revelaram dificuldades na interpretação da questão.

Na 2., e após a análise do texto e da figura 1 que representava esquematicamente a circulação do CO₂ entre diferentes sistemas, era pedido aos alunos, na alínea 2.1., que classificassem como verdadeira ou falsa cada uma das afirmações, relativas ao impacto ambiental do automóvel. A análise dos resultados (percentagem de respostas corretas de 90%) permitiu aferir que a maioria dos alunos demonstrou conhecimentos relativamente a esta temática.

Quanto à 2.2., os alunos deveriam obter uma afirmação correta: O CO₂ produzido pelos veículos motorizados é adicionado à atmosfera, onde se acumula,

porque a emissão de CO₂ para a atmosfera é superior à sua extração. A percentagem de respostas corretas foi de 95%.

Na 3., acerca da proporção entre os consumos de energia fóssil e não fóssil em determinados países, os alunos deveriam indicar, na 3.1., a letra que corresponde ao país em que se verifica um maior consumo de energia renovável (Z) e justificar a escolha feita na 3.2. A percentagem de respostas corretas foi de 83%.

Na 3.3., era pedido aos alunos que mencionassem as três fontes de energia fóssil (carvão, petróleo e gás natural). A percentagem de respostas corretas foi de 98%.

Quanto à 3.4., estes deveriam justificar o facto de a energia nuclear não ser considerada energia fóssil (não resulta de matéria orgânica que foi fossilizada). A maioria dos alunos respondeu incorretamente, verificando-se uma percentagem de respostas corretas de 8%. Este resultado é surpreendente, uma vez que, após a exploração de imagens e esquemas acerca deste conceito, os alunos não manifestaram dúvidas. Isto mostra que este assunto tem de ser melhor esclarecido e que tem de se recorrer a outro tipo de estratégias aquando a lecionação destes conceitos.

Na 3.5., era pedido aos alunos que indicassem o país que mais contribui para o efeito de estufa (Y) e que justificassem a escolha feita na 3.6. (onde se verifica maior consumo de energia fóssil e conseqüentemente libertação de gases que contribuem para o efeito de estufa). A maioria dos alunos indicou corretamente o país (90%) porém, aquando da justificação, a percentagem diminuiu para 83%.

Na 4., a figura representava uma das formas de aproveitamento do calor interno da Terra para produzir energia elétrica. Em 4.1., os alunos deveriam classificar como verdadeira ou falsa as afirmações respeitantes ao aproveitamento da geotermia. A percentagem de respostas corretas foi de 85%.

Na 4.2., era pedido aos alunos que seleccionassem a afirmação correta: O aproveitamento energético representado é de alta entalpia, pois os fluidos circulantes são aquecidos a temperaturas superiores a 150 °C. A percentagem de respostas corretas foi de 90%.

Na 4.3., acerca do motivo de se verificarem regularmente as propriedades físico-químicas da água que é libertada como subproduto do processo de aproveitamento do calor interno da Terra para produzirem energia elétrica (A água ao circular em profundidade fica enriquecida com elementos químicos que, ao atingirem a superfície podem contribuir para a degradação do ambiente, sendo por isso fundamental a sua

monitorização para minimizar esses impactos negativos), a percentagem de respostas corretas foi de 71%.

Na 4.4., sobre os empreendimentos geotérmicos de baixa entalpia em Portugal Continental, a percentagem de respostas corretas foi de 95%. Os resultados obtidos permitiram concluir que a maioria dos alunos compreenderam a temática da geotermia, graças à atividade prática realizada acerca do campo geotérmico em S. Pedro do Sul e à exploração de imagens e esquemas sobre a geotermia.

Na 5.1.1., os alunos deveriam concluir que a maior taxa de infiltração ocorrerá na coluna B. A percentagem de respostas corretas foi de 38%.

Na 5.1.2., estes deveriam compreender que a porosidade é superior na coluna B, pois quanto maiores e melhor calibrados forem os grãos mais afastados se encontram. A percentagem de respostas corretas foi de 71%.

Quanto à 5.2., os alunos deveriam explicar em que medida a porosidade e a permeabilidade são importantes na pesquisa e captação de água subterrânea, referindo os seguintes tópicos: - um aquífero é uma formação geológica que permite a acumulação e circulação de água de tal forma que possa ser explorada de uma forma rentável; - para que estas características se verifiquem, essa formação geológica tem que ser porosa para facilitar a acumulação da água e permeável para permitir a sua circulação; - as argilas não formam bons aquíferos uma vez que apesar de muito porosas são pouco permeáveis o que dificulta a extração da água. A percentagem de respostas corretas de 36%.

Relativamente à 5.3., a percentagem de respostas corretas foi de 81%.

Os resultados obtidos na questão 5, principalmente nas alíneas 5.1.1. e 5.2 mostraram as dificuldades que os alunos apresentam na interpretação de imagens e esquemas, bem como em responder a questões de resposta aberta.

Na 6.1. a maioria dos alunos (95%) apresentava conceções corretas relativamente aos aquíferos, tendo indicado que um aquífero corresponde a uma formação rochosa que possui água, em poros e fissuras e que pode ser usada para exploração ou captação.

Na 6.2.1., os alunos deveriam indicar a letra correspondente à captação em que a água pode sair livremente à superfície (R), fundamentando a sua resposta na alínea 6.2.2. (o nível freático, hidrostático ou piezométrico, do aquífero cativo está acima da abertura da captação). Apesar de grande parte dos alunos ter identificado corretamente o tipo de captação, apenas um aluno respondeu corretamente à alínea 6.2.2., o que

demonstra que a maioria dos alunos continua a manifestar dificuldades na expressão escrita, na mobilização de conceitos e em questões, como foi referido anteriormente.

Na 6.2.3., a maioria dos alunos demonstrou conhecer os conceitos de aquíferos livres e cativos (90%).

Na 6.2.4., sobre a zona de recarga do aquífero cativo (m) e a zona saturada ou zona de saturação (n), a percentagem de respostas corretas foi de 65%.

Quanto à 6.3., sobre a “zona de saturação” (zona de um aquífero onde os poros se encontram completamente preenchidos por água), a percentagem de respostas corretas foi de 42%.

Na 6.4., os alunos deveriam obter uma afirmação correta: um aquífero cativo é uma formação geológica, limitada por camadas impermeáveis que armazena e permite a circulação de água. A percentagem de respostas corretas foi de 38%.

Na 6.5., os alunos deveriam mencionar três fatores que condicionam o esgotamento de um aquífero (sobre-exploração/precipitação nula ou reduzida; impermeabilização das zonas de recarga; alteração da topografia). A percentagem de respostas corretas foi de 46%.

Na 6.6., os alunos deveriam obter uma afirmação correta: na exploração sustentada de um aquífero costeiro, a velocidade de extração de água tem que ser inferior à velocidade de recarga, de forma a permitir o seu reequilíbrio por entrada de água doce. Verificou-se que a maioria dos alunos respondeu corretamente (95%).

Na 7.1., acerca de dois indicadores da poluição física das águas subterrâneas (tais como aumento da radioatividade e aumento da temperatura), a percentagem de respostas corretas foi de 33%.

Na 7.2., sobre três causas que podem provocar a poluição química dos aquíferos, como a infiltração de produtos químicos de origem industrial, domésticas, agrícola, de águas residuais, de água salgada, escombros de minas e aterros sanitários, a percentagem de respostas corretas foi de 57%.

Quanto à 7.3., era pedido aos alunos que fizessem corresponder a cada uma das afirmações o respetivo conceito relacionado com reservas subterrâneas de água, indicado na chave (A-VIII; B-VI; C-IV; D-VII). A percentagem de respostas corretas foi de 73%, demonstrando que alguns alunos se precipitaram na resposta uma vez que, após a exploração de imagens e esquemas acerca destes conceitos, os alunos não manifestaram dúvidas na sua definição.

A análise global do teste sumativo revelou que, no que se refere às questões do tipo procedimental, os alunos apresentam, no geral, dificuldades em responder a questões deste tipo.

Em síntese, a aplicação do teste sumativo permitiu constatar que alguns alunos apresentavam concepções corretas relativamente aos recursos geológicos, mas que a maioria apresentava concepções inadequadas, sobretudo em termos de definição dos conceitos. Estes factos indicam que, apesar das estratégias de ensino e aprendizagem implementadas e as atividades práticas utilizadas terem sido adequadas na generalidade, contribuindo para desenvolvimento de competências concetuais, procedimentais e atitudinais referidas no programa da disciplina, alguns assuntos têm de ser melhor esclarecidos e que tem de se recorrer a outro tipo de estratégias aquando da sua lecionação.

4.2.3. Atividade prática laboratorial: Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais

A análise dos resultados da atividade laboratorial revelou que, para a maioria dos parâmetros considerados na grelha de observação da atividade, os alunos obtiveram boa classificação. Cerca de 85% dos alunos mostraram interesse na execução do trabalho laboratorial e motivação para realizar as tarefas propostas. Para este desempenho poderá ter contribuído a abordagem prévia dos objetivos e dos procedimentos do trabalho laboratorial que iria ser desenvolvido. Deste modo, foram-lhes fornecidas informações quanto ao papel que deveriam desempenhar. A realização de trabalhos laboratoriais em Ciências representa uma excelente estratégia para que o aluno estabeleça relação entre a teoria e a prática (Coelho da Silva, 2009).

O trabalho laboratorial foi realizado em grupo e quase todos os elementos de cada grupo colaboraram nas tarefas distribuídas e manipularam corretamente os materiais, verificando-se uma autonomia e atitude crítica.

Fazendo uma análise da participação, interesse e empenho dos alunos nas diferentes atividades práticas propostas para a componente de Geologia verificou-se que, tal como na componente de Biologia, aquela que apresentou melhores resultados foi o trabalho laboratorial.

Antes da realização da atividade foi feita uma introdução, através da revisão dos conceitos lecionados na aula anterior, para contextualizar a atividade prática na definição da questão-problema e na discussão.

O protocolo foi composto por materiais, procedimento e um conjunto de questões para discussão dos resultados.

Depois de concluído o trabalho laboratorial, cada aluno elaborou um relatório em formato V de Gowin (Anexos – Figura 29). Os resultados da avaliação dos relatórios estão expressos na figura 21 (Anexos – Tabela IV).

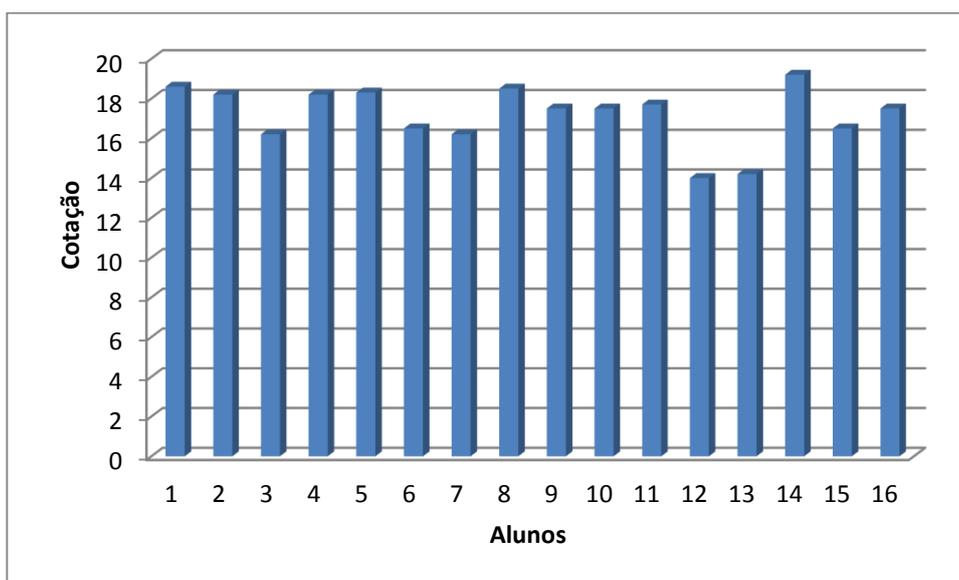


Figura 21. Resultados do V de Gowin da atividade prática laboratorial da componente de Geologia.

Na maioria dos parâmetros, os grupos obtiveram boa classificação. Todos formularam bem a questão-problema. Apesar da explicação prévia da construção deste tipo de relatório, os alunos manifestaram alguma apreensão inicial a qual se dissipou posteriormente.

No global, os resultados obtidos para o relatório em V de Gowin vão de encontro aos referidos por outros autores (e.g. Pedrosa, 2001; Ferracioli *et al.*, 2009) acerca da importância do V de Gowin na construção do conhecimento através do método científico.

De um modo geral, os alunos revelaram-se interessados e recetivos à atividade. As estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas privilegiaram, nesta atividade, o trabalho cooperativo. No entanto, este tipo de trabalho originou, por vezes, momentos

de distração, o que exigiu a intervenção do professor estagiário e do professor cooperante para que os alunos se centrassem na realização da atividade proposta.

De acordo com Hodson (1994), as atividades do tipo laboratorial têm a potencialidade de, motivar os alunos, promover o desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais e atitudinais e a aprendizagem de metodologia científica, principalmente no que se refere à aprendizagem dos processos de resolução de problemas.

Com a realização desta atividade prática, pretendeu-se que os alunos observassem exemplos da porosidade e permeabilidade de diferentes materiais geológicos, utilizando-se areão, areia fina, areia grosseira, argila e cascalho como exemplos. No geral os alunos conseguiram relacionar os conceitos estudados com os resultados obtidos, tirando as devidas conclusões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório constitui um estudo de avaliação das práticas letivas implementadas no ensino de duas unidades didáticas de Biologia e Geologia, Evolução Biológica e Exploração sustentada de recursos geológicos. Apesar do número reduzido de participantes e o tipo de estudo, em particular, não permitir conduzir a generalizações, as conclusões não deixam de ser importantes.

No geral, os resultados obtidos demonstraram que as estratégias e os materiais didáticos assim como as atividades práticas contribuíram para uma aprendizagem significativa dos conceitos de Biologia e Geologia avaliados e para o desenvolvimento de competências concetuais, procedimentais e atitudinais.

De uma forma geral, os alunos do 11º ano, presumivelmente terão desenvolvido um conjunto de competências importantes para uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas assim como diversas capacidades, das quais se destacam a capacidade de abstração, argumentação e mobilização de conceitos (Mendes *et al.*, 2005). No entanto, foram evidentes dificuldades durante as aulas e nos testes de avaliação sumativa, nomeadamente na mobilização de conceitos e sua aplicação, na compreensão e interpretação de textos e figuras e também na expressão escrita, optando algumas vezes por não responder a questões de construção.

Um dos fatores que condicionou o aproveitamento dos alunos e teve implicações diretas nos processos de ensino e aprendizagem foi a falta de motivação.

Quando um aluno se encontra motivado procura novos conhecimentos e oportunidades, evidenciando envolvimento no processo de aprendizagem, participando nas tarefas com entusiasmo e revelando disposição para novos desafios (Lourenço & Paiva, 2010). Neste sentido, e de acordo com Martins *et al.* (2002), é necessário que o professor use estratégias de ensino diversificadas para motivar os alunos de modo a que estes tenham uma maior participação na construção e avaliação dos conhecimentos permitindo o incentivo da sua autonomia. As próprias Orientações Curriculares referem o que os alunos deverão aprender e as atividades a implementar nas aulas de Biologia e Geologia.

Porém, e principalmente na fase inicial, o professor estagiário não usou estratégias suficientemente diversificadas, o que originou uma menor participação e motivação por parte dos alunos.

A revisão curricular de 2003 dá relevância às atividades práticas no ensino secundário, destacando-se a interação entre as aprendizagens teórico-práticas e experimentais com a expositiva (DES-ME, 2003). De modo a promover as aprendizagens e a motivar os alunos, foram utilizadas diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, dando especial importância às atividades práticas. As atividades práticas desenvolvidas na Biologia e Geologia devem ser consideradas alicerces relevantes na Educação para a Cidadania, contribuindo para a formação de indivíduos com uma capacidade acrescida de raciocínio lógico e crítico, capazes de estabelecer relações causa-efeito, explorar diferentes interpretações, com capacidade de trabalhar em equipa e com sentido de responsabilidade (Ribeiro & Veríssimo, 2000).

As atividades práticas de papel e lápis, resolução de problemas e exercícios revelaram-se muito importantes no ensino e aprendizagem das unidades didáticas de Biologia e Geologia, como material didático e de estudo.

Segundo Rosário (2002), as apresentações em PowerPoint, através da exploração de textos e imagens, possibilitam a integração de novos conhecimentos através da formulação de problemas. Neste tipo de estratégia, o professor desempenha um papel de facilitador da aprendizagem que passa por demonstrar ao aluno que o desafio proposto é suscetível de ser resolvido mas que, para isso, é necessário empenho e esforço. As técnicas de incentivo que procuram as causas para o aluno se tornar motivado garantem uma aula mais produtiva (Lourenço, 2010).

O professor estagiário deveria ter incluído nas apresentações em PowerPoint uma maior quantidade de esquemas e imagens, com vista a uma maior participação dos alunos e ao desenvolvimento das suas capacidades argumentativas. O quadro interativo mostrou-se um recurso importante na construção de esquemas, revelando-se para os alunos mais motivador e interessante.

Uma vez que os alunos recorreram, frequentemente, à memorização dos conceitos sem os tentar perceber, a utilização de mapas de conceitos foi fundamental para a aprendizagem, tendo-se revelado um bom recurso educativo.

As atividades práticas laboratoriais propostas Conheces a *Drosophila melanogaster*? e Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais constituíram, na generalidade, um bom recurso didático, promovendo o desenvolvimento de competências que vão de encontro às propostas do programa de Biologia e Geologia. Os alunos perante atividades práticas demonstraram mais interesse e motivação pelas aulas, o que se traduz numa maior compreensão dos conteúdos

científicos. O trabalho laboratorial é fundamental na medida em que permite criar, observar, experimentar, manipular selecionar e organizar dados, concluir e avaliar, proporcionando ao aluno um maior desenvolvimento ativo, sobretudo cognitivo (Leite, 2001).

O recurso ao trabalho cooperativo para a realização do trabalho laboratorial e da construção do relatório V de Gowin mostrou-se uma boa estratégia, tornando os alunos mais autónomos e críticos.

Os resultados deste estudo permitiram concluir que as atividades práticas implementadas reforçaram o raciocínio e desenvolveram atitudes e valores relativos ao trabalho científico. O envolvimento dos alunos, quer a nível cognitivo e procedimental, quer a nível das relações pessoais, indicou que foram desenvolvidas as competências referidas no currículo da disciplina de Biologia e Geologia, para os temas lecionados, a nível dos domínios concetual, procedimental e atitudinal. As estratégias de ensino e aprendizagem e os materiais didáticos utilizados foram, na sua generalidade, facilitadores de aprendizagens significativas e conduziram a que os alunos se tomassem mais autónomos e participativos.

Para além das práticas de ensino supervisionadas, foram realizadas diversas atividades, destacando-se a participação na feira dos minerais e as visitas ao Jardim Botânico e à Serra da Estrela, as quais se revelaram extremamente importantes.

Relativamente à direção de turma, a participação em reuniões foi essencial para contactar com algumas questões burocráticas e pedagógicas próprias deste cargo.

Para finalizar, importa salientar que o estágio foi uma experiência que, apesar de difícil, revelou-se muito enriquecedora, permitindo não só desenvolver novas competências, como também melhorar aptidões essenciais para exercer a profissão de Professor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, P. (2002). Introdução. Finalidades e natureza das novas áreas curriculares. In *Novas Áreas Curriculares - Reorganização Curricular*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.

Almeida, A & Falcão, J. (2005). A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. In *Ciências & Cognição*, 11 (1), 18-32.

Almeida, L. S. (1996). Cognição e aprendizagem: como a sua aproximação concetual pode favorecer o desempenho cognitivo e a realização escolar. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, 1 (1), 16-32.

Bell, B, & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85, 536-553.

Bergstrom, CT & Dugatkin, LA (2012). *Evolution*. USA: W. W. Norton & Company.

Bonito, J. (1996). Na procura da definição do conceito de “atividades práticas”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Extra, 8-12.

Bonito, J. (2001). *As Atividades Práticas no Ensino das Geociências. Um Estudo que Procura a Concetualização*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Cachapuz, A; Praia, J.; Jorge, M. (2000a). Reflexão em torno de perspetivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação escolar - ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 11 (1), 69-79.

Cachapuz, A; Praia, J. & Jorge, M. (2000b). Perspetivas de ensino. In *Formação de Professores/Ciências*. Porto: Centro de Estudos em Educação em Ciência.

Cachapuz, A.; Sá-Chaves, I. & Paixão, F. (2002). *Saberes Básicos de todos os Cidadãos no Séc. XXI*. Relatório apresentado ao Conselho Nacional de Educação.

Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

Carretero, M. (1997) *Construir e Ensinar as Ciências Sociais e a História*. Porto Alegre: Artmed.

Carvalho, G. (2009). Literacia científica: Conceitos e dimensões. In F. Azevedo, & M.G. Sardinha (Coords.). *Modelos e Práticas em Literacia*. Lisboa: Lidel.

Coelho da Silva, JL (2009). Atividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das ciências. In F. Vieira, MA Moreira, JL Coelho da Silva & MC Melo (Eds) *Pedagogia para a Autonomia - Reconstruir a esperança na educação*. Actas do 4º Encontro do GT-PA (Grupo de Trabalho - Pedagogia para a Autonomia). Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho.

Cortesão, L. (2002). Formas de ensinar, formas de avaliar, breve análise de práticas correntes de avaliação. In Abrantes & Araújo (Coords.), *Avaliação das Aprendizagens, Das Concepções às Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.

Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.

Decreto-Lei n.º 50/2011. (2011). Diário da República, 1.ª série, n.º 70, 8 de Abril de 2011.

Decreto-Lei nº 139/2012. (2012). Diário da República, 1.ª série, n.º129, 5 de Julho de 2012.

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, 10º ou 11º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.

DES-ME (2005). Departamento do Ensino Secundário-Ministério da Educação. *Lei de Bases do Sistema Educativo*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.

DGE - Direção-Geral da Educação. (2012). *Avaliação Interna*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.

DGIDC- Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. (2003). *Reforma do Ensino Secundário- Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Lisboa: Ministério da Educação.

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. (Eds), *(Re)Pensar o Ensino das Ciências. Ministério da Educação*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Dourado, L. (2006). Conceções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 192-212.

Dourado, L. & Leite, L. (2008). Atividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. In Atas do XXI Congresso de ENCIGA. Carballifó: IES Manuel Chamoso Lamas.

Duarte, MC, (1999). Investigação em ensino das Ciências: influências ao nível dos manuais escolares. *Revista Portuguesa de Educação*, 12 (2), 227-248.

Fernandes, P. (2008). Perspetivas curriculares de suporte ao ensino básico no sistema educativo português (1989-2005). In Alice Casimiro Lopes & Carlinda Leite (Coords.), Políticas educativas e dinâmicas curriculares em Portugal e no Brasil. CIEE/Livpsic.

Fernandes, MM; Silva, MHS (2004). O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades do desenvolvimento de competências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, IV (1), 45-58.

Fonseca; J. (2002). A Natureza de uma disciplina de didática: O caso específico da Didática das Ciências. *Revista de Educação*, XI (1), 61-77.

Fonseca, V. (2005). *Dificuldades de Aprendizagem - Abordagem Neuropsicológica e Psicopedagógica ao Insucesso Escolar*. Lisboa: Âncora Editora.

Gaspar, A.; Monteiro, C. (2005). Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em ensino m ciências*, 10 (2).

Gabriel *et al.*, (2008). Against the tyranny of PowerPoint - Technology-in-use and technology abuse. *Organization Studies*, 29 (2), 255-276.

GAVE- Gabinete de Avaliação Educacional (2006). *Competências Científicas dos Alunos Portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação.

GAVE- Gabinete de Avaliação Educacional (2012). *Tipologia dos Itens*. Lisboa: Ministério da educação.

Grotzinger, J. & Jordan, T. (2010). *Understanding Earth*, Sixth Edition. California, USA: W.H. Freeman.

Guerner Dias, A.; Guimarães, P.; Rocha, P. (2008). *Geologia 11. Biologia e Geologia, 11º ano, Ensino Secundário*. Lisboa: Areal Editores.

Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational philosophy and theory*, 20 (2), 53-66.

Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways. Towards a more critical approach to practical work in School Science School. *Science Review*, 22, 85-142.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. In M. Sequeira, L. Dourado, MT Vilaça, JL Silva, AS Afonso & JM Baptista (Orgs.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, L. Dourado, MT Vilaça, JL Silva, AS Afonso & JM Baptista. (Orgs). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 91-108.

Leite, L (1999). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: DES-ME.

Leite, L. (2001a). Contributos para a utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, HV & Santos, MG (Orgs). *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação, 1, 77-96.

Leite, C. (2001). *Projetos curriculares de Escola e de Turma. Conceber, Gerir, Avaliar*. Coleção Guias Práticos. Lisboa: ASA Editores,.

Leite, L. (2002). As atividades laboratoriais e o desenvolvimento concetual e metodológico dos alunos. *Boletín das Ciencias*, 51, 83-98.

Leite, C., & Fernandes, P. (2003). A avaliação e as suas práticas nas novas conceções curriculares. *Correio da Educação*, 38, 1-4.

Leite, L. & Figueiroa, A. (2004). As atividades laboratoriais e a explicação científica em manuais escolares de ciências. *Alambique*, 39, 20-30.

Lourenço, A.; Paiva, A. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 15 (2), 132-141.

Lutgens, F. K.; Tarbuck, E. J. (2012). *Essentials of Geology*, Eleventh Edition. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

Martins, P.; Matias, O. (2008). *Biologia 11. Biologia e Geologia, 11º ano, Ensino Secundário*. Lisboa: Areal Editores.

Mendes, (2005). In A. Rebelo, D. Pinheiro E. Silva, CP Amador, F. Baptista, JF Valente, RA (Coords). *Programa de Biologia e Geologia. 11º ano*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.

Midões & Fernandes (2001). *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. Instituto Geológico e Mineiro.

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

Novak, J. & Gowin, B. (1996). *Aprender a Aprender*. Coleção Plátano Universitária, Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

Pedrosa, M.A. (2001). Planificação de Atividades Práticas de Ciências e Estruturação Concetual. In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Portugal, 3, 31-42.

Reece, J.; Campbell, N.; Urry, L., Cain, M.; Wasserman, S.; Minorsky, P. & Jackson, R. (2013). *Biology*. San Francisco, USA: Pearson International Edition.

Ronqui, L.; Souza, M.R.; Correia de Freitas, F.J. (2011). As atividades práticas na área da Biologia. *Revista Científica FACIMED*.

Sadava, D., Heller, C., Berenbaum, M. & Hillis, D. (2012). *Life- The Science of Biology*. Gordonsville: W.H. Freeman and Company.

Sansão, M. O., Castro, M. L., Pereira, M. P. (2002). Mapa de Conceitos e Aprendizagem dos Alunos. *Instituto de Inovação Educacional*, 15 (123).

Starr, C., Taggart, R. & Evers, C. (2009). *Biology: The Unity and Diversity of Life*. USA: Belmont.

Valadares, J, & Graça, M. (1998). *Avaliando para Melhorar a Aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Plátano Universitária.

Valadares, J. (2001) Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências. Conferência O ensino das Ciências no âmbito dos novos programas, Universidade do Porto.

Wellington, J.J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science*, London: Routledge, 276.

Whitfield, P. (1993). *The Natural History of Evolution*. London: Doubleday.

Woolnough, B. (1991). Practical science as a holistic activity. In Woolnough, B. (ed.). Practical science. *The role and reality of practical work in school science*. Open University Press, 181-188.

ANEXOS

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS
COIMBRA OESTE

ES D. Duarte

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ficha de trabalho de Biologia e Geologia

11º Ano
Turma A

1. COMO E QUANDO COMEÇOU A VIDA?
É possível que a origem dos seres vivos na Terra tenha incluído os passos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 representados no diagrama que se segue.
Procure interpretar este diagrama, respondendo às questões que lhe são colocadas.

1.1. Identifique as substâncias que se admite terem estado na origem das primeiras moléculas orgânicas na Terra.

1.2. Faça a distinção entre monómeros e polímeros. Exemplifique e diga por que razão se admite terem sido os monómeros que apareceram em primeiro lugar.

1.3. Identifique as estruturas que se admite terem terminado a evolução química e iniciado a evolução biológica.

1.4. Faça a distinção entre células procarióticas e células eucarióticas.

1.5. Diga em que se baseia a hipótese de terem sido os seres procariontes a aparecerem em primeiro lugar.

1.6. Indique as características dos primeiros seres vivos a povoar a Terra. Justifique a sua resposta.

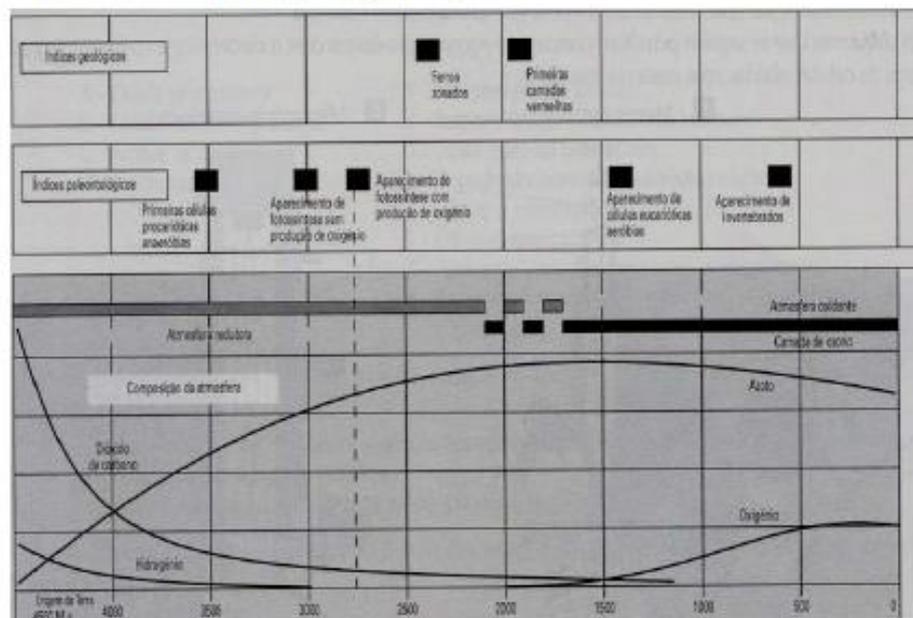
1.7. Refira o acontecimento que teria condicionado o aparecimento de seres aeróbios.

1.8. Identifique os documentos que permitem aos geólogos datar os momentos de aparecimento das diferentes espécies, na Terra.

Figura 22. Ficha de trabalho de Biologia: Como e quando surgiu a vida?

2. A INTERACÇÃO ENTRE A EVOLUÇÃO DA VIDA E A EVOLUÇÃO DA ATMOSFERA

Analise com atenção o diagrama que se segue.



- 2.1. Com base em dados registados neste diagrama, indique, em milhões de anos, o período de tempo que nos separa dos seguintes acontecimentos:
 - 2.1.1. origem da Terra;
 - 2.1.2. aparecimento dos primeiros seres fotossintéticos;
 - 2.1.3. libertação das primeiras moléculas de oxigénio para o ambiente;
 - 2.1.4. início de formação da camada de ozono.

2.2. Justifique o facto de a data da produção de oxigénio pelos primeiros seres procariontes não coincidir com a data do aparecimento da fotossíntese.

2.3. Certas substâncias componentes da crosta terrestre são altamente oxidáveis. Exemplo: ferro. A sua presença em depósitos sedimentares pode ser utilizada para concluir sobre o teor de oxigénio no ambiente, no momento da formação do depósito.

Verifica-se que os depósitos com ferro de idades:

- superiores a 2300 M.a. apresentam-se muito pouco oxidados;
- compreendidas entre 2300 M.a. e 2000 M.a. apresentam camadas oxidadas alternando com camadas não oxidadas – ferros zonados.;
- inferiores a 2000 M.a. apresentam-se totalmente oxidados – Primeiras camadas vermelhas.

Com base nestes dados geológicos, que pode concluir sobre o teor de oxigénio no ambiente:

- 2.3.1. entre as idades 2500 e 2000 M.a.
- 2.3.2. entre as datas 2300 e 2000 M.a.
- 2.3.3. após a data 2000 M.a.

2.4. A partir do momento em que deixou de ser utilizado nas reacções químicas de oxidação das substâncias do solo, o oxigénio teria invadido a atmosfera tornando possível o aparecimento de seres aeróbios e uma evolução celular mais rápida.

2.4.1. Indique a data do aparecimento na Terra dos primeiros seres aeróbios.

2.4.2. Explique por que razão os seres aeróbios puderam evoluir mais rapidamente do que os anaeróbios.

Figura 23. Ficha de trabalho de Biologia: A interação entre a evolução da vida e a evolução da atmosfera.

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ficha de trabalho de Biologia e Geologia

11º Ano

Turma A

1. Selecciona a letra da opção que melhor traduz a sequência do aparecimento dos vários tipos de células/organismos no planeta Terra, de acordo com os conhecimentos atuais.

- (A) Seres unicelulares e procariontes; seres multicelulares e eucariontes; seres unicelulares e eucariontes; seres coloniais.
- (B) Seres unicelulares e procariontes; seres unicelulares e eucariontes; seres multicelulares e eucariontes; seres coloniais.
- (C) Seres unicelulares e procariontes; seres unicelulares e eucariontes; seres coloniais; seres multicelulares e eucariontes.
- (D) Seres unicelulares e procariontes; seres coloniais; seres unicelulares e eucariontes; seres multicelulares e eucariontes.

2. Selecciona a letra da opção mais correta para completar a afirmação que se segue.

O Modelo Endossimbiótico apresenta uma explicação para...

- (A) o aparecimento de seres multicelulares a partir de seres unicelulares.
- (B) o aparecimento de seres multicelulares a partir de eucariontes.
- (C) o aparecimento de seres multicelulares a partir de procariontes.
- (D) o aparecimento de seres eucariontes a partir de procariontes.

3. Tendo em consideração os modelos autogénico e endossimbiótico, faz corresponder a cada letra da coluna A um número da coluna B.

Coluna A	Coluna B
<p>A. Invaginação da membrana plasmática.</p> <p>B. Alguns fragmentos de DNA abandonaram o núcleo e originaram as mitocôndrias e os cloroplastos.</p> <p>C. O DNA mitocondrial é diferente do DNA nuclear</p> <p>D. Todo o DNA da célula tem origem comum.</p> <p>E. O invólucro nuclear formou-se por simbiose entre células procarióticas.</p> <p>F. As mitocôndrias e os cloroplastos resultaram do englobamento de células procarióticas por outras células.</p> <p>G. Explica a origem do invólucro nuclear e alguns organitos (mitocôndrias e cloroplastos).</p>	<p>1. Apenas no modelo autogénico</p> <p>2. Apenas no modelo endossimbiótico.</p> <p>3. Em ambos os modelos.</p> <p>4. Em nenhum dos modelos</p>

Figura 24. Ficha de trabalho de Biologia.

Curso Científico–Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ficha de trabalho de Biologia e Geologia

11º Ano

Turma A

Conceção transformista de Buffon

No longo processo que conduziu à implantação do Evolucionismo, pelo menos entre a comunidade científica, o trabalho e as ideias do Conde de Buffon assume um papel de destaque. Em 1739, Buffon foi nomeado intendente do Jardim do Rei (em Paris), o que lhe permitiu desenvolver um extenso trabalho de análise e descrição da fauna e da flora. Na sequência destes trabalhos, Buffon afirmou:

“[...] se uma espécie for produzida a partir de outra, se a espécie do burro vem a partir da do cavalo, tal só é possível progressivamente por variações: terá existido, entre o cavalo e o burro, um grande número de animais intermediários, em que os primeiros se teriam afastado progressivamente da natureza do cavalo, e os últimos se teriam aproximado pouco a pouco do burro; e porque não vemos atualmente os representantes, os descendentes dessas espécies intermediárias? Porque teriam restado os dois extremos?

Admitamos que uma degeneração mais profunda e mais antiga que todas as outras, uma degeneração de tempos imemoriais, se terá dado em cada família ou, se preferirmos, em cada um dos géneros através dos quais se possam compreender as espécies vizinhas e pouco diferenciadas entre si. [...]”

1. Procure justificar a designação “Transformismo” que foi atribuída às ideias de Buffon relativamente à origem das espécies.
2. Em que medida a conceção de Buffon acerca da origem das espécies pode ser considerada como precursora do Evolucionismo?
3. Justifique a importância do tempo geológico para esta explicação transformista de Buffon.

Figura 25. Ficha de trabalho de Biologia: Conceção transformista de Buffon.

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ficha de trabalho de Biologia e Geologia

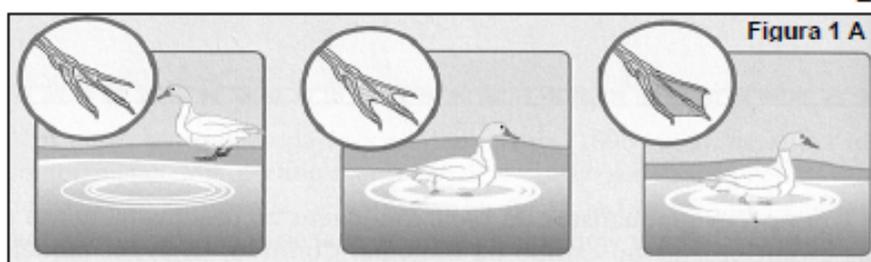
11º Ano

Turma A

1. Observa as imagens da figura 1 e lê com atenção o texto que se segue.

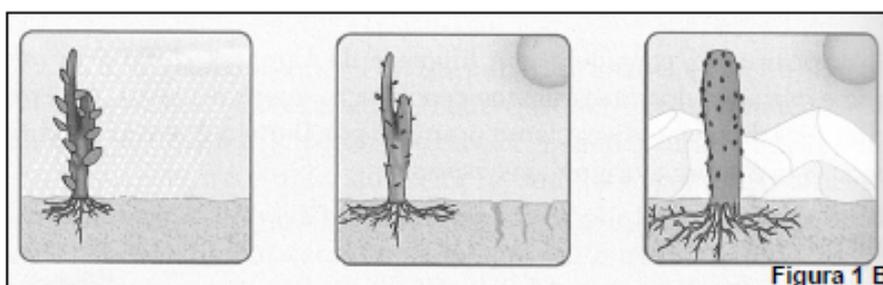
"Eis uma ave terrestre que é obrigada a viver em regiões inundadas ou transformadas em lagos. Levada a procurar o alimento nas águas, quer dizer, obrigada a nadar, faz esforços para este fim; por isso, afasta os dedos e a pele que une a base destes, que adquire o hábito de se distender. À força de esforços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

Lamarck



"Se numa região diminuísse 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, como os cactos, capazes de armazenar grandes quantidades de água."

Lamarck



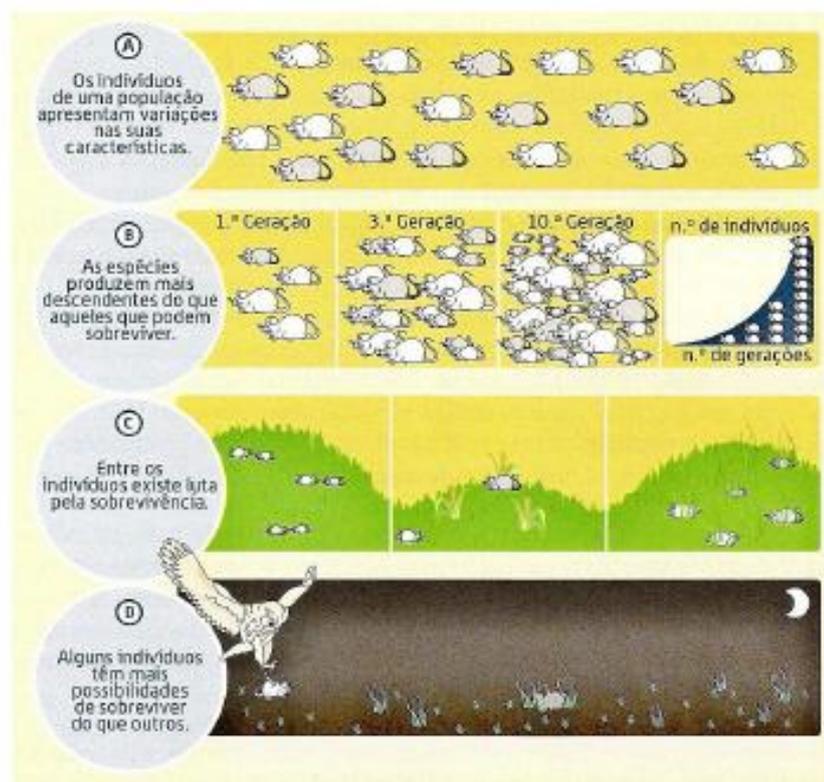
- 1.1. Com base nos textos de Lamarck, procura identificar as principais causas da evolução dos seres vivos.
- 1.2. Justifica a resposta anterior com expressões do texto relativo à figura 1A.
- 1.3. Identifica os dois princípios fundamentais da teoria de Lamarck e retira dos textos expressões que traduzam cada um dos princípios.
- 1.4. Com base na teoria de Darwin, procura explicar a evolução das plantas, evidenciada na figura 1B.
- 1.5. Segundo a teoria de Lamarck, o que seria de esperar que acontecesse aos descendentes de um trabalhador braçal, relativamente ao desenvolvimento da musculatura?

Figura 26. Ficha de trabalho de Biologia: Lamarckismo.

Turma A

Tema: Mecanismo evolutivo proposto por Darwin

1. As figuras seguintes representam aspetos fundamentais da teoria de Darwin. Observa-as com atenção.



- 1.1. Refira que tendências (progressão geométrica ou aritmética) apresentam as populações relativamente ao seu crescimento.
- 1.2. Indique fatores que condicionam a sobrevivência dos indivíduos.
- 1.3. Refira (quais) a(s) figura(s) do esquema que representa(m) o conceito de seleção natural desenvolvido por Darwin.
- 1.4. Uma das maiores críticas apontadas à teoria de Darwin está relacionada com o facto de ele não conseguir uma explicação para todos os dados que teve em conta ao formular a sua teoria. Neste contexto, sugira uma questão para o esquema A.

Figura 27 (continuação). Ficha de trabalho de Biologia: Darwinismo.

Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias

**Atividade prática de Biologia e Geologia
11º Ano
Turma A**

Campo geotérmico de São Pedro do Sul

Localização do campo geotérmico

O campo geotérmico de São Pedro do Sul, localizado entre a Vila de São Pedro do Sul e de Vouzela, no distrito de Viseu, é constituído por dois pólos – Termas e Vau – que distam entre si cerca de 1,2 km

Aproveitamentos nos dois pólos

Para além dos dois balneários, localizados no pólo das Termas, existe uma central geotérmica que permite o aquecimento de águas normais, a partir do calor da água termal, proveniente de duas captações, através de um sistema em cascata (Fig. 1A e 1B), a temperaturas progressivamente mais baixas, utilizadas quer no aquecimento de ambientes, a cerca de 57 °C, quer no aquecimento de águas quentes sanitárias, por volta dos 47 °C. A água termal, mantendo as suas características químicas, segue, menos quente, para outro patamar da cascata, em aplicações diferentes das anteriores, de modo a cumprir as suas funções em aplicações medicinais.

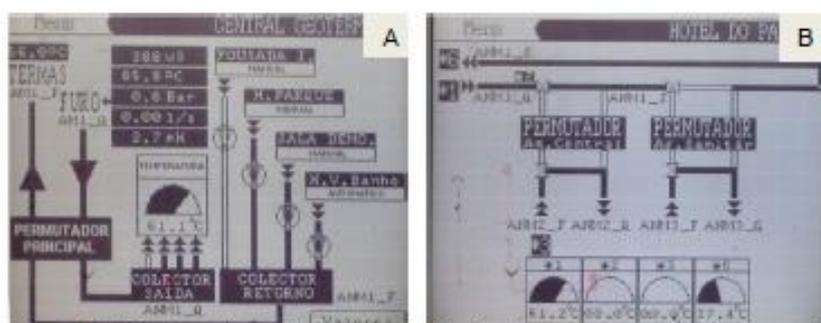


Figura 1. A- Sistema de controlo e monitorização dos processos geotérmicos na Central Geotérmica; B- Pormenor do consumidor Hotel do Parque.

A nascente tradicional antiga (Fig. 2A), com um débito de 10 l/s, e uma temperatura de emergência de 68,6 °C, e o furo AC₁ (Fig. 2B), com 500 m de profundidade, que debita, por artesianismo repuxante (Fig. 2C), cerca de 12 l/s, no máximo, e apresenta à boca do furo 67 °C debitam, em simultâneo, cerca de 16,9 l/s, com uma temperatura aproximada de 67,5 °C (Gomes, 2007).



Figura 2. A- Caseta da Nascente Tradicional; B – Interior da caseta do Furo AC₁, com 500 m de comprimento; C – Débito do furo AC₁, por artesianismo repuxante.

Figura 28. Ficha de trabalho de Geologia: Campo Geotérmico de São Pedro do Sul.

O pólo do Vau é alimentado pelo furo SDV₁ (Fig. 3A), com 216 m de profundidade, em que a água emerge a 67 °C. Atualmente está a ser explorado para aquecimento de estufas para produção de frutos tropicais, como a banana e o ananás (Fig. 3B), existindo já estudos para aquicultura, em especial produção de marisco. (Albuquerque, 2011).



Figura 3. A – Furo SDV₁ do Pólo do Vau;; B – Pormenor de um ananás (in Albuquerque, 2011).

Na resposta a cada um dos itens de 1 a 4, seleccione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. No aquífero hidrotermal de São Pedro do Sul, a água encontra-se a pressões _____ à pressão atmosférica, estando limitado superiormente por uma camada _____.
 - (A) iguais [...] permeável
 - (B) iguais [...] impermeável
 - (C) superiores [...] impermeável
 - (D) superiores [...] permeável

2. O aquífero hidrotermal foi perfurado, pelo furo AC₁, num ponto em que a cota é ...
 - (A) ... igual à cota do nível freático, limitado superiormente por uma camada permeável.
 - (B) ... inferior à cota do nível freático, limitado superiormente por uma camada impermeável.
 - (C) ... igual à cota do nível piezométrico, limitado superiormente por uma camada permeável.
 - (D) ... inferior à cota do nível piezométrico, limitado superiormente por uma camada impermeável.

3. O aquífero hidrotermal foi perfurado, pelo furo AC₁, num ponto em que a cota é inferior à cota do _____, _____ necessidade de a água ser bombeada.
 - (A) nível freático [...] sem
 - (B) nível freático [...] com
 - (C) nível piezométrico [...] sem
 - (D) nível piezométrico [...] com

4. As águas termais, na boca dos furos AC₁ e SDV₁, apresentam uma temperatura _____ à calculada à superfície de furos com vista a abastecimento público, sendo as primeiras potenciadoras de aproveitamento geotérmico de _____.
 - (A) igual [...] alta
 - (B) igual [...] baixa
 - (C) superior [...] alta
 - (D) superior [...] baixa

Figura 28 (continuação). Ficha de trabalho de Geologia: Campo Geotérmico de São Pedro do Sul.

5. **Explique** de que modo o tipo de captação, no furo AC₁, influencia o risco de poluição do aquífero.
6. A nascente tradicional e o furo AC₁ debitam, em simultâneo, cerca de 16,9 l/s. Nesta situação, o débito da nascente tradicional decresce um pouco para que não haja desequilíbrio no aquífero, o que poderia causar a sua sobre-exploração.
Explique de que modo a sobre-exploração do aquífero poderá condicionar economicamente a captação no furo AC₁.
7. O diretor técnico das termas de São Pedro do Sul tem, entre outras, a função de garantir a qualidade da água termal, realizando controlos semanais bacteriológicos e controlo mensal dos principais aniões e catiões.
Explique como um ordenamento do território adequado pode facilitar o desempenho do diretor técnico das termas.
8. **Faça corresponder** a cada afirmação, relativa a elementos característicos dos recursos hidrogeológicos, a respetiva designação que consta na chave.

Afirmações	Chave
A. Formação geológica com capacidade para armazenar água e com características que permitem a sua extração de forma economicamente rentável.	I. Aquífero
B. Maior ou menor facilidade com que uma formação rochosa se deixa atravessar por água.	II. Aquífero cativo
C. Reservatório de água subterrânea no qual a pressão da água é superior à pressão atmosférica.	III. Aquífero livre
D. Nível de água em aquíferos que se encontram em repouso hidrodinâmico.	IV. Nível hidrostático
E. Zona do aquífero livre que, em períodos de elevada precipitação, aumenta de espessura, sendo o nível freático mais superficial.	V. Nível piezométrico
	VI. Permeabilidade
	VII. Zona de aeração
	VIII. Zona de saturação

9. **Explique** a importância do aproveitamento da energia geotérmica, em detrimento dos combustíveis fósseis, numa perspetiva de desenvolvimento sustentável.

Adaptado de: *Energia Geotérmica no século XXI. Atividades práticas no Ensino Secundário*, por Maria João Lima, Alcides Pereira e Celeste Gomes.

Figura 28 (continuação). Ficha de trabalho de Geologia: Campo Geotérmico de São Pedro do Sul..

Tabela III. Grelha de observação do trabalho laboratorial.

Crítérios de evidência

Competências	Crítérios de evidência
Interpretação correta do protocolo	1 – Não interpreta corretamente o protocolo 3 – Interpreta com alguma dificuldade o protocolo 5 - Interpreta corretamente o protocolo
Elaboração do próprio plano de trabalho	1 – Pouca organização 3 – Alguma organização 5 - Organização
Gestão correta do tempo	1 – Muitas dificuldades na gestão do tempo 3 – Algumas dificuldades na gestão do tempo 5 - Faz uma gestão correta do tempo
Cumprimento das regras de segurança	1 – Não cumpre 3 – Cumpre na maioria das vezes 5 – Cumpre sempre
Manipula corretamente os materiais e aparelhos	1 – Não manipula os materiais e aparelhos 3 – Manipula com a alguma correção os materiais e aparelhos 5 - Manipula corretamente os materiais e aparelhos
Utiliza racionalmente o espaço disponível	1 – Não utiliza 3 – Quase que utiliza 5 – Utiliza sempre
Dispõe o equipamento de forma adequada	1 - Dispõe o equipamento de forma inadequada 3 - Dispõe o equipamento de forma parcialmente adequada 5 - Dispõe o equipamento de forma adequada
Mantém a mesa limpa e em ordem	1 – Nunca mantém a mesa limpa e em ordem 3 – Mantém parcialmente a mesa limpa e em ordem 5 - Mantém a mesa limpa e em ordem
Descreve com clareza e concisão o que observou	1 – Descreve com pouca clareza e concisão o que observou 3 – Descreve com clareza e concisão o que observou 5 – Descreve com muita clareza e concisão o que observou
Constrói tabelas, esquemas, ...	1 – Raramente constrói tabelas, esquemas, ... 3 - Constrói tabelas, esquemas... parcialmente correctos 5 - Constrói corretamente tabelas, esquemas...
Legenda todos os esquemas, gráficos, ...	1 – Raramente legenda todos os esquemas, ... 3 – Legenda a maioria dos esquemas, ... corretamente 5 – Legenda todos os esquemas, ... correctamente
Clareza de ideias	1 – Muito confuso 3 – Alguma clareza de ideias 5 – Clareza de ideias
Interpretação de dados e resultados	1 – Interpreta com dificuldade os dados e resultados 3 – Interpreta com pouca dificuldade os dados e resultados 5 – Interpreta sem dificuldade os dados e resultados
Aplicação correta dos conceitos	1 – Aplica incorretamente os conceitos 3 – Aplica com alguma incorreção os conceitos 5 - Aplica corretamente os conceitos
Relacionamento de conceitos	1 - Raramente relaciona conceitos 3 – Relaciona com alguma frequência conceitos 5 – Relaciona sempre os conceitos
Tira conclusões	1 – Raramente 3 – Com frequência 5 - Sempre

Tabela IV. Planificação a médio prazo para as aulas de Biologia.

Aulas	Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Conceitos
1	Unicelularidade e multicelularidade	Conhecer as diferenças fundamentais entre seres procariontes e seres eucariontes.	<p>Realização de um teste diagnóstico.</p> <p>Diálogo com os alunos, com vista à contextualização do surgimento dos seres eucariontes, bem como a evolução para a multicelularidade, recorrendo a imagens em PowerPoint.</p> <p>Diálogo orientado com os alunos, com o objetivo de reconhecer as dificuldades que existem em traçar uma linha de separação clara entre os protobiontes e as primeiras células, consideradas seres vivos.</p> <p>Exploração de imagens em PowerPoint que ilustram exemplos de seres procariontes primitivos e atuais, acompanhado de diálogo com os alunos, com vista à identificação dos mesmos.</p> <p>Realização de um mapa de conceitos, a ser realizado no quadro pelo professor, acerca do surgimento dos seres eucariontes.</p>	<p>Procarionte</p> <p>Eucarionte</p> <p>Protobionte</p>
2	Dos procariontes aos eucariontes	<p>Comparar e avaliar os modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes.</p> <p>Discutir a origem da multicelularidade.</p> <p>Relacionar a pluricelularidade com a diferenciação celular.</p> <p>Distinguir a Hipótese Autogénica e a Hipótese Endossimbótica.</p>	<p>Revisão dos conteúdos dados na aula anterior.</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho: “Como e quando surgiu a vida?”.</p> <p>Diálogo orientado com os alunos no sentido de compreender que a maior parte do oxigénio existente na atmosfera tem origem em processos biológicos.</p> <p>Exploração de imagens em PowerPoint que ilustram as duas hipóteses explicativas da origem dos seres eucariontes a partir dos procariontes: a Hipótese Autogénica e a Hipótese Endossimbótica.</p> <p>Construção de um mapa de conceitos acerca dos modelos endossimbótico e autogénico, a ser realizado no quadro pelos alunos.</p>	<p>Modelo autogénico</p> <p>Modelo endossimbótico</p>

Tabela V (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Biologia.

Aulas	Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Conceitos
3	Da unicelularidade à multicelularidade	Compreender que os relógios moleculares indicam a idade do ancestral comum dos organismos.	<p>Revisão dos conteúdos lecionados na aula anterior.</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho: “A interação entre a evolução da vida e a evolução da atmosfera.”.</p> <p>Diálogo orientado com os alunos, com o objetivo de conhecer os relógios moleculares, os quais apontam a idade ancestral dos organismos multicelulares para 1500 Ma.</p> <p>Exploração de imagens em PowerPoint que ilustram fósseis de organismos multicelulares.</p> <p>Exploração de imagens em PowerPoint, mostrando a variação do nível de multicelularidade em algas do mesmo grupo taxonómico.</p> <p>Diálogo com os alunos, com o objetivo de compreenderem que os fitoflagelados, como <i>Gonium</i>, <i>Eudorina</i> e <i>Pandorina</i>, foram inicialmente classificados pelos zoólogos como protozoários, mas os botânicos consideram-nos algas. Assim, um mesmo organismo é incluído em <i>taxa</i> diferentes conforme o ramo da biologia que o está a tratar.</p>	<p>Seres unicelulares</p> <p>Seres multicelulares</p> <p>Colónias</p> <p>Colónias</p>
4	Mecanismos de Evolução Evolucionismo vs. Fixismo	<p>Compreender que, desde cedo, a imensa diversidade de seres vivos levantou questões sobre a sua origem.</p> <p>Conhecer os princípios fundamentais do fixismo.</p> <p>Conhecer os princípios fundamentais do Evolucionismo.</p> <p>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustenta, em oposição ao fixismo.</p>	<p>Diálogo com os alunos, com o objetivo de reconhecer que o avanço científico-tecnológico é condicionado por variados contextos (socioeconómicos, políticos, religiosos, entre outros), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.</p> <p>Reconhecimento de que o avanço científico-tecnológico é condicionado por contextos geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho: “Conceção transformista de Buffon”.</p> <p>Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspetivas científicas e sociais relativas à evolução dos seres vivos.</p> <p>Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres vivos.</p> <p>Realização de um mapa de conceitos, a ser realizado no quadro pelos alunos, acerca das perspetivas transformistas e evolucionistas.</p>	<p>Fixismo</p> <p>Criacionismo</p> <p>Teoria da Geração Espontânea</p> <p>Catastrofismo</p> <p>Transformismo</p> <p>Evolucionismo</p>

Tabela III (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Biologia.

Aulas	Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Conceitos
5	Teorias evolucionistas: Lamarckismo e Darwinismo	<p>Compreender a teoria apresentada por Lamarck.</p> <p>Compreender a lei do uso e do desuso.</p> <p>Compreender a lei da transmissão dos caracteres adquiridos.</p>	<p>Diálogo com os alunos, com vista a compreenderem que a primeira teoria explicativa fundamentada acerca dos seres vivos foi apresentada por Jean Baptiste de Lamarck (Lamarckismo), na qual sugere que os mecanismos que presidiram à evolução das espécies se podem resumir em duas leis: a lei do uso e do desuso e a lei dos caracteres adquiridos.</p> <p>Exploração de imagens em PowerPoint, relativamente a exemplos mostrando a lei da transformação das espécies, a lei do uso e do desuso e a lei da herança dos caracteres adquiridos.</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho acerca das conceções de Lamarck.</p> <p>Realização de um mapa de conceitos, a ser realizado no quadro pelos alunos, acerca da perspetiva Lamarckista.</p>	<p>Lamarckismo</p> <p>Lei da Transformação das Espécies</p> <p>Lei do uso e do desuso</p> <p>Lei da transmissão dos caracteres adquiridos</p> <p>Atrofia</p> <p>Hipertrofia</p>
6	Teorias evolucionistas: Darwinismo	<p>Compreender a teoria proposta por Darwin.</p> <p>Analisar, interpretar e discutir casos/situações que envolvam mecanismos de seleção natural.</p> <p>Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</p> <p>Compreender o conceito de seleção natural.</p>	<p>Os alunos devem compreender que Darwin explicou a evolução das espécies recorrendo ao conceito de seleção natural por analogia com a seleção artificial.</p> <p>Diálogo com os alunos, com o objetivo de introduzir a teoria apresentada por Darwin</p> <p>Diálogo orientado com os alunos, acompanhado de questões, com o objetivo de analisar os principais contributos da viagem a bordo do Beagle.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões, com o objetivo de verificar que, de entre os organismos observados, tais como os albatrozes, que apresentavam bastantes semelhanças com os albatrozes nativos da costa do Pacífico e das iguanas, um grupo de aves (tentilhões) e as tartarugas atraíram a sua atenção.</p> <p>Observação de imagens em PowerPoint, mostrando exemplos de seleção artificial. Diálogo com os alunos, acompanhado de questões, com o objetivo de analisar a experiência de Darwin com pombos.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões, com vista à análise dos princípios enunciados por Darwin</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho acerca do mecanismo evolutivo proposto por Darwin.</p> <p>Realização de um mapa de conceitos, a ser realizado no quadro pelos alunos, acerca da perspetiva Darwinista.</p>	<p>Capacidade adaptativa</p> <p>Darwinismo</p> <p>Seleção natural</p> <p>Variabilidade intraespecífica</p>

Tabela III (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Biologia.

Aulas	Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Conceitos
7	<p>Críticas ao Darwinismo.</p> <p>Lamarckismo e Darwinismo.</p> <p>Realização de uma atividade prática experimental.</p>	<p>Compreender as críticas apresentadas ao Darwinismo.</p> <p>Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</p> <p>Realizar uma atividade prática laboratorial: “Conheces a <i>Drosophila</i>?”</p>	<p>Revisão dos conceitos lecionados na aula anterior.</p> <p>Diálogo orientado com os alunos, acompanhado da observação de imagens em PowerPoint, com o objetivo de analisar as críticas ao Darwinismo.</p> <p>Observação de imagens em PowerPoint, com o objetivo de verificar que o Darwinismo se revelou uma teoria incompleta.</p> <p>Início da realização da atividade.</p> <p>Observação de imagens em PowerPoint que ilustram o dimorfismo sexual em <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <p>Observação de imagens em PowerPoint que ilustram o ciclo de vida de <i>Drosophila melanogaster</i> (Qual o ciclo de vida de <i>Drosophila melanogaster</i>?).</p> <p>Observação de imagens em PowerPoint, mostrando os diferentes estádios de desenvolvimento: ovo-larva-pupa-adulto.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado da observação de imagens em PowerPoint, mostrando o corpo do adulto, que se encontra dividido em: cabeça, tórax e abdómen.</p> <p>Continuação da realização da atividade. Observação de imagens em PowerPoint, mostrando os diferentes mutantes, com o objetivo de facilitar a descrição das suas características.</p>	<p>Atrofia</p> <p>Capacidade adaptativa</p> <p>Darwinismo</p> <p>Hipertrofia</p> <p>Lamarckismo</p> <p>Variabilidade intraespecífica</p> <p>Lei da Transformação das Espécies</p> <p>Lei do uso e do desuso</p> <p>Lei da transmissão dos caracteres adquiridos</p> <p>Seleção natural</p> <p>Variabilidade intraespecífica</p>

Tabela IV. Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
1	<p>Teste diagnóstico.</p> <p>Recursos geológicos.</p> <p>Recursos hidrogeológicos.</p>	<p>Analisar a necessidade de uma exploração equilibrada dos recursos geológicos, dado o seu carácter limitado e finito.</p> <p>Compreender: a definição de recurso geológico. o conceito de reserva. o conceito de hidrogeologia. o conceito de aquífero.</p> <p>Analisar a importância: do ciclo hidrológico. dos recursos hidrogeológicos. dos recursos energéticos. dos recursos minerais. dos recursos não-renováveis. dos recursos renováveis.</p>	<p>Realização de um teste para diagnosticar os conhecimentos dos alunos acerca dos recursos geológicos.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões e da observação de esquemas e imagens em PowerPoint, com o objetivo de compreenderem que:</p> <ol style="list-style-type: none"> Os diferentes períodos da História do Homem correspondem, genericamente, à utilização de diferentes materiais que a Natureza lhe foi disponibilizando. Atualmente, os recursos que a Terra nos fornece, aparentemente dispensáveis, são cada vez mais escassos. Os recursos geológicos podem ser definidos como os materiais naturais (sólidos, líquidos e até gasosos) provenientes da Terra que, face às suas concentrações num determinado local, podem ser extraídos e utilizados pelo Homem em seu benefício. Qualquer substância de natureza geológica (sólida, líquida ou gasosa), ou mesmo a energia geotérmica, podem ser classificadas como recursos geológicos. Os recursos geológicos de um país são formados pelo conjunto dos recursos, conhecidos e desconhecidos, que existem na parte acessível da crosta terrestre. Por vezes, não são os materiais da Terra que são um recurso, mas sim as suas propriedades. Por exemplo, a energia ou a radioatividade, que certas rochas e minerais libertam, são considerados um recurso. Uma classificação possível para os recursos geológicos é a seguinte: Recursos hidrogeológicos Recursos energéticos Recursos minerais De uma maneira geral, os recursos geológicos são limitados, isto é, mais dia, menos dia, irão acabar. Este tipo de recurso é classificado como sendo recurso não-renovável que, corretamente, deve ser definido como o recurso que a Humanidade 	<p>Água não-potável Água potável Água subterrânea Aquífero Atividade mineira Carvão Ciclo da água Ciclo da água Crosta terrestre Hidrogeologia Jazigo Petróleo Recurso não-renovável Recursos energéticos Recursos geológicos Recursos hidrogeológicos Recursos minerais Recursos renováveis Reserva Sobre-exploração dos aquíferos</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
1			<p>consome a uma velocidade superior àquela com que a Terra é capaz de o gerar.</p> <p>9. Dentro dos recursos energéticos, o carvão ou o petróleo são considerados recursos não-renováveis.</p> <p>10. Outros recursos, pelo facto de serem aparentemente inesgotáveis, ou pelo facto de serem gerados a uma velocidade igual ou superior à que o Homem é capaz de os consumir, são considerados recursos renováveis.</p> <p>11. A água que o Homem extrai do subsolo, depois de utilizada, pode, por um percurso mais direto ou mais sinuoso (ciclo da água), voltar ao subsolo, regressando assim ao local de onde saíra.</p> <p>12. Um recurso é algo que se encontra disponível na Terra e que pode ser utilizado em benefício da Humanidade.</p> <p>13. No nosso Planeta, a água é um recurso relativamente abundante. Contudo, nem toda esta água, pelas mais diversas razões, pode ser utilizada pelo Homem. Diz-se, muitas vezes, à semelhança do petróleo e de outros recursos, que a água não está distribuída de forma equitativa no globo terrestre.</p> <p>14. As principais causas da diminuição de reservas e/ou deterioração da qualidade da água subterrânea são: poluição térmica; poluição agrícola; poluição urbana; poluição industrial; poluição microbiológica; atividade mineira e sobre-exploração dos aquíferos.</p> <p>15. Embora a água ocorra na Natureza distribuída por diferentes reservatórios (oceanos, atmosfera, lagos, rios, etc.), está num movimento constante de uns reservatórios para outros. Esse movimento constante designa-se ciclo da água ou ciclo hidrológico e decorre em várias etapas.</p>	

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
2	<p>Recursos hidrogeológicos.</p> <p>Ciclo hidrogeológico.</p> <p>Causas da diminuição de reservas e/ou deterioração da qualidade da água subterrânea.</p>	<p>Compreender:</p> <ul style="list-style-type: none"> o conceito de hidrogeologia. o conceito de aquífero. a definição de zona de aeração. a definição de zona de saturação. o conceito de porosidade. o conceito de permeabilidade. <p>Analisar a importância:</p> <ul style="list-style-type: none"> do ciclo hidrogeológico. dos reservatórios. <p>Compreender os problemas associados às disponibilidades e necessidades de água e, em particular, a sobre-exploração de águas subterrâneas.</p> <p>Identificar as principais causas da diminuição de reservas e/ou deterioração da qualidade da água subterrânea.</p>	<p>Revisão dos conteúdos lecionados na aula anterior.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões da observação de imagens e esquemas em PowerPoint, com o objetivo de compreenderem que:</p> <ol style="list-style-type: none"> Os reservatórios de água subterrânea são designados aquíferos. Um aquífero pode ser descrito como toda a formação geológica subterrânea com capacidade para armazenar água e de permitir a sua circulação e com características que permitam a sua extração de forma economicamente rentável e sem impactes negativos. A porosidade resulta da existência de espaços não preenchidos por matéria sólida. A permeabilidade pode ser definida como a maior ou menor facilidade com que uma formação rochosa se deixa atravessar pela água. É a conjugação destas duas características, porosidade e permeabilidade, que permite caracterizar os reservatórios de água subterrânea. A composição química da água de um determinado aquífero varia com diferentes fatores: afastamento em relação à zona de alimentação; natureza das formações litológicas atravessadas; grau de alteração das rochas onde a água circula; gradiente geotérmico e causas antrópicas. Um dos parâmetros que se utiliza na avaliação da composição química da água é a sua dureza, ou seja, a quantidade de sais alcalino-terrosos (Ca, Mg) existentes num litro de água. Da superfície terrestre para o interior, o aquífero divide-se em: zona de aeração (ou zona não saturada); zona de saturação (ou zona saturada). O nível hidrostático ou freático corresponde à profundidade a que a água se encontra numa determinada região. O nível hidrostático corresponde ao nível de água atingido pela água dos poços. As águas superficiais começam a infiltrar-se no solo por ação da gravidade, indo constituir as águas subterrâneas que podem ser armazenadas em dois tipos de 	<p>Água não-potável</p> <p>Água potável</p> <p>Água subterrânea</p> <p>Águas lixiviantes</p> <p>Aquífero</p> <p>Areias</p> <p>Arenitos</p> <p>Aterros sanitários</p> <p>Calcários fraturados</p> <p>Camada impermeável</p> <p>Cascalhos</p> <p>Ciclo da água</p> <p>Conglomerados</p> <p>Grau de dureza da água</p> <p>Hidrogeologia</p> <p>Nível hidrostático</p> <p>Permeabilidade</p> <p>Poluição bacteriológica</p> <p>Poluição de origem agrícola</p> <p>Poluição de origem industrial</p> <p>Poluição de origem urbana</p> <p>Poluição física</p> <p>Poluição química</p> <p>Porosidade</p> <p>Recursos geológicos</p> <p>Recursos</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
2			<p>aquíferos – aquíferos livres e aquíferos cativos ou confinados.</p> <p>11. Sempre se tem afirmado que a água, subterrânea ou não, é um recurso renovável. Contudo, o aumento demográfico, verificado nalgumas regiões do Globo, fez aumentar de forma acentuada as necessidades em água.</p> <p>12. A água pode ser poluída segundo três aspetos distintos: poluição física; poluição química e poluição bacteriológica .</p> <p>13. A poluição das águas pode ser dos seguintes tipos: poluição de origem agrícola; poluição de origem urbana; poluição de origem industrial.</p> <p>14. Para além da poluição, a sobre-exploração de um aquífero pode, também, provocar a sua poluição.</p> <p>15. A correta gestão dos recursos hídricos da Terra passa, não só pela sua proteção e preservação, para que esses recursos não sejam poluídos, mas, também, por uma mais eficaz e racional utilização da água.</p>	<p>hidrogeológicos</p> <p>Reservatórios</p> <p>Sobre-exploração dos aquíferos</p> <p>Substâncias poluidoras</p> <p>Zona de aeração</p> <p>Zona de saturação</p> <p>Zonas costeiras</p>
3	<p>Recursos energéticos.</p> <p>Conceito de gradiente geotérmico.</p> <p>Importância dos recursos energéticos.</p>	<p>Compreender:</p> <p> a definição de recurso geológico.</p> <p> o conceito de reserva.</p> <p> o conceito de gradiente geotérmico.</p> <p> a definição de grau geotérmico.</p> <p> o conceito de geotermia de alta entalpia.</p> <p> o conceito de geotermia de baixa entalpia.</p> <p> a definição de radioatividade.</p> <p>Analisar a importância:</p>	<p>Revisão dos conteúdos lecionados na aula anterior.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões e da observação de imagens e esquemas em PowerPoint, com o objetivo de compreenderem que:</p> <p>1. Para a Humanidade, a energia foi e é fundamental na realização das mais diversas tarefas.</p> <p>2. Tal como o consumo de energia foi aumentando ao longo dos tempos, também as fontes às quais o Homem recorreu foram variando.</p> <p>3. Os combustíveis fósseis ocorrem na crosta sob três formas principais: carvão (sólido), petróleo (líquido) e gás natural (gasoso).</p> <p>Realização de uma atividade prática laboratorial: “Porosidade e permeabilidade das areias”. Nesta atividade, e com a ajuda do professor, os alunos devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compreender o conceito de permeabilidade. 	<p>Aquecimento</p> <p>Camada de ozono</p> <p>Carvão</p> <p>Chuvas ácidas</p> <p>Combustíveis fósseis</p> <p>Crosta</p> <p>Efeito de estufa</p> <p>Energia nuclear</p> <p>Fissão</p> <p>Jazigo</p> <p>Núcleo</p> <p>Petróleo</p> <p>Poluição térmica</p> <p>Recurso não-renovável</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
3		<p>dos recursos energéticos. dos recursos não-renováveis. dos recursos renováveis.</p> <p>Atividade prática laboratorial: “Determinação da Permeabilidade e da Porosidade de diferentes materiais”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar qual o material geológico que é mais rapidamente atravessado pela água. ▪ Identificar qual o material geológico que retém mais água. ▪ Determinar a porosidade de diferentes materiais geológicos. 	
4		<p>Compreender:</p> <ul style="list-style-type: none"> a definição de recurso geológico. o conceito de reserva. o conceito de gradiente geotérmico. a definição de grau geotérmico. o conceito de geotermia de alta entalpia. o conceito de geotermia de baixa entalpia. a definição de radioatividade. <p>Analisar a importância:</p> <ul style="list-style-type: none"> dos recursos energéticos. dos recursos não-renováveis. dos recursos renováveis. <p>Compreender os problemas associados às disponibilidades e necessidades de água e, em particular, a sobre-exploração de águas subterrâneas.</p> <p>Identificar as principais causas da</p>	<p>Revisão dos conteúdos lecionados na aula anterior.</p> <p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões e da observação de imagens e esquemas em PowerPoint, com o objetivo de compreenderem que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Os combustíveis fósseis ocorrem na crosta sob três formas principais: carvão (sólido), petróleo (líquido) e gás natural (gasoso). 2. A energia que o carvão, petróleo e gás natural contém está armazenada nas ligações químicas de compostos orgânicos, sujeitos a complexas transformações ao longo de grandes períodos de tempo. 3. A Natureza, ainda hoje, produz petróleo, mas o Homem consegue consumi-lo a uma velocidade muito superior àquela com que ele é produzido. Trata-se, pois, de um recurso não-renovável. 4. O carvão é utilizado, principalmente, nas centrais termelétricas, onde é queimado para a produção de energia. 5. A produção de dióxido de carbono (CO₂) é outra das graves consequências da utilização dos combustíveis fósseis. 6. O grande problema da queima dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural utilizados nas mais diversas aplicações) está na quantidade adicional de dióxido de carbono que este processo emite para a atmosfera. 	<p>Aquecimento Camada de ozono Carvão Centrais termelétricas Chuvas ácidas Combustíveis fósseis Crosta Efeito de estufa Energia da biomassa Energia das marés Energia das ondas Energia do biogás Energia eólica Energia geotérmica Energia hidroelétrica Energia nuclear Fissão Geotermia de alta entalpia Geotermia de baixa entalpia</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
		<p>diminuição de reservas e/ou deterioração da qualidade da água subterrânea.</p> <p>Compreender a relação entre a excessiva utilização de alguns recursos e as alterações dos ecossistemas e provavelmente do clima.</p>	<p>7. O Homem sentiu a necessidade de procurar recursos energéticos que constituíssem uma alternativa aos combustíveis sólidos. Dessa procura, resultou a descoberta de uma nova vaga de recursos energéticos, dos quais assume particular relevância a energia nuclear.</p> <p>8. A radioatividade resulta da possibilidade de certos elementos químicos, como, por exemplo, o urânio, ao desintegrarem-se, emitirem uma radiação com libertação de energia.</p> <p>9. Encontrar locais suficientemente seguros de forma a evitar a contaminação de organismos e de solos é uma das maiores dificuldades que a utilização deste tipo de</p>	<p>Gradiente geotérmico Grau geotérmico Jazigo Núcleo Petróleo Petróleo Poluição térmica Radioatividade Recurso não-</p>
4		<p>Identificar as principais vantagens e desvantagens dos recursos energéticos renováveis e não-renováveis.</p>	<p>energia origina.</p> <p>10. Os principais fatores negativos ligados à utilização desta fonte de energia são: o elevado preço da construção e manutenção de uma central nuclear; o risco ambiental, extremamente elevado, que uma central nuclear comporta; a produção de resíduos altamente perigosos e radioativos; a dificuldade e o custo muito elevado em eliminar e tratar aqueles resíduos; o risco de acidentes com fuga de radiações; a poluição térmica da água e o risco de ações terroristas.</p> <p>11. Outro tipo de energia, usada já desde a Antiguidade, embora apenas pontualmente, é a energia geotérmica.</p> <p>12. A Terra é formada por três camadas principais, com espessura e temperatura variável de camada para camada. Existe uma grande diferença de temperatura entre a zona mais superficial (a crosta) e a zona mais interna (o núcleo); a esta variação da temperatura, em função da profundidade, atribui-se o nome de gradiente geotérmico.</p> <p>13. A profundidade a que é preciso descer para que a temperatura aumente 1°C designa-se grau geotérmico.</p> <p>14. Tendo em conta a temperatura que pode ser atingida num aproveitamento geotérmico, esses locais podem ser divididos em: geotermia de alta entalpia e geotermia de baixa entalpia.</p> <p>Realização de uma ficha de trabalho acerca da energia geotérmica.</p>	<p>renovável Recursos energéticos</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
5	<p>Recursos minerais.</p> <p>Conceito de clarke.</p> <p>Principais causas da deterioração do ambiente, provocadas pela atividade mineira.</p>	<p>Compreender:</p> <ul style="list-style-type: none"> o conceito de reserva. o conceito de clarke. o conceito de escombreyras. a definição de recursos minerais metálicos. a definição de recursos minerais não metálicos. <p>Analisar a importância:</p> <ul style="list-style-type: none"> dos recursos minerais. da atividade mineira. de alguns recursos geológicos como matérias primas (construção e indústria). <p>Identificar as principais causas da deterioração do ambiente, provocadas pela atividade mineira.</p>	<p>Diálogo com os alunos, acompanhado de questões e da observação de imagens em PowerPoint, com o objetivo de compreenderem que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É habitual classificar os recursos minerais, de acordo com as suas propriedades químicas, em dois grandes grupos: <ul style="list-style-type: none"> Recursos minerais metálicos Recursos minerais não metálicos 2. Um jazigo mineral é um local onde um determinado elemento químico existe numa concentração muito superior ao seu clarke. A abundância média de um elemento químico na crosta terrestre é designada clarke. 3. O material que, num jazigo mineral, é aproveitável designa-se minério, sendo os mais comuns os sulfuretos. O material que, no mesmo jazigo mineral, é rejeitado designa-se ganga ou estéril. 4. Os recursos minerais não metálicos, relativamente muito abundantes na Natureza, constituem, para as sociedades modernas, substâncias que devem ser consideradas como bens de primeira necessidade. 5. Portugal é um país relativamente rico em recursos minerais não metálicos. 6. Consoante o predomínio da rocha numa dada região, assim ela será mais frequente como material de construção. As rochas de origem magmática são rochas de composição silicatada. Este aspeto confere-lhes uma dureza elevada, tornando-as resistentes ao choque e ao desgaste e são, também, menos alteráveis quimicamente. 7. As rochas graníticas, após serem serradas, são polidas, ação que as beneficia, do ponto de vista estético. 8. Os basaltos, muito utilizados nos arquipélagos dos Açores e da Madeira, no calcetamento das ruas e nas paredes de muitos edifícios, também podem ser utilizados como brita, a incorporar no alcatrão das estradas. 9. Tal como as rochas magmáticas, também as rochas metamórficas são utilizadas na construção civil. Dentro das rochas metamórficas, assumem particular importância 	<p>Areias</p> <p>Argilas</p> <p>Atividade mineira</p> <p>Basalto</p> <p>Calcário</p> <p>Clarke</p> <p>Escombreyras</p> <p>Feldspatos</p> <p>Ganga</p> <p>Gesso</p> <p>Granito</p> <p>Jazigo mineral</p> <p>Mármore</p> <p>Polição atmosférica</p> <p>Quartzo</p> <p>Recursos minerais metálicos</p> <p>Recursos minerais não metálicos</p> <p>Salgema</p> <p>Xisto</p>

Tabela IV (continuação). Planificação a médio prazo para as aulas de Geologia.

Aulas	Conteúdos	Objectivos	Estratégias	Conceitos
			<p>as ardósias, rochas de muito baixo grau de metamorfismo.</p> <p>10. Como exemplo de grandes obras que utilizaram rochas calcárias, destacam-se os exemplos do Mosteiro da Batalha e do Mosteiro dos Jerónimos.</p> <p>11. As areias comuns são um material fundamental a ser utilizado na construção civil. Além das areias comuns, também ocorrem, em Portugal, depósitos de areias especiais. Estas areias são utilizadas na indústria do vidro e na cerâmica de alta qualidade.</p> <p>12. A argila é utilizada num grande número de aplicações, das quais se destacam a cerâmica, o fabrico do papel, o fabrico do cimento e a indústria metalúrgica.</p> <p>13. Em Portugal, além dos materiais atrás referidos, merecem também algum destaque, entre os recursos minerais não metálicos, as explorações e a utilização de sal-gema, quartzo, feldspato e gesso.</p> <p>14. Os feldspatos constituem um recurso mineral de grande importância para Portugal porque constituem uma matéria-prima fundamental para o abastecimento das indústrias de cerâmica e do vidro. Os sectores de aplicação dos feldspatos repartem-se pelas indústrias do vidro, da cerâmica e como carga em diferentes produtos de outras indústrias.</p> <p>15. O gesso, em Portugal, debate-se com problemas de falta de qualidade, limitando-se a sua aplicação como aditivo de cimentos e como corretivo de solos, para além de o gesso de melhor qualidade ser consumido no fabrico de placas de gesso.</p> <p>16. A componente fundamental do salgema é a halite que constitui 90 a 98% daquela rocha. As reservas de salgema em Portugal parecem ser muito importantes. Em Portugal, a principal aplicação do salgema acontece na indústria química.</p> <p>17. O quartzo (SiO₂) é uma importante matéria-prima para diferentes sectores industriais. Possui baixo custo, que tem elevada dureza, que é inerte e que apresenta fratura concoidal.</p> <p>18. A exploração mineira pode provocar impactos ambientais extremamente graves numa dada região, como, por exemplo, desflorestação, remoção das camadas de solo, ou mesmo pela implementação de infraestruturas como edifícios e vias de comunicação. De uma forma muito resumida, podemos dividir esta atividade nas seguintes fases: extração do minério (seja em minas a céu aberto, seja em exploração subterrânea, tratamento do minério, separação e remoção do material estéril ou ganga.</p>	
			<p>Realização de um mapa de conceitos, a ser realizado no quadro pelos alunos, acerca dos recursos geológicos.</p>	

Como podemos determinar a permeabilidade e porosidade dos materiais?

Ala conceptual	Questão problema (10)	Ala metodológica																																																												
<p>Princípios teóricos (40) Um aquífero é uma formação geológica que permite a acumulação e circulação de água de tal forma que possa ser explorada de uma forma rentável. Para que estas características se verifiquem, essa formação geológica tem que ser porosa para facilitar a acumulação da água e permeável para permitir a sua circulação. A porosidade resulta da existência de espaços não preenchidos por matéria sólida. É habitual chamar a estes espaços nas rochas poros ou vazios, embora na realidade eles se encontrem preenchidos por água ou por ar. Assim, a porosidade pode ser definida como a razão entre o volume desses vazios (Vv) e o volume total da rocha (Vt). A porosidade constitui uma medida da capacidade da rocha armazenar água. A permeabilidade pode ser definida como a maior ou menor facilidade com que uma formação rochosa se deixa atravessar pela água. Quando os poros de uma rocha não estão em contacto uns com os outros, ou as fissuras e as fraturas estão semi-fechadas, a circulação da água é muito mais difícil e, nesta situação, as rochas classificam-se de baixa permeabilidade. Se, pelo contrário, os poros de uma rocha estabelecem passagens entre eles, ou as fissuras são abertas e contínuas, a circulação da água é fácil e, nesta situação, as rochas classificam-se de elevada permeabilidade. Na realização da atividade laboratorial analisaram ambos os parâmetros relativamente a quatro rochas de origem sedimentar: A- Areia, B – Cascalheira, C- Argila e D- Areão.</p> <p>Conceitos (15) Recursos hidrogeológicos; Permeabilidade; Aquífero; Porosidade; porosidade eficaz (pe); porosidade esperada; Zona de aeração; zona de saturação</p> <p>Procedimentos (20) 1. Tape com uma rolha o fundo do recipiente de vidro, identificado na figura 1 com a letra A, seguido de um pouco de algodão, e posteriormente a rede. 2. Coloque no recipiente de vidro, 400 ml (Vt) de material geológico (amostras A, B, C ou D). 3. Com uma proveta, adicione água até esta alcançar o topo do material (Vv). 4. Retire a rolha e deixe escoar a água para uma proveta (150 ml), registando o volume de água passada de 30 em 30 segundos (registre este volume quatro vezes). 5. Deixe escoar a água na totalidade. Verifique se o volume da água que é escoada (Ve) é inferior ou igual ao que foi adicionado inicialmente. 6. Repita este procedimento com outro material geológico.</p>	<p>Avaliação do desempenho individual (15)</p>	<p>Conclusão (50) Com a realização desta atividade experimental podemos concluir que a rocha mais porosa e permeável é a cascalheira e as rochas que retêm mais água são a areia fina e a argila. Outro aspeto importante a lembrar é o facto de existirem rochas com poros que não contactam entre si e/ou com fissuras semifechadas têm baixa permeabilidade ao passo que rochas com poros que estabelecem passagens entre si e possuem fissuras abertas e contínuas têm elevada permeabilidade. Podemos relacionar estes parâmetros com os aquíferos, uma vez que a camada superior (zona de aeração) é permeável e por isso é que é possível a infiltração das águas até às zonas de saturação onde a água é armazenada nos poros de uma rocha. A porosidade dos materiais depende da sua granulometria, pois as areias finas são mais porosas que as areias grossas. Como as areias finas são constituídas por detritos de pequenas dimensões, existem muitos espaços vazios entre as partículas que as constituem, o que faz com que estas sejam mais porosas que as areias grossas. As areias grossas são constituídas por sedimentos de maiores dimensões, possuem poros também maiores, mas no seu volume total a porosidade é menor. O grau de calibragem das areias também influencia a sua porosidade, sendo os sedimentos bem calibrados mais porosos que os sedimentos mal calibrados. A amostra bem calibrada tem mais espaços entre os detritos que a constituem do que a amostra mal calibrada, pois numa amostra mal calibrada os detritos de menores dimensões vão ocupar os espaços deixados vazios entre os detritos de maiores dimensões, fazendo com que a porosidade seja menor. Numa amostra bem calibrada a quantidade de espaços vazios (poros) é maior, pois os detritos possuem todos mais ou menos as mesmas dimensões. A permeabilidade pode ser definida como a maior ou menor facilidade com que uma formação rochosa se deixa atravessar pela água. Quando os poros de uma rocha não estão em contacto uns com os outros, ou as fissuras e as fraturas estão semi-fechadas, a circulação da água é muito mais difícil e, nesta situação, as rochas classificam-se de baixa permeabilidade. Se, pelo contrário, os poros de uma rocha estabelecem passagens entre eles, ou as fissuras são abertas e contínuas, a circulação da água é fácil e, nesta situação, as rochas classificam-se de elevada permeabilidade. As rochas podem ser muito porosas e com boa permeabilidade se os seus poros tiverem dimensões adequadas e estabelecerem ligações entre si. As rochas que reúnem estas características constituem os melhores aquíferos. Como exemplo, pode-se citar as formações constituídas, essencialmente, por materiais arenosos. Se, pelo contrário, os poros forem de dimensões reduzidas e sem qualquer ligação entre eles, a rocha apresenta uma permeabilidade muito fraca. A permeabilidade das rochas está relacionada com as dimensões dos poros e com a forma como se estabelece a comunicação entre eles. O quadro apresenta uma relação entre valores de porosidade e os correspondentes valores de permeabilidade para algumas formações geológicas. Geralmente, as formações com porosidade baixa, que não armazenam ou armazenam muito pouca água, também apresentam permeabilidade muito reduzida. As formações com estas características, embora armazenando alguma água, não a conseguem libertar pelo que são consideradas maus aquíferos. Como exemplo, podemos citar as formações constituídas, essencialmente, por materiais argilosos.</p> <p>Registo dos resultados (50)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Material Geológico</th> <th>Volume total (ml)</th> <th>Volume adicionada de água (ml)</th> <th>Volume de água escoada (ml)</th> <th>Porosidade (%)</th> <th>Porosidade Eficaz (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cascalheira</td> <td>400</td> <td>270</td> <td>250</td> <td>68</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>Areia</td> <td>400</td> <td>180</td> <td>20</td> <td>45</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Argila</td> <td>400</td> <td>210</td> <td>40</td> <td>53</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Areão</td> <td>400</td> <td>150</td> <td>23</td> <td>38</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Material Geológico</th> <th>Tempo (s)</th> <th>Volume de água escoada (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Cascalheira</td> <td>30</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Areia</td> <td>60</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Areão</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>22,5</td> </tr> </tbody> </table>	Material Geológico	Volume total (ml)	Volume adicionada de água (ml)	Volume de água escoada (ml)	Porosidade (%)	Porosidade Eficaz (%)	Cascalheira	400	270	250	68	63	Areia	400	180	20	45	5	Argila	400	210	40	53	10	Areão	400	150	23	38	6	Material Geológico	Tempo (s)	Volume de água escoada (ml)	Cascalheira	30	5	60	10	90	15	120	20	Areia	60	5	90	10	120	15	150	18	Areão	30	20	120	21	150	22	180	22,5
Material Geológico	Volume total (ml)	Volume adicionada de água (ml)	Volume de água escoada (ml)	Porosidade (%)	Porosidade Eficaz (%)																																																									
Cascalheira	400	270	250	68	63																																																									
Areia	400	180	20	45	5																																																									
Argila	400	210	40	53	10																																																									
Areão	400	150	23	38	6																																																									
Material Geológico	Tempo (s)	Volume de água escoada (ml)																																																												
Cascalheira	30	5																																																												
	60	10																																																												
	90	15																																																												
	120	20																																																												
Areia	60	5																																																												
	90	10																																																												
	120	15																																																												
	150	18																																																												
Areão	30	20																																																												
	120	21																																																												
	150	22																																																												
	180	22,5																																																												

Figura 29. V de Gowin da atividade prática laboratorial da componente de Geologia.

Tabela VI. Resultados do V de Gowin da atividade prática laboratorial da componente de Geologia.

Grelhas de registo do relatório “V de Gowin”

Parâmetros	Cotação	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9	Aluno 10	Aluno 11	Aluno 12	Aluno 13	Aluno 14	Aluno 15	Aluno 16
A. Formulação da questão-problema	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B. Princípios teóricos	40	35	35	30	38	38	37	35	38	30	35	35	20	30	40	25	35
C. Conceitos	15	12	13	14	14	12	10	12	12	10	10	12	5	5	14	12	12
D. Procedimentos	20	19	19	18	20	18	18	17	18	20	20	20	18	15	20	18	18
E. Avaliação do desempenho individual	15	15	15	10	15	15	15	8	15	15	15	10	12	12	15	15	12
F. Registo dos resultados	50	45	45	40	40	50	40	40	45	40	45	40	30	30	48	40	48
G. Discussão dos resultados /Conclusão	50	50	45	40	45	40	35	40	47	50	40	45	25	40	45	45	40
Total	200																
Classificação		186	182	162	182	183	165	162	185	175	175	177	120	142	192	165	175