



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

Práticas letivas em Biologia (reprodução sexuada e evolução biológica) e Geologia (processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres) no 11º ano de escolaridade

Rute Cláudia Esteves Teixeira de Barros Pires

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

Agosto, 2013



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

Práticas letivas em Biologia (reprodução sexuada e evolução biológica) e Geologia (processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres) no 11º ano de escolaridade

Rute Cláudia Esteves Teixeira de Barros Pires

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

Agosto, 2013

AGRADECIMENTOS

Uma vez concluída mais uma etapa do meu percurso académico, é com extremo agrado que partilho o mérito deste trabalho com algumas das pessoas que me ajudaram a torná-lo possível.

Em primeiro lugar, quero agradecer à orientadora cooperante, a professora Dra Paula Paiva, todo o seu interesse, disponibilidade e ajuda inestimável prestados ao longo de aproximadamente nove meses. Presenciar a dedicação e o fantástico trabalho que desenvolve com os seus alunos, foi certamente uma das experiências mais gratificantes e motivadoras durante o decorrer do estágio.

Agradeço à orientadora científica de biologia, a Prof. Doutora Isabel Abrantes, e à orientadora científica de geologia, a Prof. Doutora Celeste Gomes, todas as palavras de apoio, ânimo e incentivo, cruciais para dissipar incertezas e aflições. Agradeço ainda todas as sugestões, opiniões e partilhas de conhecimento pautadas de um manifesto rigor científico tanto em frases que se escrevem ou afirmações proferidas.

Agradeço aos alunos da turma 1 do 11º ano, que me receberam de braços abertos e com curiosidade pelo que tinha para lhes ensinar, mas também pelo que me ensinaram.

À Direção da Escola Secundária José Falcão, aos auxiliares de educação agradeço a ajuda demonstrada.

À Dra. Cristina Tavares, que amavelmente conduziu os alunos no decorrer da saída de campo no Jardim Botânico de Coimbra.

Ao meu amigo Tiago Serra agradeço a disponibilidade e o entusiasmo com que me acompanhou em alguns momentos no decorrer deste estágio.

Aos meus amigos, agradeço a compreensão face aos inúmeros dias de ausência.

À minha irmã que, embora estando longe, me reconfortou e me deu conselhos preciosos.

Um agradecimento muito especial aos meus pais que confiaram, sem quaisquer ressalvas, na minha capacidade para concretizar este projeto.

Agradeço ao meu companheiro de longa data, Rui Carvalho, a força que me deu nos momentos de angústia e de dúvidas, nunca deixando de acreditar que levaria este trabalho a bom porto.

Agradeço, do fundo do coração, ao meu filho Santiago Carvalho todo o amor que me dedica. Foi ele o motor e o alicerce para que este trabalho fosse construído e concluído.

Sem todos eles esta senda teria sido muito mais difícil.

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido durante o estágio pedagógico, mais especificamente nas aulas de práticas de ensino supervisionado das unidades didáticas de Biologia, Reprodução sexuada e Evolução biológica, e de Geologia, Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres. Face à importância da natureza das ciências, educação em ciências e ensino das ciências, pretendeu-se averiguar se as estratégias implementadas nestas aulas (apresentação de diapositivos, atividades práticas, análise de filmes, animações e documentários) foram importantes para o ensino e aprendizagem dos conteúdos selecionados. A amostra (N=27) foi constituída por alunos do 11º ano de escolaridade do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias da Escola Secundária José Falcão. Os instrumentos de avaliação, usados para obter dados para responder às questões de investigação propostas, foram: os testes de avaliação na forma de teste diagnóstico antes (pré-teste) e após (pós-teste) a lecionação das unidades didáticas e os testes de avaliação sumativa; uma grelha de observação; os questionários relativos à opinião dos alunos sobre algumas das estratégias implementadas. Os resultados dos testes diagnósticos evidenciaram uma maior discrepância, entre os conhecimentos prévios e os construídos, na biologia relativamente à geologia. Por outro lado, algumas das estratégias implementadas, como a utilização de audiovisuais e construção de modelos 3D digitais, revelaram que houve uma evolução tanto na construção de conhecimentos sobre os temas, como na importância que os alunos atribuem a algumas temáticas, de biologia e geologia. Assim, pode concluir-se que as estratégias implementadas foram vantajosas no entendimento da natureza das ciências, por parte dos alunos, proporcionando uma evolução dos conhecimentos relativos às temáticas lecionadas. Além disso, este estudo permitiu fazer uma reflexão sobre as potencialidades e limitações das estratégias utilizadas nas práticas letivas.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem; Estágio pedagógico; Evolução biológica; Práticas de ensino supervisionadas; Processos e materiais geológicos em ambientes terrestres; Reprodução sexuada

ABSTRACT

This study was carried out during the pedagogical training, specifically in the lessons supervised lectures of the units of Biology, Sexual Reproduction, Biological evolution and Geology, Important processes and geological materials in terrestrial environments. Given the importance of the nature of science, science education and science teaching, the main goal of this study was to find out whether the implemented strategies (slideshow, practical activities, and analysis of films, animations and documentaries) were important for teaching and learning the selected contents. The sample (N = 27) consisted of students from the 11th grade of the course Scientific-Humanistic of Sciences and Technologies, High School Jose Falcão. The assessment instruments used to obtain data to answer the research questions proposed were: the evaluation tests in the form of diagnostic test before (pre-test) and after (post-test) the teaching of the didactic units, and the summative test; an observation grid; questionnaires regarding students' opinions about some of the strategies. The results of the diagnostic tests showed a greater discrepancy, between the prior and constructed knowledge, in biology in relation to geology. On the other hand, some of the implemented strategies, such as the use of audiovisual and building 3D digital models, revealed that there was an evolution in the construction of knowledge about the theme and in the importance that students attribute to some issues,

of biology and geology . Thus, it can be concluded that the strategies implemented were useful for the understanding of the nature of science, providing an evolution of knowledge concerning the topics taught. Moreover, it was possible to make a reflexion on the potential and limitations of the strategies used in teaching practices.

Keywords: Biological evolution; Important processes and geological materials in terrestrial environments; Pedagogical training; Teaching and learning; Sexual reproduction; Supervised practice teaching;.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1- Questões de investigação e objetivos	1
1.2- Organização do trabalho	2
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
2.1- Educação em ciências e o ensino das ciências	4
2.2- Literacia científica	8
2.3- Relevância das atividades práticas no ensino e aprendizagem das ciências	9
2.4- Estratégias de ensino e aprendizagem.....	10
2.5- Programa e orientações curriculares	13
2.6- Avaliação da aprendizagem	14
2.7- Biologia- Reprodução sexuada e Evolução biológica.....	17
2.7.1- Mutações cromossómicas	17
2.7.2- Reprodução sexuada e variabilidade genética.....	19
2.7.3- Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em animais.....	20
2.7.4- Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em angiospérmicas	23
2.7.5- Ciclos de vida.....	25
2.7.6- Evolução biológica- transição de seres procariontes para seres eucariontes	27
2.8- Geologia- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.....	30
2.8.1- Minerais e suas propriedades	30
2.8.2- Ciclo das rochas, rochas sedimentares como arquivos da história da terra.....	37
2.8.3- Fósseis, datação relativa das rochas sedimentares, estratigrafia e paleoambientes	41
3. METODOLOGIA	51
3.1- Natureza do estudo.....	51
3.2- Etapas do estudo	51
3.2.1- Seleção de temas	51
3.2.2- Planificação.....	52
3.2.3- Construção e aplicação dos testes de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste).....	52
3.2.4- Construção de recursos didáticos	52
3.2.5- Lecionação das unidades didáticas	52
3.2.6- Avaliação	52
3.2.7- Participação no VIII Congresso de Jovens Geocientistas sobre o tema Geociências e Sociedade	53
3.2.8- Construção e aplicação dos questionários.....	53
3.2.9- Tratamento e análise dos resultados.....	53

3.2.10- Outras atividades.....	53
3.3- Caraterização da amostra	54
3.4- Estratégias.....	54
3.5- Recursos didáticos	55
3.5.1- Power points.....	55
3.5.2- Fichas de trabalho	55
3.5.2.1- Fichas de trabalho- Biologia	60
3.5.2.2- Fichas de trabalho- Geologia	74
3.5.3- Filmes, animações e documentários.....	76
3.5.4- Modelos 3D.....	76
3.6- Avaliação	77
3.6.1- Testes de avaliação diagnóstica	77
3.6.2- Testes de avaliação sumativa	81
3.6.3- Grelha de observação para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas	90
3.7- Questionários – Filmes, animações e documentários e modelos 3D	90
4. RESULTADOS E CONCLUSÕES	94
4.1- Biologia.....	94
4.1.1- Teste de avaliação diagnóstica (pré-teste)	94
4.1.2- Teste de avaliação diagnóstica (pós-teste).....	97
4.1.3- Comparação dos resultados do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste) ...	98
4.1.4- Testes de avaliação sumativa	100
4.2- Geologia.....	104
4.2.1- Teste de avaliação diagnóstica (pré-teste)	104
4.2.2- Teste de avaliação diagnóstica (pós-teste).....	106
4.2.3- Comparação dos resultados do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste) .	107
4.2.4- Teste de avaliação sumativa.....	109
4.2.5- VIII Congresso de Jovens Geocientistas.....	111
4.3- Questionário sobre filmes, animações e documentários e modelos 3D	112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXOS.....	127

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho, sobre as práticas letivas em Biologia, nas unidades didáticas Reprodução sexuada e Evolução biológica, e Geologia, e na unidade didática Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres, 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.

De acordo com o regulamento (p. 138) dos cursos de mestrado em ensino da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, esta disciplina compreende “atividades de práticas de ensino supervisionadas, atividades de intervenção na escola, atividades de relação com o meio, seminários e sessões de natureza científica e pedagógica/didática e atividades de coordenação”.

Este trabalho pretende ser uma reflexão sobre as aulas de práticas de ensino supervisionadas, desenvolvidas ao longo de 9 meses na Escola Secundária José Falcão, sob a orientação da orientadora cooperante professora Dra. Paula Paiva.

A tecnologia desempenha um papel cada vez mais relevante e decisivo, numa sociedade baseada na informação e no conhecimento, exigindo aos cidadãos uma constante atualização às novas tecnologias que inundam a vida quotidiana em diversos setores da atividade humana (Costa *et al.*, 2007). A convicção de que os jovens parecem estar em estreita consonância com as tecnologias de informação e comunicação (TIC), constituiu um aspeto importante para a realização deste estudo. Desta forma, sentiu-se necessidade de encontrar estratégias que permitissem a motivação e o envolvimento dos alunos ao longo do processo de aprendizagem.

Para dar resposta às questões de investigação propostas foram elaborados testes de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste), fichas de avaliação sumativa, grelhas de observação e questionários.

1.1- Questões de investigação e objetivos

O estudo foi orientado pelas seguintes questões de investigação:

- As estratégias de ensino implementadas serão importantes para o ensino e aprendizagem dos conteúdos das unidades didáticas lecionadas?
- As estratégias de ensino utilizadas despertarão o interesse dos alunos?

Os objetivos gerais delineados para este estudo foram:

- Definir com clareza e precisão, os objetivos de ensino para cada unidade didática;
- Desenvolver estratégias para o ensino e aprendizagem;
- Avaliar a evolução da aprendizagem;
- Analisar, de forma crítica, as estratégias de ensino implementadas.

Os objetivos específicos foram adaptados dos objetivos curriculares das disciplinas de Biologia e Geologia estabelecidos pelo Departamento de Ensino Secundário, do Ministério da Educação e Ciências (DES-ME, 2001):

Assim para a disciplina de biologia e geologia são definidos os seguintes objetivos (adaptado de DES-ME, 2001):

- Expandir conhecimentos e competências nas áreas científicas de Biologia e Geologia;
- Contribuir para a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos científicos essenciais para um conhecimento sólido das disciplinas de Biologia e Geologia;
- Fomentar uma visão integradora da Ciência, relacionando-a com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;
- Fomentar a consciencialização e reflexão crítica dos alunos;
- Aperfeiçoar capacidades de comunicação escrita e oral, através do uso de diversos suportes como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).
- Avaliar a aprendizagem com vista a introduzir correções que se considerem pertinentes.

As planificações das aulas de regência foram feitas de acordo com os objetivos educacionais da taxonomia de Bloom revista (Ferraz & Belhot, 2010)

1.2- Organização do trabalho

Este trabalho divide-se em cinco secções: Introdução; Enquadramento teórico; Metodologia; Resultados e conclusões; e Considerações finais.

A Introdução inclui algumas considerações prévias, a contextualização do trabalho, a justificação da sua relevância, questões e objetivos do estudo e a organização do trabalho.

No Enquadramento teórico, que serviu de base para a realização do trabalho, refere-se: 1) a natureza das ciências a educação em ciências e o ensino das ciências, realçando os benefícios culturais, educacionais e científicos do ensino; 2) a literacia

científica; 3) a relevância das atividades práticas no ensino e na aprendizagem das ciências; 4) as estratégias de ensino e aprendizagem. 5) o programa e orientações curriculares; 6) a avaliação da aprendizagem; 7) conteúdos na componente de Biologia; 8) e conteúdos na componente de Geologia.

Na Metodologia, são descritos os métodos e os procedimentos, de forma a obter resposta às questões de investigação. Para além da caracterização da amostra, são apresentadas as estratégias de ensino, os materiais didáticos utilizados na lecionação e os instrumentos de avaliação.

Na seção de Resultados e conclusões são analisados os resultados obtidos através dos instrumentos de recolha de dados.

Nas Considerações finais são apresentadas as reflexões, relativas ao processo investigativo desenvolvido e à prática de ensino supervisionada.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1- Educação em ciências e o ensino das ciências

Embora contactando todos os dias com uma série de aspetos ligados à ciência, através dos *mídia* (por exemplo), parece que os alunos, e o público em geral, têm conhecimentos limitados acerca da natureza da ciência e a forma como esta é conduzida pelos cientistas (Coll, 2005). Aprender como se faz investigação científica e a usar informação científica na tomada de decisões que afetam a sua vida pessoal, as suas profissões e as sociedades é de extrema importância para os jovens (Staver, 2007).

As ciências são uma forma de conhecimento, um método sistemático de obter informação sobre os processos naturais. Através do método científico, os cientistas usam uma variedade de abordagens, técnicas e procedimentos para recolher dados a partir da natureza, para os passar a examinar e analisar no sentido de construir conhecimento relativo aos organismos, à matéria inanimada, à energia e a processos que ocorrem. O conhecimento científico reveste-se de quatro formas: hipóteses, factos, leis e teorias. Os cientistas colocam e resolvem os problemas através da investigação científica (Staver, 2007).

Diversas investigações científicas têm revelado que tanto a escola como os meios de comunicação social parecem contribuir para a construção de conceitos limitados da natureza das ciências (Cachapuz *et al.*, 2002). É necessário usar aproximações à ciência que a identifiquem como um processo de construção e verificação empírica de modelos, no que respeita às suas capacidades de explicar e prever determinados factos ou acontecimentos. Apesar de algumas ideias científicas estarem testadas e não apresentarem motivos para grande controvérsia, os alunos sentem alguma relutância em as aceitar dado o conflito que existe entre o conhecimento prévio, que possuem, e a forma como são apresentadas posteriormente (Staver, 2007).

Na didática das ciências existe, cada vez mais, o consenso de considerar que a compreensão da natureza das ciências, por parte dos alunos do ensino secundário, é um dos objetivos mais importantes da educação científica, sendo valorizada a sua presença no currículo de ciência (Acevedo *et al.*, 2005).

A questão *para quem* uma educação científica, nem sempre é evidente. Em Portugal, ao nível do ensino formal e obrigatório, a educação em ciência é direcionada a todos. No entanto, deve articular-se de forma estreita à questão *para quem* (Bonito, 2008). Segundo Staver (2007), a educação em ciências serve três grandes propósitos: preparar os

alunos para o estudo das ciências em níveis de ensino mais elevados; preparar os alunos para entrada no mercado de trabalho, na busca de ocupações e estabelecimento de profissões e preparar os alunos para se tornarem cidadãos com elevados níveis de literacia científica. Independentemente das visões adotadas pelos diferentes países, a ciência é tanto uma forma de obter conhecimento como o próprio conhecimento em si.

A educação em ciência, tanto no ensino básico como no secundário, “visa muito mais do que a formação de recursos humanos (de futuros especialistas), e trata-se, sobretudo, de ter em “conta a educação de cidadãos cientificamente cultos”, e ainda “o desenvolvimento pessoal de quem aprende, a sua inserção e participação esclarecida, responsável e com sucesso em sociedades tecnologicamente evoluídas” que se pretendem “abertas e democráticas”. Além disso, existem três vertentes ocultas na designação de Educação em Ciências: “Educação *para, sobre e através* da Ciência” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 13). De acordo com Hodson (2008), a educação em ciências é incompleta se não existir envolvimento dos alunos na preparação e na tomada de decisões relativas a assuntos de importância social e política. Cachapuz *et al.* (2002) acrescentam que a existência da Ciência e a Educação em Ciência se conjugam na articulação entre a ciência e a democracia, tecnologia e ética.

Ao nível da educação em ciências, é quase consensual que a compreensão dos processos científicos, utilizados pela ciência e a aprendizagem dos conceitos e dos conhecimentos de uma forma geral, “requerem que o aluno seja colocado numa situação em que tenha que aprender o conteúdo através do método” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 84).

Hodson (1993), citado por Gabriel (2006, p. 3), menciona três grandes finalidades para a educação em ciências: “Learning Science” que define como sendo a aquisição e desenvolvimento conceituais e teóricos do conhecimento; “Learning about Science” que remete para o desenvolvimento e entendimento da natureza e métodos em ciências, assim como para uma consciencialização da interação entre ciência e sociedade e “Doing Science” onde estão patentes o desenvolvimento de capacidades de investigação científica e a resolução de problemas.

O ensino das ciências serve o importante propósito final que é a aprendizagem dos alunos. Se os alunos falham ou se debatem nesta aprendizagem, a responsabilidade não deve ser atribuída unicamente aos mesmos, uma vez que o ensino das ciências tem uma finalidade, não devendo ser a finalidade em si. Desta forma, os professores de ciências devem: 1) respeitar e aceitar as perceções de cada aluno individualmente; 2) refletir e considerar a aprendizagem como algo prioritário, quando selecionam e usam estratégias e

metodologias de ensino específicas; 3) acreditar que todos os alunos podem e conseguem aprender; 4) criar ambientes de aprendizagem desafiadores, embora não ameaçadores; 5) comprometer-se com a aprendizagem e o crescimento intelectual de todos os alunos; 6) ter uma visão de si próprios como sendo capazes, de confiança e positivos; e 7) acreditar na sua capacidade de ensinar de forma eficaz, que se traduzirá em resultados de aprendizagem positivos (Staver, 2007). Os alunos encontram-se no centro dos processos de ensino e aprendizagem, com o propósito de que estes integrem o saber, o saber fazer, o saber ser e o saber estar. Na atualidade, é de suma importância o aprender a aprender (Rodicio, 2013).

Segundo Cachapuz *et al.* (2002, p. 131), “ensinar ciências pressupõe tomar decisões tendo em conta o aluno, o ambiente de aprendizagem e a natureza dos saberes a ensinar”. Também para Galvão *et al.* (2006, p. 16), o ensino das ciências pretende “desenvolver ambientes de aprendizagem onde a observação, a experimentação, a previsão, a dúvida, o erro, estimulem os alunos no seu pensamento crítico e reflexivo”.

Para Acevedo *et al.* (2005, p. 1), “em certas situações, a Didática das Ciências transmite como mitos algumas crenças que não estão suficientemente sustentadas pela investigação que ela própria produz”, como por exemplo “a suposta relação entre a prática docente e as crenças sobre a Natureza da Ciência, e a crença de que a sua compreensão é um fator chave na hora de tomar melhores decisões cívicas em questões tecnocientíficas de interesse social”.

O ensino das ciências visa promover o desenvolvimento de competências necessárias aos alunos para se integrarem numa sociedade com mudanças tecnológicas aceleradas e onde se exigem, cada vez mais, indivíduos com educação abrangente em diversas áreas (Galvão *et al.*, 2006). Existem vários argumentos a favor do ensino das ciências, e Osborne (2000), citado por Galvão *et al.* (2006), considera os argumentos utilitário, económico, cultural e democrático como sendo de interesse fundamental.

A aprendizagem, de uma forma geral, requer uma complexa maturação cognitiva, conhecimentos e experiências prévios e capacidade de raciocínio. Atualmente, a aprendizagem é descrita como um processo ativo e interno, levado a cabo pelos alunos, tendo em vista a construção de novos conhecimentos constituindo também um processo cultural e social em que as interações entre os pares desempenham um papel importante (Staver, 2007). A aprendizagem da ciência não pode ser caracterizada somente pela aprendizagem de conteúdos ou pela aprendizagem dos processos mas pela sua “interação dinâmica em situações de aprendizagem” de forma a que os alunos mobilizem os seus saberes no desenvolvimento de “processos investigativos” construindo e reconstruindo,

contínua e progressivamente, a sua compreensão do mundo (Almeida, 2001). De modo idêntico, Staver (2007) refere que o conhecimento aprofundado das ciências está para além da memorização de conceitos e factos isolados, devendo incluir um sistema coerente de factos, conceitos e investigação científica, assim como uma elevada capacidade de resolução de problemas (Staver, 2007). Para Cachapuz *et al.* (2002, p.130), a “aprendizagem é uma função da atividade, contexto e cultura em que ocorre” sendo “mediada pelas diferenças de perspetivas entre os alunos envolvidos cooperativamente na resolução de uma dada atividade”.

Para um ensino eficaz das ciências, o seu currículo, em todos os ciclos, deve focar-se no essencial do conhecimento científico e deve incluir a investigação científica como parte fulcral desse mesmo conhecimento, acentuando a investigação científica como método ou estratégia de ensino (Staver, 2007). De acordo com Valadares (2001, p. 2), a alteração do currículo de ciências tem em vista uma melhoria do seu ensino, sendo necessário encontrar novas estratégias que “conduzam a um ensino das ciências mais aliciante, motivador e frutuoso”, mais “adequado à natureza das ciências, aos princípios psicológicos do desenvolvimento e da aprendizagem dos alunos e ao mundo da informação, do conhecimento e da mudança em que vivemos”.

O recurso a estratégias variadas e adequadas para os alunos são um dos fatores de êxito da atividade do professor de ciências, em que as estratégias construtivistas e investigativas procuram esse duplo suporte. O conhecimento sobre o modo como é construída a ciência conduz-nos ao construtivismo, segundo o qual a aprendizagem dos alunos é um processo ativo, pessoal e idiossincrático de construção do seu conhecimento (Valadares, 2001). No construtivismo, os conhecimentos prévios dos alunos e a forma como se encontram mentalmente estruturados são decisivos para novas aprendizagens (Valadares, 2001). Para Staver (2007), é necessário um ensino que, através de estratégias e técnicas apropriadas, envolva e ajude os alunos a desenvolver o seu pensamento ativo e crítico. A ênfase da investigação científica e da resolução de problemas, no ensino das ciências, fomenta um conhecimento mais aprofundado das ciências ao contrário do que acontece com a mera resolução de exercícios. No entanto, presentemente, o ensino das ciências contém demasiada resolução de exercícios em detrimento da resolução de problemas (Staver, 2007).

No âmbito do ensino das ciências existem argumentos em defesa de uma ciência que valoriza contextos de ciência-tecnologia-sociedade e ambiente com forte componente experimental (Cachapuz *et al.*, 2002). Também Galvão *et al.* (2006, p. 34) defende que se

deve “dar ênfase às relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), valorizando-se o modo como o conhecimento é construído e dando relevo tanto à natureza das ciências como há história das ideias em ciência”.

2.2- Literacia científica

O conceito de literacia diz respeito tanto à capacidade de ler e escrever como ao conhecimento, à aprendizagem e à educação (Carvalho, 2009).

O termo literacia científica (*scientific literacy*) surgiu na década de 50 nos Estados Unidos da América, num contexto social de apoio à ciência e à educação em ciências, muito embora o conceito não fosse muito claro. Desde os anos 80 até à atualidade surge a necessidade de desenvolver a literacia científica, associada ao reconhecimento da importância da ciência e tecnologia como sendo essencial para o progresso económico das sociedades ocidentais (Carvalho, 2009). No início do novo milénio, o ensino para a compreensão da natureza da ciência e a sua relação com a sociedade e cultura, emerge em paralelo com a literacia científica, como ideias fundamentais (Galvão *et al.*, 2006).

A noção de literacia científica expressa a importância do conhecimento, da formação e das atitudes para todos, e não apenas para uma elite, como por exemplo professores universitários, professores do secundário e investigadores ligados ao desenvolvimento de currículos (Hodson, 2008). O conceito de literacia científica surge da necessidade de os cidadãos poderem compreender e apoiar projetos de ciência e tecnologia. Estas competências devem ser desenvolvidas no âmbito da educação em ciências e dirigidas a crianças nas escolas e a adultos (Carvalho, 2009). Assim, é necessário uma compreensão dos conceitos e explicações científicas, bem como o entendimento das limitações da ciência no mundo, alicerçado numa atitude crítica e reflexiva da ciência (Pinto-Ferreira *et al.*, 2006).

A promoção da literacia científica é fundamental na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e da natureza da ciência e da tecnologia e no desenvolvimento cognitivo, social, político e ético dos cidadãos (Hodson, 2008).

No “Programme for International Student Assessment” (PISA, 2006), o conceito de literacia científica “(...) remete para a capacidade dos alunos aplicarem os seus conhecimentos e analisarem, raciocinarem e comunicarem com eficiência, à medida que colocam, resolvem e interpretam problemas numa variedade de situações concretas” (Pinto-Ferreira *et al.*, 2006, p.6). No caso português é de assinalar os resultados

insatisfatórios dos alunos neste estudo internacional que obriga a perspetivar a formação de professores num quadro de promoção da literacia em ciências (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2013).

Em populações com elevados níveis de literacia científica existe um benefício que se manifesta “ (...) na economia nacional, no próprio desenvolvimento da ciência, nas políticas de ciência e nas práticas democráticas. Ao nível individual, manifestam-se na capacidade de tomadas de decisão no âmbito dos estilos de vida, na empregabilidade, nos aspetos intelectual e estético, e na ética” (Carvalho, 2009, p.13).

2.3-Relevância das atividades práticas no ensino e aprendizagem das ciências

A construção de conhecimento científico resulta das atividades práticas desenvolvidas em ciências, em ambientes de aprendizagem estruturados que constituem um suporte para a construção ativa do conhecimento (Staver, 2007). A relevância destas atividades é amplamente reconhecida na revisão curricular do ensino secundário (DESME, 2003).

A motivação é um fator que contribui para a aprendizagem das ciências, sendo um processo que inicia e dá continuidade à aprendizagem. Devem-se enfatizar as atividades que produzam satisfação, vão ao encontro das necessidades dos alunos e visem atingir objetivos individuais de aprendizagem (Staver, 2007).

As novas formas de ensinar e aprender ciências, devem refletir o “processo ativo de construção da própria ciência”, e as atividades de ensino e de aprendizagem, experimentais ou não, devem adequar-se às “capacidades e atitudes que se pretende desenvolver no aluno”, não se reduzindo a “receitas”. O processo de atuação deve incluir atividades de “hands-on” e “minds-on” promovendo a construção, pelos alunos, do “seu próprio conhecimento através de atividades de caráter investigativo e resolução de problemas” (Fernandes, 2001, p.7).

De acordo com Migueis (1999, citado por Gabriel *et al.* 2006, p. 2), os objetivos atribuídos ao trabalho prático podem sintetizar-se em cinco domínios: “Promover o interesse e a motivação; Desenvolver *skills* práticos e de laboratório; Apoiar a compreensão dos conceitos e da teoria; Desenvolver competências investigativas e de resolução de problemas; Promover a compreensão da natureza da ciência”. Além disso, “apesar de trabalho prático ser uma atividade prática, que envolve o “fazer”, o interesse educativo é muito limitado sem o desenvolvimento do “pensar””.

Para Hodson (1988, citado por Bonito 1996, p. 2), identificar o “(...) trabalho prático com o trabalho laboratorial não é correto, pois estamos a partir do pressuposto que o aluno deverá desenvolver no laboratório, atividades iguais às que os cientistas levam para construir ciência, o que é amplamente errado”. O trabalho prático, “ (...) enquanto recurso didático à disposição do professor, inclui todas as atividades em que os alunos esteja diretamente envolvido” e assim o “(...) trabalho prático é mais alargado e inclui, entre outros, o trabalho laboratorial e o trabalho de campo” (Hodson, 1988, citado por Dourado, 2001, p. 13). Este envolvimento dos alunos no trabalho prático pode ser de cariz psicomotor, cognitivo ou afetivo e “incluir atividades laboratoriais, trabalho de campo, atividades de resolução de exercícios ou problemas de papel e lápis, utilização de um programa informático de simulação, pesquisa de informação na internet” (Leite, s/d, p. 1). Os critérios que permitem identificar a divergência entre trabalhos laboratoriais e de campo de outros trabalhos práticos estão relacionados com o local em que as atividades se realizam (Bonito, 1996). O critério que permite distinguir o trabalho experimental, de outros não experimentais, centra-se na metodologia utilizada, principalmente nos aspetos relativos ao controlo e manipulação de variáveis.

Em atividades laboratoriais os professores muitas vezes focam-se no desenvolvimento de *skills* e técnicas de laboratório ao invés de fomentar a construção de novas ideias através da investigação e pesquisa (Staver, 2007).

O trabalho de campo assume-se como um método didático de inegável valor no ensino e aprendizagem das Ciências, podendo ser integrado de forma articulada e integrada na resolução de problemas (Dourado, 2006).

2.4- Estratégias de ensino e aprendizagem

As estratégias de ensino salientam a atuação do professor e as ações dos alunos nos processos de ensino e aprendizagem e dizem respeito à seleção de métodos e materiais didáticos que se prevêem utilizar (Ribeiro & Ribeiro, 1990). O uso de diversas estratégias e formas de avaliação devem ser consistentes com os objetivos que se pretendem alcançar em cada aula (Staver, 2007).

De facto, um dos fatores determinantes para o sucesso no ensino é estabelecer objetivos, de forma clara e precisa, que devem estar relacionados com o conteúdo, estratégias de ensino e elaboração de instrumentos de avaliação da aprendizagem (Pelissoni, 2009). No domínio cognitivo da taxonomia de Bloom “não se pode

compreender o que ainda não se *conhece*, tal como não se *aplica* o que ainda não se entendeu” o que nos remete para uma hierarquia de níveis cognitivos (Ribeiro & Ribeiro, 1990, p. 133). A taxonomia de Bloom é um instrumento que auxilia a identificação e implementação de objetivos educacionais ligados ao desenvolvimento cognitivo, no que respeita ao desenvolvimento de competências (conhecimentos, capacidades e atitudes) e que visam a planificação dos processos de ensino e aprendizagem (Ferraz, 2010).

O “(...) ato educativo é, na sua essência, um processo comunicativo” onde as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) se revestem de particular importância, sendo uma estratégia de ensino com potencial para promover a atenção e interesse dos alunos por determinadas temáticas (Silva, 2001). A disponibilidade e o crescimento exponencial das TIC digitais, propicia oportunidades únicas para o ensino e a aprendizagem no ensino secundário, embora existam algumas críticas relativamente ao seu papel no conhecimento autêntico em educação em ciências (Van Rooy, 2012).

O computador multimédia permite a combinação de texto, voz e imagem e a Internet é o exemplo da rede global de comunicações que está em constante progressão. A “(...) natureza das atuais TIC perspectiva-as como um elemento que contribuem fortemente para condicionar e estruturar a ecologia cognitiva e organizacional das sociedades, estimulando transformações noutros níveis do sistema sociocultural (educativo, económico, político, social, religioso, cultural, etc.). Na relação entre a tecnologia e as estruturas educativas, considera-se que as atuais TIC contêm potencial estratégico para renovar a estrutura escolar e curricular ao nível das repercussões organizativas, da relação com os conteúdos e da metodologia”. Em relação aos conteúdos, trata-se de construir um paradigma de aprendizagem de “pleno acesso ao conhecimento” onde “todo o tipo de conhecimentos relacionados com o programa, o acesso a fontes de informação diversificadas, a atualização permanente dos conteúdos, através do acesso a bases de dados e ao estabelecimento de uma relação direta com os criadores do conhecimento, é colocada inteiramente à disposição dos alunos”. Com relação à metodologia, existem possibilidades de criar metodologias singulares e variadas, adaptadas ao perfil dos alunos e aos contextos de aprendizagem, valorizando o método e o processo (Silva, 2001, p. 22).

Em termos práticos, a utilização de meios tecnológicos em educação tem duas vertentes, uma que os coloca “ao serviço exclusivo do professor, apoiando-o na sua tarefa de comunicação e transmissão do saber” e outra em que as tecnologias se encontram ao serviço do “aluno, como organizadores e facilitadores da aprendizagem” (Costa *et al.*, 2007, p. 16).

O Power Point é um recurso que permite a utilização de informação sob a forma de representações pictóricas (fotografias, imagens, gráficos e diagramas). Assim sendo, a construção de materiais didáticos como o Power Point podem também ser entendidos como uma estratégia que promove o ensino e a aprendizagem.

As imagens podem ter efeitos adversos sobre as aprendizagens ao serem usadas para disfarçar uma fraca argumentação e textos desestruturados, ou quando são demasiado atrativas e passíveis de conduzir à apatia dos alunos, à falta de capacidade crítica ou ao não questionar o que está a ser dito. No entanto, as imagens, enquanto representações pictóricas, podem ser eficazes e geradoras de conhecimento (Gabriel *et al.*, 2008)

Inúmeras capacidades não serão estimuladas e desenvolvidas pelos alunos, se o professor não adotar estratégias em que terão que investigar questões com uma complexidade adequada, no sentido de obter respostas para essas questões. São os alunos que, orientados pelo professor, encontram as respostas e, desse modo, construirão o seu conhecimento, desenvolvendo capacidades essenciais como membros de uma sociedade em permanente mudança. Estas estratégias também podem ser usadas na resolução de problemas de papel e lápis ou no “desempacotamento” da informação contida em determinadas fontes de conhecimento como no caso de filmes (Valadares, 2001).

O ensino por pesquisa encontra-se associado aos interesses quotidianos e pessoais dos alunos, que passam a compreender os conteúdos como sendo necessários ao exercício do pensar, com outras finalidades que não a avaliação com índole de mera classificação. “A informação que se procura nasce mais na discussão dos alunos com a ajuda do professor e menos de um processo curricular muito estruturado e exaustivo” em que os “(...) problemas amplamente discutidos na aula nascem de problemáticas mais abertas” e onde existe envolvimento do aluno. Com este tipo de ensino é “(...) previsível que as próprias imagens que os alunos têm de Ciência e construção do conhecimento científico também sofram alterações” (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 172).

Na última revisão curricular, as “(...) técnicas e o domínio dos processos de sistematização e tratamento de informação, das aplicações ligadas ao desenho assistido por computador” são “domínios estratégicos do conhecimento” a que não se pode ficar alheio (DGIDC, 2003, p. 7).

Os modelos e a modelação são recursos chave, para os cientistas, professores de ciências e aprendizes de ciências, uma vez que a utilização de modelos e analogias pode contribuir para o ensino e a aprendizagem das ciências. As pedagogias, que envolvem

vários tipos de modelação, são eficazes quando os alunos são capazes de construir e criticar os seus próprios modelos (Coll *et al.*, 2005).

A modelação é um processo importante para construir uma educação em ciência mais autêntica. A modelação, nos processos de ensino e aprendizagem, é essencial na produção, validação e disseminação do conhecimento científico e no estímulo para a aprendizagem. A construção de modelos envolve a: 1) resolução e elaboração de explicações acerca dos processos científicos; 2) definição e reavaliação dos problemas ao longo do tempo; 3) pesquisa de informação. Deste modo, a construção de modelos pode proporcionar argumentos científicos para que os alunos possam defender os seus pontos de vista, baseados em evidências que perspetivaram para determinados processos. Para além disso, a construção de modelos pode potenciar contextos para que os alunos reflitam acerca dos propósitos da ciência e dos modelos ou teorias, encorajando os alunos a aprender Ciência (Van Driel, 2002; Coll, 2005; Justi, 2009).

A utilização de ambientes virtuais 3D e respetivos objetos de aprendizagem em contextos educativos proporcionam novos horizontes nos processos de ensino e de aprendizagem e “ambientes mais envolventes e cativantes para a prática educativa” (Bento, 201, p.56)

2.5- Programa e orientações curriculares

O currículo é o “conjunto das aprendizagens que, por se considerarem socialmente necessárias num dado tempo e contexto, cabe à escola garantir e organizar” (Roldão, 1999, p.22). Esta definição é completada pela de Ribeiro & Ribeiro (1990, p. 51) em que o currículo é “um plano estruturado de ensino-aprendizagem, incluindo objetivos ou resultados de aprendizagem a alcançar, matérias ou conteúdos a ensinar, processos ou experiências de aprendizagem a promover”. Associados aos currículos podem encontrar-se algumas sugestões metodológicas no tratamento dos conteúdos programáticos.

As novas exigências curriculares baseiam-se no desenvolvimento de competências gerais como saber estudar, resolver problemas, tomar decisões, argumentar, cooperar, debater e comunicar, assim como outras competências específicas relativas às áreas disciplinares (Galvão *et al.*, 2006).

A última revisão curricular preconiza novos contextos e novos objetivos estratégicos para o ensino secundário, que dão continuação aos objetivos e metas estabelecidas para a educação e formação europeias. Dos objetivos para o ensino

secundário, estabelecidos pela revisão curricular, prevê-se uma “resposta inequívoca aos desafios da sociedade da informação e do conhecimento” através das tecnologias da informação e comunicação (TIC), em que o seu ensino obrigatório “é um imperativo educativo, mas também social e cultural”. “O desafio da escola do futuro está na capacidade de formar para a produção, tratamento e difusão da informação” (DGIDC, 2003, p. 7).

O programa curricular para o curso Científico-Humanístico diz respeito ao conjunto de aprendizagens a alcançar pelos alunos, de acordo com os objetivos ratificados na Lei de Bases do Sistema Educativo (DES-ME, 2001; DES-ME, 2003). A formação geral deste curso, essencialmente vocacionado para o prosseguimento dos estudos, conta com a disciplina de Tecnologia de Informação e Comunicação, como sendo “fundamental para as aprendizagens essenciais numa sociedade dinâmica e inovadora, em que o domínio de ferramentas básicas da área das tecnologias de informação e comunicação é imprescindível” (DGIDC, 2003. p. 19). Na componente específica encontram-se as disciplinas bienais estruturantes de biologia e geologia.

A conceção e elaboração das planificações das unidades didáticas destas disciplinas, assim como a idealização e implementação das estratégias de ensino, assentam num quadro referencial de princípios orientadores propostos nos currículos e programas do curso Científico-Humanístico (DES-ME, 2003).

As orientações curriculares parecem estar em sintonia com as linhas propostas internacionalmente para o ensino das ciências, onde é dado ênfase à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) considerando-se um vetor que pode contribuir para a literacia científica.

2.6- Avaliação da aprendizagem

A avaliação da aprendizagem constitui um dos aspetos associados à profissão docente, sendo um desafio contínuo (Galvão *et al.*, 2006). Os resultados da avaliação devem ser direcionados para alterar estratégias de ensino e aprendizagem dos alunos no sentido de uma construção do conhecimento mais positiva (Staver, 2007).

Com o processo de avaliação pretende-se regular o ensino, orientar o percurso escolar, e certificar o desenvolvimento de competências (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 23.º, 1).

A avaliação no ensino “define situações ou comportamentos indicadores da aprendizagem conseguida pelos alunos, resultando daí a evidência ou demonstração do que se aprendeu, verificando se há, ou não, correspondência entre os resultados esperados (no currículo) e os acontecidos” (Ribeiro & Ribeiro, 1990, p. 59). A avaliação da aprendizagem deve ultrapassar a classificação nas práticas educativas, nas quais se utiliza a avaliação como recurso motivador e regulador da aprendizagem, e deve ser entendida como um processo contínuo, sistemático e orientador dos objetivos educacionais com uma função diagnóstica (Pelissoni, 2009). De acordo com Galvão *et al.* (2006, p. 60), colocar “a avaliação no centro de um processo reflexivo é, talvez, a maior viragem de perspectiva que se pode fazer. Não é retirar-lhe a carga classificativa e certificadora, é mostrar que antes dessa há outras formas de olhar para a aprendizagem dos alunos e colocá-la ao mesmo nível dessas aprendizagens” de forma a que o professor perceba como estão a raciocinar os seus alunos e que “dificuldades bloqueiam a compreensão dos assuntos”.

Existe uma inter-relação entre avaliação e aprendizagem, devendo a avaliação ser considerada uma parte complementar do processo de aprendizagem. Desta forma, são definidos três tipos de avaliação: avaliação *da* aprendizagem (*assessment of learning*), avaliação *para a* aprendizagem (*assessment for learning*), e avaliação *como* aprendizagem (*assessment as learning*). A avaliação da aprendizagem tem um propósito predominantemente sumativo, assumindo a forma de testes ou exames, através dos quais se pretende apreciar o progresso realizado pelo aluno no final das unidades didáticas ou no final do ano letivo. A avaliação para a aprendizagem valoriza a vertente formativa e é usada para identificar e analisar as dificuldades dos alunos. Esta informação deverá ser considerada na reestruturação do ensino com a intenção de promover a aprendizagem de conteúdos. Na avaliação como aprendizagem, os alunos participam mais ativamente nas tarefas de um modo mais crítico e autónomo. Os professores e alunos em conjunto analisam as aprendizagens que merecem ser valorizadas e como devem ser organizadas e avaliadas (Earl, 2003).

O Ministério da Educação e Ciência preconiza três modalidades de avaliação: diagnóstica, formativa e a sumativa (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 24.º, 1).

A avaliação diagnóstica realiza-se no início do ano letivo, ou sempre que se considerar oportuno como, por exemplo, no início de uma unidade didática, “devendo fundamentar estratégias de diferenciação pedagógica, de superação de eventuais dificuldades dos alunos, de facilitação da sua integração escolar e de apoio à orientação escolar e vocacional”, e visando o reajustamento de estratégias de ensino (Decreto-Lei n.º

139/2012, Artigo 23.º, 2; Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 28.º, 1). A avaliação diagnóstica pode ser considerada como avaliação formativa e tem importância nos processos de ensino e de aprendizagem, permitindo obter informação sobre os conhecimentos prévios dos alunos e adequar a seleção de estratégias de ensino (Leite, 2000).

A avaliação formativa ocorre durante as atividades de ensino para verificar o progresso da aprendizagem dos alunos e o cumprimento dos objetivos (Ribeiro & Ribeiro, 1990). Este tipo de avaliação assume um “carater contínuo e sistemático” recorrendo a vários instrumentos “adequados à diversidade de aprendizagens e às circunstâncias em que ocorrem” de forma a permitir, tanto ao professor como ao aluno, o ajustamento de processos e estratégias (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 23.º, 3) e a adoção de medidas pedagógicas adequadas às características dos alunos e à aprendizagem (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 28.º, 1). Este tipo de avaliação ocorre durante todo o processo de ensino e aprendizagem e incide sobre os objetivos específicos delineados para as unidades didáticas.

A avaliação formativa deve então acompanhar todo o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando verificar o que está a correr bem e menos bem, sendo o tipo de avaliação que mais contribui para a qualidade da aprendizagem, uma vez que os seus resultados devem ter reflexos imediatos nos processos de ensino e de aprendizagem (Leite, 2000).

A avaliação sumativa inclui a avaliação sumativa interna, da responsabilidade do professor e dos órgãos de gestão e administração das escolas, e a externa da responsabilidade dos serviços do Ministério da Educação e Ciências (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 23.º, 4). A avaliação externa, para os cursos científico-humanísticos, realiza-se no ano terminal das respetivas disciplinas bienais na componente de formação específica (Decreto-Lei n.º 139/2012, Artigo 29.º, 3).

De acordo com Galvão *et al.* (2006, p. 59) o “uso das avaliações diagnósticas e formativas pelos professores, como parte integrante do processo de ensino tem um efeito significativo na aprendizagem dos alunos” e a avaliação sumativa deve procurar “constituir uma influência positiva no ensino e aprendizagem das ciências”, devendo “encorajar os professores e alunos a focarem-se mais claramente nos aspetos mais importantes da aprendizagem científica e a gastarem menos tempo em atividades relacionadas com os objetivos dessas aprendizagens”.

A avaliação deve desempenhar mais duas funções, para além das descritas, que são: a função avaliativa que está relacionada com o facto de a avaliação proporcionar “(...)

informação sobre a eficácia do currículo e das atividades de aprendizagem implementadas permitindo, por parte do professor, uma reflexão sobre a sua prática, adotando medidas no sentido de a melhorar; a função educativa, que se prende com o facto de as próprias atividades usadas para efeitos de avaliação servirem, também elas, para que o aluno desenvolva as suas aprendizagens. Assim, a avaliação deixa de ser vista como algo adicional ao processo de ensino e aprendizagem para passar a integrar esse processo” (Hodson, 1992, citado por Leite, 2000, p.5).

2.7- Biologia- Reprodução sexuada e Evolução biológica

2.7.1- Mutações cromossómicas

As mutações cromossómicas podem ocorrer durante o processo de meiose e podem ser estruturais ou numéricas.

Nas mutações cromossómicas estruturais há alteração do número ou arranjo dos genes, modificando a estrutura dos cromossomas. Estas alterações surgem durante a divisão I, na prófase I, quando ocorre o processo de *crossing-over* caracterizado pela troca de segmentos entre cromátídeos de dois cromossomas. As mutações estruturais podem ser deleções, duplicações, translocações e inversões (Hall, 2008).

A severidade da deleção, perda de um segmento de material cromossómico, depende da extensão do material que se perde, ou dos nucleótidos ou genes em falta. Se estiverem envolvidos genes funcionais, a deleção pode ser muito nociva tanto em organismos haploides como diploides, mas não necessariamente nociva em poliploides ou aneuploides, onde os genes que se perdem podem estar presentes em cromossomas extra (Hall, 2008; Futuyma, 1998). A síndrome “Cri-du-chat” (Mio-do-gato) foi descrita em 1963, pelo Dr. Lejeune em Paris, e o nome está relacionado com o choro, dos portadores, semelhante ao mio agudo de um gato, que desaparece após os dois primeiros anos de vida. Esta síndrome, causada pela deleção parcial do braço curto do cromossoma 5 (5p-), apresenta um cariótipo 44, XX, 5p- e 44, XY, 5p- e os portadores têm a face arredondada, microcefalia, má formação da laringe, aumento da distância entre os olhos e tônus muscular fraco. Nesta síndrome, o fenótipo sofre alterações com a idade (Passarge, 1995). Na duplicação existe repetição de um segmento do cromossoma que ocorre durante o processo de *crossing-over*, em que o emparelhamento de cromossomas homólogos, durante a recombinação, é ligeiramente retorcida, dando origem a um produto que contém material extra cromossómico. Nos genes, a duplicação resulta em cópias adicionais dos mesmos.

Uma vez que inúmeras famílias de genes com genes similares existem em muitas espécies, deduz-se que as duplicações têm sido recorrentes ao longo da evolução (Hall, 2008; Futuyma, 1998). As inversões dão-se quando a ordem dos genes de um fragmento do cromossoma é revertida. Nos organismos heterozigóticos, o *crossing-over* dentro destas sequências invertidas pode conduzir a anomalias. Os genes incluídos em segmentos que sofreram inversão tendem a permanecer unidos como um bloco não recombinante designado, por muitos autores, de super gene (Hall, 2008; Futuyma, 1998). Nas translocações existe transferência de material genético de um cromossoma para outro. Nas translocações recíprocas existe a troca de segmentos entre dois cromossomas não homólogos e nas translocações simples existe a transferência de material genético de um cromossoma para outro não homólogo (Hall, 2008; Futuyma, 1998).

Nas mutações cromossômicas numéricas, a alteração do número de cromossomas pode ocorrer: 1) no número de todos os conjuntos de cromossomas, alteração euploide e 2) no número de um determinado par de cromossomas, por excesso ou por defeito, alteração aneuploide (Hall, 2008; Futuyma, 1998). Estas mutações podem dar-se durante a divisão I, quando não existe separação ou disjunção dos cromossomas homólogos na anáfase I, ou durante a divisão II, quando não existe separação dos cromátídeos de cada cromossoma, na anáfase II.

A maioria dos eucariontes, com reprodução sexuada, são diploides com dois conjuntos de cromossomas ($2n$) e as alterações euploides variam desde haploides (n) até vários graus de poliploidia ($2n, 4n, \dots$). Estas situações devem-se ao facto de mais do que um espermatozoide fecundar o mesmo óvulo ou a falhas que ocorrem durante a divisão celular, podendo dar origem a gâmetas diploides em vez de haploides (Hall, 2008). Nos aneuploides, as alterações surgem quando os cromossomas são adicionados ou subtraídos ao conjunto normal. Nos gâmetas aneuploides existe um duplicado em excesso de um ou mais cromossomas como, por exemplo, as trissomias que ocorrem nos autossomas. Dos 22 pares de autossomas em humanos, somente três, 21, 18 e 13, são observadas regularmente. Estas trissomias diferem no conjunto de cromossomas afetados, no fenótipo e no percurso da doença. As trissomias surgem pela não disjunção dos cromossomas homólogos na anáfase II da meiose (pré-zigótica) ou durante a divisão mitótica (pós-zigótica) (Hall, 2008). A síndrome de Down, também designado por trissomia 21, é devida à presença de um cromossoma 21 extra e a síndrome de Patau corresponde a uma trissomia do cromossoma 13. O fenótipo inclui graves malformações do sistema nervoso, entre outros, sendo a esperança de vida muito curta (Passarge, 1995).

Em 1959, a análise de cromossomas em humanos, com as síndromes de Klinefelter e de Turner, permitiu identificar, pela primeira vez, que os fatores genéticos no cromossoma Y são importantes na determinação do sexo masculino. Indivíduos com Klinefelter, embora possuam dois cromossomas XX e um cromossoma Y (cariótipo 47,XXY), têm um fenótipo masculino e algumas características anormais. Esta síndrome é um exemplo de aneuploidia que ocorre nos cromossomas sexuais, os heterossomas. Indivíduos com quatro cromossomas X e um Y têm também um fenótipo masculino. Outro exemplo de aneuploidia é a síndrome de Turner, ou monossomia X (cariótipo 45, X0), em que os indivíduos possuem apenas um cromossoma X e não têm cromossoma Y e apresentam um fenótipo feminino, embora mal desenvolvido e acompanhado de malformações. Uma característica importante desta síndrome é a ausência de ovários. Mulheres com três cromossomas X, (cariótipo 47, XXX) são, em termos físicos, pessoas comuns, no entanto já foram observadas pessoas com aprendizagem desorganizada e atraso na fala (Passarge, 1995).

Tendo em conta todos os tipos de mutações e as formas como se processam, aquelas constituem uma fonte de variabilidade genética que permite a enorme diversidade de organismos e a evolução das espécies.

2.7.2- Reprodução sexuada e variabilidade genética

Nas espécies que se reproduzem sexuadamente, o número de cromossomas duplicaria a cada geração se não existisse meiose. A divisão reducional repõe o número de cromossomas característico de cada espécie. Durante a meiose, os genes que um indivíduo herda dos seus progenitores são recombinados através dos processos *crossing-over* e segregação independente de cromossomas, formando-se gametas geneticamente diferentes. Nos animais, as células sexuais, ou gametas, são formadas por divisão meiótica das células germinativas, os oócitos primários nas fêmeas e os espermatozoides primários nos machos, (Futuyma, 1998).

A recombinação genética, que ocorre durante o processo de *crossing-over* na Prófase I, e a segregação independente de cromossomas, na Anáfase I da divisão I da meiose, contribuem para a variabilidade genética dos organismos.

Na espécie humana, com 23 pares de cromossomas homólogos, o número de combinações possível é de 2^{23} , ou seja, cerca de 8 milhões de gametas, o que torna pouco provável que um indivíduo tenha genes apenas do pai ou da mãe (Futuyma, 1998). A

fecundação corresponde à união de dois gametas, geneticamente diferentes, com duplicação do número de cromossomas, passando a existir cromossomas homólogos. Assim, após a fecundação existem $2^n \times 2^n$ combinações genéticas diferentes para o ovo. No caso humano, será de $2^{23} \times 2^{23}$, ou seja, 64×10^{12} possibilidades de diferentes combinações genéticas para um ovo.

Na reprodução sexuada, a meiose e a fecundação asseguram a manutenção do número de cromossomas de uma espécie de geração em geração e contribuem para a variabilidade genética entre indivíduos da mesma espécie (Campbell *et al.*, 2008; Hall, 2008).

2.7.3- Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em animais

A reprodução sexuada ocorre quando duas células haploides, os gametas, produzidas durante a meiose, se fundem (fecundação) originando o zigoto. O indivíduo que se desenvolve a partir do zigoto pode, por sua vez, originar gametas por meiose. A maioria dos gametas são células haploides, produzidos por gametogénese, e o zigoto uma célula diploide. Os gametas femininos, os óvulos, são células grandes e imóveis enquanto os masculinos, os espermatozoides, são móveis e de menor tamanho (Campbell *et al.*, 2008; Futuyama, 1998; Purves *et al.*, 2004). A maioria das hipóteses que explicam as vantagens da reprodução sexuada, foca-se na combinação única existente nos genes dos progenitores que se formam durante a recombinação na meiose ou aquando da fecundação. A reprodução sexuada aumenta o sucesso reprodutivo dos progenitores quando os fatores ambientais se alteram relativamente rápido. Um dos benefícios da combinação de genes é poder acelerar a adaptação. No entanto, esta vantagem só é relevante se o número de mutações benéficas for elevado e o tamanho da população for baixo. Por outro lado, a mistura de genes, durante a reprodução sexuada, pode permitir que a população se livre de conjuntos de genes nocivos mais rapidamente (Campbell *et al.*, 2008). Contudo, a reprodução sexuada é um processo lento e que tem um grande dispêndio de energia quer na formação dos gametas, quer nos processos que culminam na fecundação que pode ser externa ou interna (Dias da Silva, 2011).

As espécies com machos e fêmeas são dioicas ou unissexuadas, mas um indivíduo que produza espermatozoides e óvulos, é denominado de monoico ou hermafrodita. As minhocas assim como as ténias são consideradas hermafroditas (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004), embora existam diferença entre elas no que respeita à fecundação. As

minhocas, à semelhança de muitos animais, são consideradas hermafroditas insuficientes. A fecundação é cruzada, isto é, ocorre entre espermatozoides e óvulos produzidos em indivíduos diferentes. A cópula tem início quando dois animais se posicionam em direções opostas de forma a poderem trocar o esperma. Cada uma das minhocas armazena o esperma da outra minhoca, temporariamente, enquanto o clitelo secreta uma substância que forma um casulo gelatinoso, que ao deslizar recolhe os óvulos e o esperma, armazenado nos recetáculos seminais, dando-se a fecundação. O casulo separa-se da minhoca, e permanece no solo enquanto os embriões se desenvolvem. Na eclosão dos ovos, são libertados indivíduos semelhantes a adultos em miniatura. Esse tipo de reprodução sem passagem por estágio larvar chama-se desenvolvimento direto (Campbell *et al.*, 2008). Nas ténias e noutros organismos, que vivem isolados, a fecundação efetua-se entre gâmetas produzidos pelo mesmo indivíduo, autofecundação, e os organismos são hermafroditas suficientes. Este tipo de autofecundação é importante por permitir a continuidade das espécies (Dias da Silva, 2011).

A fecundação externa, geralmente está associada a habitats húmidos (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004). Muitos invertebrados aquáticos libertam os óvulos e espermatozoides, para o meio envolvente, e a fecundação ocorre sem que exista contacto físico entre os progenitores. No entanto, o momento em que são libertados é crucial para que haja fecundação. Algumas espécies libertam os gâmetas, de forma sincronizada, num processo designado por desova. Em certos casos, os sinais químicos gerados por um indivíduo ao libertar os gâmetas, ativa a libertação de gâmetas por outros (Campbell *et al.*, 2008).

Os fatores ambientais, como a temperatura, duração do dia e ciclo lunar, podem também ativar a libertação em simultâneo de gâmetas. Nos recifes de corais, no Pacífico Sul, a desova acontece em função da estação do ano e do ciclo lunar, e num espaço de horas, os espermatozoides fecundam os óvulos que flutuam (Campbell *et al.*, 2008).

Quando a fertilização externa não é sincronizada, os indivíduos exibem comportamentos de acasalamento que conduzem à fecundação dos óvulos de uma fêmea pelo macho. Este comportamento permite a seleção do parceiro (“mate selection”) e ao ativar a libertação de gâmetas masculinos e femininos aumenta a probabilidade de sucesso da fecundação (Campbell *et al.*, 2008). Por exemplo, os salmões fêmeas colocam os óvulos em ninhos escavados no leito dos rios que são cobertos com esperma e, três meses depois, nascem os jovens (Dias da Silva, 2011).

Os animais terrestres não podem, simplesmente, libertar os seus gâmetas para o meio, uma vez que os espermatozoides só se movimentam em meio líquido (Purves *et al.*, 2004).

A fecundação interna é uma estratégia reprodutiva que permite que os espermatozoides alcancem de forma eficiente o óvulo, mesmo em ambientes secos, e requer um comportamento cooperativo que conduz à cópula, assim como sistemas reprodutivos compatíveis (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004).

A transferência de espermatozoides também pode ser indireta. Os machos de muitas espécies de invertebrados (e.g. escorpiões) e alguns vertebrados (e.g. salamandras) depositam os espermatóforos no meio. Quando a fêmea deteta um espermatóforo envolve-o de modo a que parte penetre no seu trato reprodutor permitindo a entrada de espermatozoides (Purves *et al.*, 2008).

Inúmeros insetos copulam e transferem os espermatozoides para o órgão reprodutor feminino através de um pénis. Os órgãos externos dos insetos, designados genitais, têm formatos específicos, dentro de cada espécie, e asseguram o contacto do par que está a copular, durante o período da transferência de esperma. Em algumas espécies de insetos, as fêmeas podem copular com mais do que um macho. Estes têm estruturas elaboradas nos seus genitais que podem sugar o esperma depositado por outros machos no trato reprodutor feminino, substituindo-o pelo seu próprio esperma (Purves *et al.*, 2008).

A fecundação interna produz uma pequena quantidade de zigotos e, muitas vezes, encontra-se associada a uma variedade de mecanismos que proporcionam uma grande proteção aos embriões e cuidados parentais aos jovens. Por exemplo, os ovos fertilizados, de muitas espécies de animais terrestres, exibem adaptações que os protegem durante o desenvolvimento embrionário (Campbell *et al.*, 2008).

Algumas das estratégias de reprodução sexuada estão relacionadas com a seleção sexual que pode resultar no dimorfismo sexual. Neste caso, os dois sexos apresentam características secundárias diferentes e que estão diretamente associadas à reprodução ou à sobrevivência. Estas características incluem o tamanho, cor, ornamentação e comportamento. Na seleção sexual, o sucesso reprodutivo, entre indivíduos da mesma espécie, é uma consequência do sucesso do acasalamento (Campbell *et al.*, 2008).

A seleção sexual opera de variadas formas. Na seleção intrasexual existe seleção dentro do mesmo sexo, os indivíduos de um sexo competem diretamente pelos companheiros do sexo oposto. Em muitas espécies a seleção intrasexual ocorre entre os machos. Por exemplo, um único macho pode rondar um grupo de fêmeas evitando que

outros machos acasalem com elas. Este macho defende a sua posição derrotando, em disputas, machos de menor tamanho, mais fracos ou menos ameaçadores, saindo vitoriosos com exibições ritualizadas que desencorajam os adversários (Campbell *et al.*, 2008).

Na seleção intersexual, os indivíduos de um sexo, geralmente fêmeas, elegem um parceiro do sexo oposto que, em muito casos, depende da sua aparência ou comportamentos ostentosos para ser escolhido.

Os pavões, com as suas plumagens exuberantes, exibem um dimorfismo sexual extremo e, entre os machos adversários, existe seleção intrasexual seguida de seleção intersexual quando as fêmeas escolhem os machos mais vistosos (Campbell *et al.*, 2008).

Existem várias hipóteses para as escolhas das fêmeas em função das características dos machos. Uma dessas hipóteses, correlaciona a preferência das fêmeas, por certos atributos masculinos, com “bons genes”, ou seja com a qualidade genética dos machos (Campbell *et al.*, 2008).

Os rituais de acasalamento, que incluem a procura e a atração de companheiros, a escolha de entre potenciais candidatos, a competição por um parceiro, são um produto da seleção sexual. A forma como os rituais de acasalamento contribuem para o sucesso reprodutivo depende do modo de acasalamento das espécies que varia de espécie para espécie. Nas espécies em que os parceiros permanecem juntos, por grandes períodos de tempo, as relações podem ser monogâmicas (um macho acasala só com uma fêmea) ou poligâmicas (um indivíduo de um sexo acasala com vários indivíduos do sexo oposto). Pelo contrário, as espécies em que não existem ligações fortes ou relações duradoras, são apelidadas de promíscuas (Campbell *et al.*, 2008).

Uma população de organismos transcende o curto tempo de vida dos seus indivíduos apenas através da reprodução, em que há desenvolvimento de novos indivíduos a partir de outros já existentes. A finalidade principal das estratégias de reprodução sexuada é a transmissão de genes à geração seguinte.

2.7.4- Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em angiospérmicas

O ciclo de vida das plantas com flor (angiospérmicas) é caracterizado pela alternância de fases nucleares, que varia entre a fase haploide (n) e a fase diploide (2n). A planta diploide, ou esporófito multicelular produz, por meiose, esporos haploides. Estes esporos dividem-se através de mitoses sucessivas, originando gametófitos multicelulares que produzem os gametas. A fecundação origina zigotos diploides que se dividem por

mitoses formando o esporófito que equivale à geração dominante, sendo desenvolvido e com maior tempo de vida do que o gametófito. No decurso da evolução das plantas, o tamanho do gametófito diminuiu, tornando-se progressivamente dependente da planta-mãe (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004).

As flores são os órgãos sexuais das angiospérmicas e surgem como ramos de folhas modificadas. Os estames e os carpelos são órgãos com uma função reprodutiva, as pétalas e sépalas desempenham uma função de proteção e o receptáculo tem uma função de suporte.

Os estames são constituídos por um filamento, o filete, que termina numa estrutura oblonga, e pela antera onde se encontram os sacos polínicos (microscorângios) que produzem o pólen (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

Os carpelos, órgãos femininos reprodutores, são formados pelo ovário, estilete e estigma com uma estrutura pegajosa onde os grãos de pólen aderem. No interior do ovário encontram-se um ou mais óvulos dependendo da espécie que, após a fecundação, se desenvolve numa semente e o ovário num fruto (Campbell *et al.*, 2008).

As flores com estames ou carpelos são unissexuadas e as flores com os dois órgãos sexuais são hermafroditas (Raven, 1999).

Para que ocorra reprodução sexuada é necessário que o pólen (conjunto de grãos de pólen) seja transportado para os estigmas, através de um processo denominado polinização, havendo polinização direta quando o transporte dos grãos de pólen para os carpelos acontece na mesma flor. Se o transporte dos grãos de pólen tiver lugar entre flores de plantas diferentes da mesma espécie, a polinização é cruzada (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

A maioria das espécies de angiospérmicas possui inúmeros agentes de polinização bióticos ou abióticos. Cerca de 80% são bióticos e, de entre os abióticos, o vento (polinização anemófila) é o maior agente polinizador em comparação com a água (polinização hidrófila) (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

A polinização por insetos (polinização entomófila) é muito comum, tendo os escaravelhos sido os primeiros agentes de polinização. Atualmente, existem abelhas, moscas, borboletas e uma infinidade de outros insetos polinizadores e outros animais como os pássaros e morcegos (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

Em virtude das flores terem uma grande diversidade de tamanhos, formas, cor, odor e arranjo dos órgãos é necessário que os polinizadores desenvolvam adaptações específicas para que exista fecundação. Por outro lado, as sementes constituem uma adaptação que

permite que as plantas que as possuem sejam dominantes na terra (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

2.7.5- Ciclos de vida

“A sequência de etapas de desenvolvimento que ocorrem na vida de um organismo, desde que se forma até à reprodução da sua própria descendência constitui o ciclo de vida” e a “análise dos ciclos de vida de diversos organismos permite um melhor compreensão de diferentes soluções reprodutivas no mundo vivo” (Dias da Silva, 2011, p. 92).

Os ciclos de vida da maioria dos organismos são caracterizados por dois acontecimentos, a meiose e a fecundação.

Os ciclos de vida, em quase todos os eucariontes, alternam entre uma fase nuclear haploide e uma fase nuclear diploide e, em muito organismos como, por exemplo, as algas e fungos, a fase dominante é a haploide (Futuyma, 1998).

Nos musgos, o gametófito é haploide e produz espermatozoides e óvulos mitoticamente, em anterídios e arquegónios, respetivamente. A união destes gâmetas resulta num esporófito diploide, não fotossintético e pouco evidente, que sai do arquegónio. Por sua vez, este esporófito produz, por meiose, esporos que se desenvolvem em gametófitos (Futuyma, 1998).

De acordo com a preponderância da fase haploide ou diploide nos adultos, existem três tipos de ciclo de vida: diplonte, haplonte e haplodiplonte e o local onde ocorre a meiose é diferente em cada um deles.

Os três tipos de ciclos de vida são exemplificados utilizando como modelos os ciclos de vida do homem, da espirogira e do polipódio.

Ciclo de vida do diplonte- homem

No homem, a produção dos gâmetas, espermatozoides e óvulos, ocorre nas gónadas, respetivamente nos testículos e ovários, por um processo de gametogénese em que intervém a meiose. O ciclo de vida apresenta alternância de fases nucleares e, à semelhança do que acontece com os mamíferos, a fase diploide caracteriza os indivíduos adultos. A fase haploide encontra-se reduzida aos gâmetas. Atendendo a estas características, os mamíferos são organismos diploides e a meiose acontece antes da formação dos gâmetas, meiose pré-gamética. A formação do organismo adulto envolve mitoses sucessivas (Fox, 1999).

Ciclo de vida haplonte- espirogira

A espirogira é uma alga verde filamentosa, com células cilíndricas dispostas topo a topo e com cloroplastos em espiral, formando agregados que flutuam em charcos e regatos de água doce. No ciclo de vida desta alga, para além da reprodução sexuada, existe reprodução assexuada por fragmentação, o adulto fragmenta-se e, por mitoses sucessivas, dá origem a novos filamentos. Este tipo de reprodução ocorre apenas no adulto (fase haploide). Na reprodução sexuada, formam-se os tubos de conjugação que ligam dois filamentos. Nessa altura, o conteúdo das células, de cada um dos filamentos, condensa-se e desloca-se pelo tubo de conjugação até às células do outro filamento. O conteúdo da célula que se movimenta funciona como gâmeta dador e o conteúdo que permanece imóvel como gâmeta recetor, havendo uma anisogamia funcional, uma vez que desempenham diferentes funções. Após a fusão dos conteúdos celulares, fecundação, dá-se a formação de diversos ovos ou zigotos, apenas num dos filamentos. Os zigotos representam as únicas células diploides. Os ovos ou zigotos são rodeados por paredes espessas que contêm esporopolina que é um bio polímeros resistente e que contribuiu para a sobrevivência do zigoto, por longos períodos de tempo, em ambientes desfavoráveis (Raven, 1999).

Quando as condições ambientais são favoráveis, o núcleo de cada ovo ou zigoto sofre meiose, meiose pós-zigótica, dando origem a quatro núcleos haploides. Três desses núcleos degeneram, restaurando-se a condição haploide. Os gâmetas são produzidos por mitose (Raven, 1999).

No ciclo de vida da espirogira existe alternância de fases nucleares, no qual a fase diploide está reduzida ao ovo ou zigoto.

Ciclo de vida haplodiplonte- polipódio

O polipódio é um feto muito comum em locais húmidos e sombrios e reproduz-se assexuadamente por multiplicação vegetativa a partir de segmentos do rizoma. Na página inferior dos folíolos do polipódio, existem esporângios pluricelulares agrupados em soros recobertos, em muitas espécies, por uma fina película, os indúsios. Os esporângios contêm as células-mãe dos esporos que dão origem aos esporos (Raven, 1999).

Os esporos ao encontrarem um solo favorável germinam e originam o protalo, o gametófito, que é uma estrutura laminar verde, em forma de coração, com cerca de 1 cm. O gametófito, na sua face inferior e central, apresenta inúmeros rizoides que o fixam ao solo. Os gâmetas masculinos, ou anterozoides, formam-se normalmente entre os rizoides, e os

gâmetas femininos, ou oosferas, perto de uma fenda do gametófito. Quando os anterozoides multiflagelados estão maduros e existe água suficiente deslocam-se até ao arquegónio para fecundar a oosfera (Raven, 1999).

Após a fecundação, o zigoto desenvolve-se dando origem ao embrião, ou jovem esporófito, que recebe nutrientes do gametófito. No entanto, o esporófito, rapidamente, se torna independente do gametófito. Depois do esporófito se encontrar enraizado no solo o gametófito desintegra-se (Futuyma, 1998; Raven, 1999).

A planta adulta equivale ao esporófito que constitui a fase diploide, a mais desenvolvida, e onde são produzidos, por meiose, os esporos haploides, meiose pré-espórica. O organismo multicelular independente tem uma fase haploide (gametófito) e uma fase diploide (esporófito), havendo uma alternância de gerações (Campbell *et al.*, 2008; Raven, 1999).

2.7.6- Evolução biológica- transição de seres procariontes para seres eucariontes

Todas as formas de vida são compostas pelos mesmos elementos que compõem a matéria inorgânica, os 92 elementos da tabela periódica. Apesar disso, o arranjo dos átomos em moléculas, no sistema biológico, é único.

A teoria acerca de como a vida terá surgido à 600 milhões de anos tem por base a evolução química. Esta teoria postula que as condições da Terra primitiva possibilitaram a emergência das primeiras moléculas para a vida. Pensa-se que o oxigénio se terá acumulado, na atmosfera, há 2,5 biliões de anos (Purves *et al.*, 2004).

Em 1924, Oparin, um bioquímico russo, publica pela primeira vez as suas hipóteses sobre a origem da vida. Haldane, um biólogo britânico, também se destacou com os seus trabalhos sobre a origem da vida. Segundo Oparin e Haldane, quando se formou a Terra as condições existentes seriam completamente diferentes das atuais. A atmosfera não conteria oxigénio, dióxido de carbono ou azoto, mas uma mistura de hidrogénio, metano, amoníaco e vapor de água. Esta mistura submetida ao bombardeamento de radiações intensas provenientes do sol, teriam 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. Por volta do ano de 1955, Miller e Urey simularam, num balão, a atmosfera “primitiva” que supostamente continha gás hidrogénio (H₂), amónia (NH₃), gás metano (CH₄) e vapor de água (H₂O).

Posteriormente, submeteram esta mistura à ação de descargas elétricas que representavam os relâmpagos das violentas trovoadas dos primeiros tempos, tendo arrefecido a mistura para que os gases condensassem e fossem colhidos na solução aquosa que simulava o oceano. Após alguns dias, o sistema continha aminoácidos purinas e pirimidinas, a partir dos quais se constroem as proteínas que constituem os blocos fundamentais da matéria viva (Campbell *et al.*, 2008).

Presentemente, existem evidências de que as grandes erupções vulcânicas, há 4 bilhões de anos atrás, teriam libertado dióxido de carbono (CO₂), azoto (N₂), sulfureto de hidrogénio (H₂S) e dióxido de enxofre (SO₂), e a atmosfera não era nem redutora nem oxidante (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004).

As superfícies minerais sólidas proporcionam um ambiente ótimo para polimerização de monómeros, blocos construtores simples, originando polímeros que constituem as macromoléculas e, por sua vez, são originados a partir de ligações covalentes entre moléculas mais pequenas, os monómeros, com estruturas químicas similares. Os aminoácidos (monómeros) originam polímeros simples, peptídeos ou oligopeptídeos que produzem proteínas (polipeptídeos). Os nucleótidos dão origem a oligonucleótidos (polímeros simples) e estes a ácidos nucleicos (polímero complexo ou macromolécula) (Purves *et al.*, 2004).

Os primeiros compostos químicos podem ter sido produzidos perto de vulcões submersos e em fontes hidrotermais profundas, onde os minerais e a água quente vão para o oceano a partir do interior da terra. Estes locais são também ricos em enxofre inorgânico e compostos de ferro, importantes para a síntese de ATP (Campbell *et al.*, 2008).

O facto de se ter encontrado vida em ambientes extremos, levou os cientistas a propor que estes ambientes possam ser locais onde a vida terá emergido há muitos milhões de anos debaixo do gelo ou em fontes hidrotermais. Independentemente da forma, como as primeiras etapas da evolução química ocorreram, o resultado foi o aparecimento de monómeros e polímeros que, provavelmente, se mantiveram inalteráveis na sua estrutura geral e na sua função ao longo de 2,5 bilhões de anos (Purves *et al.*, 2004).

Os coacervados ocorrem quando partículas coloidais se separam, espontaneamente, da solução formando gotas. Se existir mais que um tipo de macromoléculas no coloide, podem formar-se coacervados complexos com várias propriedades interessantes. Têm uma organização simples e podem permanecer em solução por longos períodos de tempo. Têm a capacidade de crescer, embora não se reproduzam, mantendo um ambiente químico interno que difere do meio que os rodeia. Além disso, têm a capacidade de executar

algumas reações metabólicas e trocar materiais com o meio envolvente. Constituem um modelo de como as primeiras células se poderão ter originado. Oparin desenvolveu coacervados artificiais que podiam incorporar enzimas capazes de promover alguma reações de síntese e hidrólise de amido e polinucleótidos e Fox verificou que se formavam microsferas, ou protocélulas, quando os polímeros eram fervidos e depois arrefecidos. As microsferas são uniformes, no tamanho, estáveis e interligadas por membranas duplas semelhantes á membrana celular (Hall, 2008).

A discussão sobre a origem das células procarióticas equivale à discussão sobre a origem da própria vida. Os primeiros organismos hipotéticos (protobiontes) que se formaram seriam, provavelmente, heterotróficos obtendo energia dos combustíveis químicos presentes no ambiente em que não existia oxigénio e, portanto, seriam anaeróbios (Purves *et al.*, 2004).

Posteriormente, terão surgido os primeiros seres com capacidade para realizar fotossíntese, seres autotróficos, seguido dos organismos heterotróficos aeróbicos.

A evidência de existência de vida, data de 3,5 biliões de anos e provém de estromatólitos fossilizados, estruturas biossedimentares que se formam na presença de cianobactérias, procariontes capazes de realizar fotossíntese. Os estromatólitos existem em ambientes com águas amenas e pouco profundas. Se comunidades de procariontes suficientemente complexas que originaram os estromatólitos, existiam há 3,5 biliões de anos, é lícito colocar a hipótese de que as primeiras células unicelulares teriam aparecido anteriormente (Campbell *et al.*, 2008;Carvalho, 2010).

As cianobactérias terão sido os procariontes responsáveis pela produção de oxigénio há 3,5 biliões de anos, originando um ambiente aeróbio (Campbell *et al.*, 2008), que terá sido fatal para muito procariontes, por não conseguirem tolerar este novo ambiente (Purves *et al.*, 2004).

Uma organização celular procarionte é característica dos domínios Bacteria e Archaea enquanto uma organização celular eucarionte se encontra em organismos pertencentes ao domínio Eucarya (Margulis, 2007). Os fósseis de organismos eucarióticos mais antigos remontam há 2,1 biliões de anos (Campbell *et al.*, 2008).

A origem das células eucarióticas é um acontecimento crucial na história evolutiva dos seres vivos (Purves *et al.*, 2004) e encontrar uma explicação tem sido um grande desafio. O material genético das células eucarióticas está contido num compartimento, rodeado por um invólucro, o núcleo. Para além deste compartimento, existem mais

compartimentos rodeados por membranas que propiciam um meio ótimo para que as reações metabólicas ocorram (Purves *et al.*, 2004).

Embora Woese *et al.* (1990), tendo em conta os seus estudos com ARN 16S, tenha proposto a existência de três domínios para a classificação dos seres vivos, alguns autores consideram a existência de, somente, duas formas distintas de vida, os seres procariontes e os eucariontes. As diferenças entre os seres dos três domínios evidenciam que os seres dos dois primeiros grupos (procariontes) possuem uma relação mais próxima entre si, do que cada um deles com o domínio Eucarya (seres eucariontes) (Margulis, 2007).

Ao longo do tempo têm sido propostas várias teorias para o aparecimento das células eucarióticas. A teoria endossimbiótica sequencial, proposta por Margulis, em 1972, explica o desenvolvimento dos seres eucariontes a partir dos seres procariontes. A endossimbiose corresponde a uma associação entre diferentes organismos em que um deles (endossimbionte) vive no interior do outro, com vantagens para ambos. Esta teoria postula que, na história remota da evolução dos eucariontes, terão acontecido dois momentos sequenciais cruciais. No primeiro, uma célula procarionte de grande dimensão terá, por endocitose, englobado uma célula procarionte heterotrófica aeróbica. A célula hóspede terá resistido à digestão por parte da célula hospedeira, permanecendo no seu interior. Com o tempo, o procarionte englobado, capaz de realizar respiração celular, terá evoluído para uma mitocôndria originando o ancestral eucariótico heterotrófico. Posteriormente, através do mesmo processo, 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 (Campbell *et al.*, 2008; Purves *et al.*, 2004).

2.8- Geologia- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres

2.8.1- Minerais e suas propriedades

Nos dias de hoje existe alguma familiaridade com os minerais embora, nem sempre, seja perceptível a amplitude da aplicação dos minerais no âmbito das tecnologias.

Os minerais são os constituintes essenciais das rochas. A definição de mineral é bastante específica, embora tenha sofrido algumas alterações de detalhe, sobretudo nos manuais da última década do séc. XX. Os minerais são substâncias químicas formadas por processos naturais. Não se inclui no âmbito da mineralogia o estudo dos materiais obtidos por intervenção humana. Os minerais são sólidos e cristalinos. Outro atributo é a sua natureza inorgânica e a composição química bem definida. A estrutura cristalina de um

mineral, diz respeito ao arranjo ordenado dos átomos que compõem esse mineral (Perkins,1998).

Existem muitas substâncias aparentadas com os minerais mas que não são consideradas como tal. Os diamantes e rubis sintéticos não são considerados minerais, porque não são formados por processos naturais. O gelo corresponde à forma cristalina da água no estado sólido. Tem uma estrutura cristalina definida, é inorgânico e, no seu estado sólido é considerado um mineral apenas quando é originado por processos orgânicos como é o caso dos glaciares. O gelo que se forma no congelador não é um mineral, pois a sua formação deve-se à intervenção do homem (Ruas, 2004). O mercúrio elementar, no seu estado natural não é considerado um mineral por se encontrar no estado líquido (Perkins,1998).

A halite ou sal-gema, um mineral com sabor, é considerada como tal devido a tratar-se de uma substância sólida, formada por processos naturais e possuindo uma estrutura cristalina bem definida, constituída por átomos de cloro e sódio. A pérola tem uma composição química semelhante à aragonite não sendo, contudo, considerada um mineral por se tratar de uma substância formada por processos orgânicos (Ruas, 2004). A opala é uma substância sólida, inorgânica e natural. No entanto, não tem uma estrutura cristalina mas sim uma estrutura amorfa na qual os seus átomos não se encontram distribuídos de uma forma regular. A opala é considerada um mineraloide. No estado sólido consideram-se dois tipos fundamentais de estrutura, a estrutura amorfa e a estrutura cristalina. A matéria amorfa caracteriza-se pela ausência de uma organização estrutural atômica. A obsidiana é um vidro vulcânico com uma estrutura interna desorganizada. Por outro lado, a matéria cristalina, reflete a existência de um arranjo ordenado dos átomos, como sucede na pirite (FeS_2) e na halite (NaCl) (Perkins,1998).

Os cristais podem, ou não, ser delimitados por faces planas. No primeiro caso fala-se de cristais euédricos, em que as suas faces são perfeitas e, no segundo, de cristais anédricos em que não existem faces de cristal, como é o caso de grãos de quartzo que crescem nos espaços intergranulares dos outros cristais constituintes do granito (Perkins,1998).

O diamante e a grafite são ambos minerais constituídos por carbono puro. As diferentes propriedades que os distinguem dependem da sua estrutura e do tipo de ligações química que se estabelecem entre os seus átomos. Minerais que possuem uma composição química idêntica mas fisicamente e estruturalmente diferentes, dizem-se polimorfos. A calcite (CaCO_3) e a aragonite (CaCO_3) são também, exemplos de minerais polimorfos pelo

facto de terem a mesma composição química e uma estrutura diferente. Um bom exemplo de isomorfismo é proporcionado pela halite (NaCl) e pela galena (PbS). O arranjo do chumbo (Pb) e enxofre (S) é idêntico ao arranjo de sódio (Na) e cloro (Cl) na halite. Outros exemplos são a aragonite, estroncianite (Perkins,1998).

Os minerais podem cristalizar em vários sistemas de acordo com a malha reticular que se repete. Quando a malha é cúbica diz-se que cristalizam no sistema cúbico. Para além deste sistema, ainda existem o sistema tetragonal, ortorrômbico, monoclinico, triclinico, hexagonal e trigonal (Perkins,1998; Ruas, 2004).

A composição química serve de base para a classificação dos minerais, assim como a sua estrutura interna. Segundo James Dana, é possível usar uma sistemática para classificar os minerais em elementos nativos, sulfuretos, haloides, óxidos e hidróxidos, carbonatos, nitratos, sulfatos, fosfatos e silicatos (Ruas, 2004).

Nos minerais são patentes certas propriedades físicas e químicas. As propriedades mencionadas, dependem da natureza dos átomos e da sua organização espacial no seio dos minerais, assim como do tipo de ligações que se estabelecem entre os átomos que os constituem.

Os minerais manifestam propriedades físicas que resultam das especificidades químicas e estruturais dos minerais e podem subdividir-se em propriedades óticas, mecânicas e outras. É através da observação deste conjunto de propriedades que é possível identificar amostras de mão de minerais ou minerais em lâmina delgada. As propriedades óticas de um mineral são a cor, brilho, risca, diafaneidade e fluorescência. A cor do mineral é a propriedade mais fácil de ser observada e, para certos minerais a cor constitui um critério de classificação decisivo. Numa amostra de mão, a observação da cor deve efetuar-se numa superfície de fratura recente, não alterada. A cor que se observa num mineral é o resultado da interação entre o mineral e a luz. Ao observar-se a coloração de um mineral, o que realmente se vê é a cor da luz que está a ser transmitida para o olho. Essa transmissão é já por si uma consequência da absorção de certos comprimentos de onda do espectro da luz branca que incide sobre o mineral. Se a luz branca incidir numa superfície de um mineral e todos os comprimentos de onda da luz forem transmitidos, o mineral terá cor branca. Se nenhum dos comprimentos de onda for transmitido, o mineral aparentará ter uma cor preta. O rubi parece ter cor vermelha porque é o único comprimento de onda do espectro da luz branca a ser transmitido, todos os outros são absorvidos (Perkins,1998).

Alguns minerais, independentemente da amostra de mão, exibem sempre a mesma cor. Estes minerais, de cor constante, designam-se de idiocromáticos. A pirite com a sua cor amarela característica, é um mineral idiocromático, assim como a malaquite e a azurite com cores verde e azul, respetivamente. Pelo contrário, minerais que apresentam mais do que uma cor, são denominados alocromáticos. O quartzo pode ter várias cores. Pode ter cor negra no quartzo fumado, cor lilás no quartzo ametista, cor rosa no quartzo róseo e pode, inclusive, apresentar-se completamente transparente, como no quartzo hialino. Os fatores que podem interferir com a cor do mineral, do ponto de vista mineralógico, são a sua composição química, a presença de impurezas na sua estrutura, ocorrência de certos defeitos estruturais entre outros (Ruas, 2004). O rubi e a safira são exemplos de variedades alocromáticas do corindo. Neste caso, elementos como o ferro e o titânio conferem às safiras o seu tom azul profundo, e pequenas quantidades de crómio concedem ao rubi a cor vermelha (Perkins,1998).

A risca, ou traço, diz respeito à cor do mineral quando este é reduzido a pó. A cor da risca é mais fidedigna na identificação do mineral do que a sua cor. Isto porque a cor da risca tende a ser constante. A cor da risca pode ser determinada esmagando o mineral num almofariz ou riscando uma placa de porcelana não polida. Esta porcelana tem uma dureza aproximadamente de 7, e os minerais com uma dureza superior não deixam qualquer traço sobre a placa. Todavia, nestes casos, o seu pó pode obter-se num almofariz. A grafite, como mineral de baixa dureza, pode deixar a sua risca numa folha de papel (Perkins,1998; Ruas, 2004)

Nos minerais nativos, assim como nos idiocromáticos não-metálicos, a risca é, geralmente, igual à cor. Nos minerais alocromáticos não-metálicos, a risca tende a ser branca enquanto nos minerais metálicos não nativos, a risca tende a ser preta (Ruas, 2004). Por exemplo, a cor da hematite varia de cinzenta metalizada a vermelho acastanhado e preto. No entanto a cor da sua risca é sempre vermelha sangue. (Perkins,1998). A cor da risca dos minerais coloridos é habitualmente a mesma que o mineral apresenta na amostra de mão, mas com uma tonalidade mais clara. O ouro tem uma risca de cor amarela, o enxofre possui um traço amarelo, a grafite negro, e o cinábrio vermelho (Dudá & Rejl,1994)

Uma outra propriedade dos minerais é o brilho ou lustre. O brilho deve-se à quantidade e qualidade da reflexão da luz na superfície do mineral. Para que a apreciação desta propriedade nos minerais seja rigorosa, é necessário que a observação seja efetuada numa superfície de fratura recente, e como tal, não oxidada. Distinguem-se,

fundamentalmente, três tipos de brilho no que diz respeito à qualidade da luz refletida: brilho metálico, não-metálico e submetálicos (Perkins,1998; Ruas, 2004). O brilho metálico é intenso, e semelhante ao observado em metais, sendo a pirite e o cobre dois exemplos. Este tipo de brilho é característico dos minerais opacos. (Ruas, 2004; Dudá & Rejl, 1994).

Minerais com brilho não-metálico são, em geral, transparentes ou translúcidos, têm cores claras e risca incolor ou levemente colorida. Para descrever o brilho não-metálico são usadas várias designações. O termo brilho adamantino é usado para descrever minerais que cintilam ou são luzentes, como acontece nos diamantes, zircão e cassiterite. Os minerais com brilho vítreo, têm uma aparência semelhante ao vidro, como no quartzo, dolomite, fluorite e corindo. O brilho resinoso é característico do mineral esfalerite. O brilho nacarado é típico dos planos de clivagem das micas, do gesso e estilbite (Perkins,1998; Dudá & Rejl,1994). O brilho sedoso é vulgar em minerais fibrosos como a actinolite. Já o quartzo possui, também, um brilho gorduroso (Dudá & Rejl, 1994).

Os minerais com brilho submetálico são aqueles em que o brilho é, apenas, parcialmente metálico, como no caso do cinábrio e cuprite (Dudá & Rejl,1994). A volframite também apresenta um brilho submetálico (Perkins,1998)

Alguns minerais exibem luminescência que é a emissão de luz visível, por um mineral, resultante da excitação do material por uma fonte de energia mecânica, térmica ou eletromagnética, a temperaturas inferiores à da incandescência. A fluorescência é um tipo particular de luminescência que perdura apenas durante o tempo de exposição às radiações luminosas ou invisíveis (como por exemplo radiação ultravioleta), como no caso da scheelite e fluorite. Se a luminescência se mantém depois de removida a fonte de radiação, designa-se por fosforescência, como na estroncianite, diamante e pectolite (Perkins,1998; Dudá & Rejl,1994; Ruas, 2004).

A diafaneidade refere-se à forma capacidade de um mineral se deixar atravessar pela luz, e depende da estrutura dos minerais. Alguns minerais são transparentes e a luz passa através deles. Pode ler-se uma peça escrita através de uma placa do mineral, como acontece com o quartzo incolor, calcite, topázio e diamante. Os minerais podem ser translúcidos quando permitem que a luz atravesse mas não deixam ver claramente um objeto para lá deles, como é o caso das anfíbolas. Os minerais são considerados opacos se não deixarem passar a luz, como na magnetite e pirite (Perkins,1998; Dudá & Rejl,1994; Ruas, 2004).

Propriedades mecânicas como clivagem, fratura e dureza presentes nos minerais, devem-se à coesão da estrutura interna dos minerais. A clivagem é uma propriedade excelente na identificação de minerais, por ser constante para um dado mineral (Perkins,1998). A clivagem é uma propriedade dos minerais, que se manifesta pela facilidade com que os minerais sofrem rotura segundo direções preferenciais, paralelas aos planos de clivagem, quando submetidos a uma força mecânica percutindo o mineral, por exemplo, com um martelo. Os planos de clivagem são orientados segundo as direções das ligações mais fracas entre cada unidade da estrutura cristalina. Os planos de clivagem diferem entre os vários minerais, podendo existir clivagem basal na moscovite, cúbica na galena e romboédrica na calcite. Para além dos planos de clivagem, distinguem-se vários graus de clivagem. A clivagem é excelente quando o mineral cliva em lamelas finas, numa determinada direção, como por exemplo na grafite, gesso e moscovite. É perfeita quando o mineral cliva de acordo com formas regulares delimitadas por planos de clivagem. A galena, halite e calcite possuem clivagem perfeita, embora os dois primeiros minerais possuam uma clivagem cúbica e a calcite uma clivagem romboédrica. Considera-se uma clivagem distinta ou boa quando as superfícies de clivagem são menos visíveis, e nem sempre, em planos perfeitos, como sucede nos feldspatos, anfíbulas e piroxenas. A clivagem imperfeita, não se manifesta nitidamente e os planos de separação têm uma superfície irregular, como acontece no enxofre (Perkins,1998; Dudá & Rejl,1994; Ruas, 2004).

A fratura dos minerais é uma propriedade relacionada com a resistência ao choque (Ruas, 2004). Refere-se às características da superfície de rotura dos minerais e pode processar-se em qualquer direção não coincidente com os planos de clivagem (Perkins,1998). Fala-se em fratura concoidal quando existem superfícies curvas concavas ou convexas, como acontece na obsidiana, quartzo e sílex. Fraturas irregulares podem ocorrer na arsenopirite e pirite (Dudá & Rejl,1994).

A dureza exprime-se pela resistência à abrasão ou penetração ou resistência que um mineral oferece a ser riscado por outro e está relacionada com a coesão interna. Na identificação da dureza em amostras de mão utiliza-se como termo de comparação um dado conjunto de minerais que constituem a escala de Mohs. Assim a dureza obtida através da aplicação desta escala de dureza, é a dureza relativa (Perkins,1998; Dudá & Rejl,1994; Ruas, 2004). A escala de Mohs é uma escala de dureza constituída por dez minerais ordenados por ordem crescente de dureza: 1- Talco; 2- Gesso; 3- Calcite; 4- Fluorite; 5- Apatite; 6- Ortoclase; 7- Quartzo; 8- Topázio; 9- Corindo e 10- Diamante. A dureza

relativa de um mineral é expressa pelo número que ele ocupa na escala de Mohs. Se um mineral riscar a fluorite e for riscado por ele, significa que tem uma dureza de 4 na escala de Mohs. Se um mineral não se deixar riscar pela apatite mas é riscado pelo feldspato, aceita-se que esse mineral tenha uma dureza de 5,5. Ao riscar um mineral menos duro do que o mineral que está a riscar, o que acontece é o desgaste do primeiro. Por esse motivo, ao utilizar a escala de Mohs na determinação da dureza relativa de um mineral, deve iniciar-se a comparação a partir dos minerais mais duros, de forma a evitar o desgaste dos minerais menos duros da escala. A dureza também pode ser determinada com objetos usados no quotidiano, pelo facto de se conhecer a sua dureza. A unha tem dureza 2,5, uma moeda de cobre 3,5, o vidro ou canivete com dureza 5,5 e uma lima de aço com dureza 6,5 (Perkins,1998; Ruas, 2004).

Na determinação da dureza deve escolher-se uma superfície recente e não alterada.

As propriedades químicas estão relacionadas com a composição química dos minerais. Uma propriedade química é a reação dos minerais com o ácido clorídrico (HCl). Esta propriedade pode ser a base para a identificação da calcite que é um dos minerais mais comuns na crosta terrestre. Ao serem colocadas gotas deste ácido, ou outro, na calcite existe efervescência. Quando se trabalha com ácido é necessária muita prudência, devendo utilizar-se diluídos em água (Perkins,1998). Outra propriedade química tem a ver com o sabor, através do qual é possível identificar certos minerais. A halite tem um sabor salgado e a epsomite um sabor amargo. Também é praticável a identificação de determinados minerais pelo cheiro. O enxofre, por exemplo, liberta um cheiro sulfuroso (Dudá & Rejl, 1994).

A densidade relativa é uma propriedade dos minerais que não se encaixa nas propriedades óticas ou mecânicas sendo, no entanto, uma propriedade física. A densidade depende da composição química do mineral, da sua massa molecular, da dimensão e estrutura cristalina. É uma grandeza sem dimensões uma vez que compara massas de volumes iguais. A balança de Jolly, é hoje uma peça de museu, mas foi muito utilizada no passado para determinar a densidade dos minerais. Hoje em dia existem técnicas mais assertivas que permitem determinar a densidade. A densidade corresponde à massa volúmica que é a massa por unidade de volume (Perkins,1998).

O magnetismo é a propriedade que os minerais apresentam quando são atraídos por um íman. O número de minerais com magnetismo é reduzido e, de entre os minerais mais comuns, podemos citar a magnetite e a pirrotite como exemplos. (Ruas, 2004).

2.8.2- Ciclo das rochas, rochas sedimentares como arquivos da história da terra

A Terra é um sistema multidimensional gigante composto por muitas partes separadas que interagem entre si.

A Terra é um planeta dinâmico em constante busca do seu equilíbrio. A dinâmica terrestre, de acordo com as fontes de onde provém a energia, pode subdividir-se em geodinâmica externa e geodinâmica interna. O sol e a gravidade são as fontes de energia responsáveis pela geodinâmica externa da Terra que se traduz na meteorização, erosão e transporte. Esta geodinâmica traduz-se numa tendência para nivelar e alinhar a superfície terrestre conduzindo a uma superfície sem relevo. À semelhança do que acontece no exterior da Terra, no seu interior existe uma grande quantidade de calor interno, resultante da energia radioativa e do gradiente geotérmico. As correntes de convecção no interior da Terra são resultado desse calor e, por sua vez conduzem a ações mecânicas, ao movimento de placas, orogenia, vulcanismo e aos sismos, que no seu conjunto são os responsáveis pela geodinâmica interna da Terra. Os efeitos da geodinâmica interna tendem a reconstruir os relevos que os agentes de dinâmica externa novamente destroem. O equilíbrio nunca é alcançado, uma vez que a Terra é um sistema aberto que recebe e perde energia continuamente, e os processos ocorrem de um modo cíclico (Skinner & Porter, 1995).

De acordo com os autores supracitados, o ciclo das rochas consiste no movimento cíclico ininterrupto do material rochoso, no decurso do qual as rochas são geradas, destruídas e alteradas consoante operem processos de geodinâmica interna ou externa. As rochas são agregados de minerais, consolidados ou não, que se formam em determinadas condições de pressão e temperatura. O conceito de rocha pode ser abrangente e incluir matéria de origem orgânica na sua composição. De acordo com a sua origem, as rochas podem ser agrupadas em três grupos principais: rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas. Existe, entre estes três grupos de rochas, uma relação de interdependência que pode ser representada pelo ciclo das rochas ou ciclo litológico (Grotzinger, 2010). As rochas ígneas ou magmáticas são formadas pelo arrefecimento e consolidação do magma. Quando o magma consolida à superfície formam-se rochas magmáticas vulcânicas ou extrusivas, e quando o magma consolida no interior da crosta originam-se rochas magmáticas plutónicas ou intrusivas. Os produtos provenientes da meteorização das rochas que afloram à superfície, sofrem erosão e são transportados por rios e outros agentes. Quando a energia dos agentes de transporte diminui, as partículas são depositadas na forma de sedimentos que vão constituir as rochas sedimentares, ao sofrerem diagénese. As rochas

metamórficas são rochas que sofreram alterações em virtude da existência de elevadas temperaturas ou pressões ou ambas. O processo de metamorfismo forma rochas metamórficas a partir de rochas sedimentares ou magmáticas (Skinner & Porter, 1995).

Pode dizer-se que o ciclo das rochas tem início quando se forma nova crosta oceânica nas cristas meso-oceânicas quando os continentes se separam. As rochas magmáticas que se originaram, eventualmente, afundam em zonas de subdução que se formam quando existe colisão entre placas tectónicas. Os sedimentos que se formaram no continente e transportados para estes locais, também sofrem um afundamento. À medida que os sedimentos e rochas magmáticas afundam no interior da Terra fundem-se, podendo originar uma nova geração de rochas magmáticas. A pressão e o aumento da temperatura a que as rochas são sujeitas à medida que afundam, transformam-nas em rochas metamórficas. Durante o processo de colisão as rochas metamórficas e magmáticas podem ser soerguidas formando uma cadeia montanhosa. O afloramento das rochas magmáticas e metamórficas pode facilitar a sua lenta meteorização. Os fragmentos resultantes das rochas meteorizadas podem ser removidos do local por agentes erosivos, como a água e o vento, e transportados até locais onde sofrem deposição. Os sedimentos que são levados para o mar, são enterrados em camadas sucessivas, sofrendo diagénese e dando origem às rochas sedimentares (Grotzinger, 2010; Skinner & Porter, 1995).

Na génese das rochas sedimentares estão envolvidos dois processos fundamentais: a sedimentogénese e a diagénese (Grotzinger, 2010; Prothero & Schwab, 1996).

A sedimentogénese corresponde à primeira etapa na formação das rochas sedimentares que dá origem aos materiais que constituem as rochas, finalizando com a sua deposição. Implica diferentes processos como a meteorização, erosão, transporte e a sedimentação ou deposição (Prothero & Schwab, 1996).

O fenómeno de meteorização altera as características primárias das rochas. A meteorização física inclui diversos processos que fragmentam a rocha em pedaços de menores dimensões. É influenciada pela ação da água, gelo, seres vivos, temperatura, o crescimento de cristais na rocha e o alívio da pressão. A meteorização química inclui processos que alteram a composição química e mineralógica das rochas. A meteorização química abarca diversas reações químicas sendo os seus principais agentes a água, o dióxido de carbono. A ação conjunta da meteorização química e meteorização física leva à fragmentação da rocha em pedaços individualizados, os clastos ou detritos. Posteriormente, os clastos irão constituir os sedimentos (Grotzinger, 2010).

O granito é a rocha mais abundante em Portugal (Teixeira,1982). Os granitos são compostos por minerais de feldspato, micas como a moscovite e a biotite e quartzo. Quando o granito aflora à superfície, sofre descompressão o que pode originar diáclases na sua superfície que aumenta a superfície de exposição aos fatores de meteorização. Assim, minerais como os feldspatos mais suscetíveis de sofrer alteração. O resultado é a desagregação da rocha granítica que se converte numa areia traduzindo-se numa arenização (Grotzinger, 2010). Para além desta arenização os blocos de granito sofrem um arredondamento progressivo, formando um amontoado de bolas que constituem o caos de blocos, uma paisagem facilmente vivível no maciço granítico da Serra da Estrela (Teixeira,1982).

A erosão é o conjunto de processos físicos que permitem remover os materiais resultantes da meteorização. Os principais agentes da erosão são a água e o vento que arrancam e separam os fragmentos da rocha-mãe. A erosão é controlada pelo balanço entre as forças da erosão (fluxo de energia) e a resistência às forças de erosão. O transporte é o processo através do qual os materiais sólidos apresentam sucessivas modificações, ao longo de um trajeto, como arredondamento e granosselecção. A deposição ou sedimentação dos materiais, sucede em locais onde o agente transportador perde energia. A sedimentação pode dar-se no interior dos continentes (rios, lagos), nas margens entre o continente e oceano (praias, deltas) e em várias zonas dos oceanos (plataforma continental, planície abissal). Todas as fases mencionadas que culminam na sedimentação constituem a etapa da sedimentogénese (Grotzinger, 2010).

A diagénese é a segunda etapa da formação das rochas sedimentares e corresponde á evolução posterior dos sedimentos, que conduz á formação de rochas consolidadas, através de processos químicos e físicos. Inclui os fenómenos de compactação, cimentação e recristalização. A compactação acontece porque à medida que ocorre deposição, os sedimentos são sucessivamente comprimidos por acção dos novos sedimentos que sobre eles se vão depositando. Assim, os materiais subjacentes são sujeitos a um aumento da pressão provocando expulsão da água, incluída nos interstícios dos sedimentos, e a diminuição da sua porosidade, traduzindo-se numa diminuição do seu volume. A compactação acentua a estratificação. Desta forma, os minerais lamelares ficam alinhados perpendicularmente à direção da pressão. A cimentação ocorre devido à precipitação de substâncias químicas, como calcite, sílica e óxidos de ferro, dissolvidas na água em circulação entre as partículas. Estas substâncias têm a particularidade de agregar os sedimentos. A recristalização deve-se à alteração da estrutura cristalina de alguns minerais

quando sujeitos a condições de pressão, temperatura e circulação de fluidos que diferem das do protólito que lhe deu origem (Prothero & Schwab, 1996).

Desde o local onde os sedimentos se formaram até às bacias de deposição onde os sedimentos são convertidos em rochas sedimentares, os sedimentos podem atravessar inúmeros ambientes sedimentares. Um ambiente sedimentar é uma localização geográfica caracterizada pela combinação entre determinadas condições ambientais e determinados processos biológicos, físicos e químicos. São importantes características o tipo e a porção de água, a força do agente de transporte, a topografia, a atividade biológica, o cenário tectónico dos locais de onde provêm os sedimentos e o local onde se depositam, assim como o clima. Desta forma podem definir-se três grandes ambientes sedimentares: ambientes continentais, intermédios e marinhos. Dentro dos ambientes sedimentares continentais existem ambientes lacustres, fluviais, desérticos e glaciários. Os ambientes deltaicos, estuarinos, lagunares e litorais estão inseridos nos ambientes de transição. Por fim, os ambientes marinhos compreendem os ambientes da plataforma continental, talude continental, oceânicos (mar profundo), e os ambientes de recife de coral (Grotzinger, 2010).

As rochas sedimentares são importantes enquanto testemunhas da dinâmica do planeta Terra, permitindo inferir a sua história geológica. Muitos fenómenos ficam registados nas rochas sedimentares. Segundo Carneiro *et al.* (2005) “em 1897, Sir Archibald Geikie sintetizou as ideias uniformitaristas na expressão tida como a mais radical de todas: “O presente é a chave do passado””. Esta frase sintetiza também o princípio do atualismo segundo o qual os acontecimentos que atuaram num passado geológico distante são os mesmo que atuam no presente (Prothero & Schwab, 1996).

Sedimentos ou rochas sedimentares são caracterizadas pela existência de uma estratificação, que ocorre quando grãos de diferentes tamanhos ou composição são depositados uns em cima dos outros. Os estratos formados têm espessuras que variam desde os milímetros até vários metros. Nas superfícies de estratificação podem ocorrer marcas que testemunham a existência de pausas ou interrupções na sedimentação. Podem encontrar-se marcas de ondulação ou “ripple marks” quer nas areias atuais, quer em arenitos antigos. Esta ondulação proveniente da ação do vento nas dunas, da ação de correntes fluviais de pouca profundidade ou da ação das mares, pode observar-se nas dunas e nas praias. Através dos processos atuais que provocam as marcas de ondulação pode deduzir-se qual o tipo de ambiente sedimentar em que as rochas se geraram, qual a posição original das camadas e qual a direção das camadas que lhe deram origem (Grotzinger,

2010). As fendas de retração ou “mud cracks” são patentes em terrenos argilosos ou em salinas quando não estão cobertos com água e podem ser observadas em rochas antigas, assim como marcas de água da chuva e icnofósseis (Dias, 2011).

2.8.3- Fósseis, datação relativa das rochas sedimentares, estratigrafia e paleoambientes

As rochas mais antigas encontradas na superfície terrestre têm cerca de 4 bilhões de anos. Rochas com idades de 3,8 milhões de anos exibem evidências de erosão pela água, indicativo da existência de hidrosfera e da atividade de um ambiente não muito diferente do atual (Grotzinger, 2010). A vida na Terra terá surgido há 3,8 bilhões de anos (Carvalho, 2010).

Num tempo geológico muito distante a vida na Terra era primitiva, consistindo em organismos unicelulares que viviam na superfície ou no fundo dos oceanos. Há cerca de 1 ou 2 bilhões de anos atrás, desenvolveram-se formas de vida mais complexas como as algas. Os primeiros animais surgiram há 600 milhões de anos. Num período compreendido entre 542 milhões de anos e 552 milhões de anos, ter-se-ão formado novos ramos do reino animal, incluindo os ancestrais de quase todos os animais que habitam, hoje em dia, a Terra. Terá sido durante a explosão evolutiva, que os animais com carapaças ou conchas deixaram as primeiras marcas (Grotzinger, 2010).

As rochas sedimentares recobrem uma superfície de cerca de $\frac{3}{4}$ da área dos continentes. Surgem frequentemente em estratos e conservam vestígios de seres vivos (fósseis) contemporâneos da sua gênese.

Em tempos geológicos anteriores, restos de seres vivos ou evidências das suas atividades ficaram preservados nas rochas e noutros materiais como o gelo, o âmbar e o asfalto. Estes restos ou evidências de seres vivos, contemporâneos das rochas que os contêm, denominam-se fósseis e constituem o objeto de estudo da paleontologia. O termo paleontologia foi formado, pela primeira vez em 1834, a partir das palavras gregas *palaios* (igual a antigo), *ontos* (ou ser) e *logos* (ou estudo). A palavra fóssil deriva do termo latino *fossilis*, que significa extraído da terra (Carvalho, 2010; Grotzinger, 2010).

São considerados fósseis apenas restos ou vestígios de seres vivos com mais de 11 mil anos. Os fósseis ocorrem na sua grande maioria em rochas sedimentares. Muitos organismos que vivem atualmente são encontrados no registo fóssil. São denominados fósseis relíquia, como é o caso da *Ginkgo biloba*, *Lingula* sp. e *Limulus* sp.

A fossilização de um organismo resulta da ação de um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que atuam no meio em que os fósseis se formaram. Os organismos que possuem partes biomineralizadas por carbonados, fosfatos, silicatos ou constituídas por materiais orgânicos resistentes, como a quitina e a celulose, têm mais possibilidades de ficarem preservados. Ainda assim e muito excepcionalmente, pode ocorrer no registo geológico preservação de partes moles. No decorrer do tempo geológico só uma pequena percentagem das espécies que habitaram a biosfera ficou preservada nas rochas, e muitas espécies surgiram e desapareceram sem deixar vestígios, constituindo hiatos no registo geológico. Existem vários fatores que favorecem a fossilização. O soterramento rápido após a morte, a ausência de decomposição pelas bactérias, a composição química do esqueleto, o modo de vida e as condições químicas que imperavam no meio, são alguns desses fatores. Dependendo dos fatores que atuaram após a morte do organismo, existem vários tipos de fossilização. Através do processo de conservação, organismos ou partes deles são preservados sem alterações, ou com pequenas modificações. Os restos fossilizados dos organismos consistem nas partes mais resistentes e duras dos organismos, tais como conchas, dentes e ossos ou partes moles como vísceras, pele e músculos. As partes duras podem ser compostas por sílica, carbonato de cálcio sob a forma calcite ou aragonite e quitina, um polissacarídeo complexo presente no exosqueleto dos insetos. A preservação das partes moles constitui um acontecimento algo raro, isto porque após a morte do organismo entram rapidamente em decomposição. No entanto, em condições especiais, como num enterramento rápido, estes organismos são passíveis de sofrer fossilização. Águas ricas em cálcio, por exemplo, neutralizam o ambiente ácido dentro dos sedimentos, permitindo que partes moles permaneçam intatos (Carvalho, 2010).

Na conservação existem alguns casos excepcionais, nos quais o organismo completo foi preservado até aos dias de hoje sendo a existência de âmbar com insetos, aracnídeos, rãs e outros organismos um exemplo deste tipo de conservação. O âmbar é uma resina orgânica fóssil, proveniente de determinadas espécies de árvores que viveram em tempos remotos. A resina sai das zonas de corte das árvores, formando gotas que, ao cair, aprisionam pequenos organismos. Estes organismos fossilizados, encerrados no interior do âmbar, são contemporâneos da sua formação. A mumificação é considerada um processo de fossilização por desidratação através do qual os organismos podem ser inteiramente conservados, como acontece com os mamutes, preservados em condições glaciais na Sibéria e no Alasca. Estes animais permanecem congelados desde a última glaciação há 45 mil anos e, muitos deles, ainda apresentam pele e músculos em ótimo estado. Segundo

alguns autores a mumificação pode ocorrer em locais áridos e secos onde, após a morte, o organismo desidrata rapidamente ficando protegido da decomposição por bactérias. Em certos locais com lagoas de asfalto nos Estados Unidos e na Polónia foram encontrados vários mamíferos extintos, isto porque a turfa e alcatrão com as suas propriedades antissépticas impediram a sua decomposição. Muitos mamutes foram conservados em ozocerite, uma parafina natural ou cera fóssil, na região da Galiza em Espanha. A impressão, um outro tipo de fossilização, acontece quando asas de insetos, folhas de vegetais e outros órgãos achatados ficam impressos nas rochas. São consideradas positivas quando estão em alto-relevo e negativas, em baixo relevo. As partes duras ou biomineralizadas, como conchas de moluscos, carapaças, ossos e dentes, representam uma grande parte dos fósseis do registo geológico. As partes duras podem ser preservadas através de vários processos de fossilização como por exemplo, a mineralização. A mineralização ocorre quando um mineral preenche os poros, canais ou cavidades existentes no organismo, sendo frequente em ossos e troncos de árvores, por serem muito porosos. O carbonato de cálcio (calcite) ou a sílica transportados pela água penetram lentamente nas cavidades conservando a estrutura original (Carvalho, 2010).

Como já foi referido, os vestígios são evidências da existência de organismos ou das atividades dos mesmos. Os organismos que originaram estes vestígios não se preservaram. Por exemplo, durante o enterro de uma concha de um gastrópode, as suas cavidades são preenchidas pelos sedimentos existentes no meio e, com o tempo, as conchas são dissolvidas. Forma-se o molde externo, que corresponde ao molde da superfície da concha e o molde interno, que é o molde que revela a morfologia interna do organismo, ou parte dele. Se o espaço formado for preenchido por sedimentos, forma-se uma réplica do original, o contramolde. Os icnofósseis são vestígios da atividade dos organismos e são frequentemente encontradas em rochas sedimentares. A presença destas marcas contribui para deduzir como seriam os tipos de ambientes em que se formaram. Pistas, tubos e sulcos produzidos por invertebrados são icnofósseis resultantes do seu deslocamento no substrato. Pegadas deixadas por vertebrados em sedimentos não consolidados, resultam da locomoção dos indivíduos. Os coprólitos são excrementos fossilizados resultantes da atividade de nutrição dos organismos. Também se encontram vestígios da atividade reprodutora dos animais como os ovos (Carvalho, 2010:9).

Em Portugal, no Cabo Mondego, podem observar-se pegadas de dinossauros em rochas do jurássico superior (Antunes, 1999).

O estudo dos sedimentos e das rochas sedimentares permite fazer a datação de muitas formações e a reconstrução de ambientes antigos ou paleoambientes.

De um modo geral, os sedimentos depositam-se sob a forma de estratos (Carvalho, 2010). A estratificação corresponde às bandas ou camadas que as rochas sedimentares exibem, como uma sequência natural de deposição de sedimentos ao longo do tempo, essencialmente sob ação da gravidade (Prothero & Schwab, 1996).

A estratigrafia é a área científica da geologia que trata do estudo de rochas estratificadas, efetuando a sua descrição, interpretação e relações no espaço e no tempo de acontecimentos (Carvalho, 2010).

Os estratos são denominados de diversas maneiras, de acordo com os critérios de classificação. Assim, a idade dos estratos é o critério usado para estabelecer a cronostratigrafia, as litologias das camadas são usadas para determinar a litostratigrafia e o conteúdo paleontológico é utilizado para estabelecer a biostratigrafia (Carvalho, 2010).

Uma unidade litostratigráfica é definida com base nas suas características litológicas, na geometria e na posição estratigráfica relativamente a outras formações rochosas. Na litostratigrafia a unidade fundamental é a formação, que diz respeito a um conjunto relativamente homogêneo de rochas com dimensão cartografável (Carvalho, 2010; Nichols, 2009).

Uma unidade biostratigráfica é um corpo rochoso definido e caracterizado de acordo com o conteúdo em fósseis de um determinado táxon. Interessa a variação do conteúdo fóssilífero da sequência de estratos que, em teoria, reflete a evolução das espécies. As divisões fundamentais são as biozonas. Os limites das biozonas são definidos por determinados critérios paleontológicos, geralmente pelo aparecimento ou desaparecimento de certos *taxa*, pelos intervalos em que a sua abundância é máxima, pelo aparecimento de uns *taxa* e desaparecimento de outros ou por vários tipos de associações entre *taxa*. As unidades biostratigráficas são independentes das litostratigráficas (Carvalho, 2010; Nichols, 2009).

No entanto, na prática, verifica-se que determinados fósseis podem ocorrer associados a certas litofácies, uma vez que ambos (*taxa* e litofácies) refletem determinadas condições ambientais (Carvalho, 2010).

A cronostratigrafia classifica as rochas de acordo com a sua idade, absoluta ou relativa. A idade absoluta das rochas é expressa em anos, normalmente em milhões de anos (abreviatura Ma), mas podem também ser desde milhares a bilhões de anos. Existem métodos específicos para efetuar a datações absolutas, sendo a mais frequente a datação

radiométrica. Com este método, o tempo é calculado com base no decaimento de uma certa quantidade de isótopos naturais, desde o momento da cristalização de um mineral ou da solidificação de uma rocha, até à atualidade. O método do carbono-14 é usado em matéria orgânica, embora não possa ser aplicado a materiais com idades superiores a 50 ou 60 mil anos, em resultado do tempo de meia-vida do isótopo do carbono, ser relativamente curto quando comparado com a maioria dos outros isótopos usados em métodos de datação radiométrica (Carneiro *et al.*, 2005; Carvalho, 2010).

A datação relativa dos corpos sedimentares faz-se através da sua posição, sempre que é possível determinar a sucessão original (segundo o princípio da sobreposição) e pela ocorrência de diversos grupos de seres vivos, isso é, pela biostratigrafia. A sucessão de camadas de rochas e a sua idade relativa, com base na biostratigrafia, pode ser resumida numa coluna cronoestratigráfica, onde os grandes conjuntos estão dispostos em sequências, com as rochas mais antigas na base e as mais recentes no topo da coluna (Carvalho, 2010).

Hoje em dia, os geólogos ainda usam os princípios de Nicolau Steno, o primeiro a referir estes conceitos, de forma a interpretar os estratos sedimentares. Estes princípios da estratigrafia são o princípio da horizontalidade inicial e o princípio da sobreposição (Carvalho, 2010; Grotzinger, 2010).

O princípio da horizontalidade inicial estabelece que os sedimentos são depositados sob a influência da gravidade em camadas sedimentares aproximadamente horizontais. A observação da deposição de sedimentos numa grande variedade de ambientes sedimentares apoia este princípio. Se os estratos apresentarem dobras ou falhas, pode deduzir-se que sofreram deformação por forças tectónicas (raramente gravíticas) após a deposição dos estratos (Carvalho, 2010; Grotzinger, 2010).

O princípio da sobreposição expõe que uma camada sedimentar, de uma sequência ininterrupta, é mais recente do que as camadas subjacentes. Significa isto que uma camada recente não se pode depositar por baixo de camadas já existentes. Desta forma, os estratos podem ser ordenados verticalmente de acordo com o tempo, formando uma sucessão de estratos. Uma sucessão de estratos forma uma sequência estratigráfica, na qual as camadas que se situam na base são mais antigas que as camadas que lhe estão imediatamente acima, sendo esta últimas mais recentes, estando os estratos ordenados cronologicamente. O registo cronologicamente organizado da história geológica de uma região é representado por uma sequência estratigráfica. (Carvalho, 2010; Grotzinger, 2010).

Mesmo entre rochas estratiformes o registo geológico pode apresentar lacunas de várias grandezas, correspondentes a lapsos temporais na sequência estratigráfica (Nichols,

2009; Prothero & Schwab, 1996). Trata-se, afinal, de tempo não representado em rochas em resultado de alterações do regime que provocam a interrupção da deposição de sedimentos durante um certo tempo (não deposição) ou erosão dos anteriormente acumulados. Tais hiatos são representados fisicamente por superfícies de descontinuidade, que podem ter diferentes geometrias e significados, e normalmente remetem para o soerguimento e/ou para a erosão como causadores da perda dos registos (Bates, 1980; Prothero & Schwab, 1996).

Uma não conformidade existe quando, no registo geológico, rochas estratiformes (maioritariamente sedimentares) assentam sobre rochas ígneas ou metamórficas não estratiformes (Prothero & Schwab, 1996).

Uma discordância angular ocorre quando a sequência imediatamente abaixo da descontinuidade exibe um ângulo de inclinação relativamente aos estratos suprajacentes. Esta situação implica a existência de inclinação (tectónica) do conjunto inferior, seguida de uma fase de erosão (Prothero & Schwab, 1996).

Segundo o princípio da inclusão, os materiais encontrados numa rocha sedimentar, enquanto entidade geológica, são mais antigos que os sedimentos que os contêm, por exemplo fragmentos oriundos de rochas mais antigas do que os estratos que as contêm. À semelhança do que acontece nas rochas sedimentares, as rochas magmáticas também podem conter pequenos fragmentos de rochas circundantes, denominados xenólitos (Nichols, 2009).

O princípio da interseção alude para o facto de todas as estruturas que intersejam outras, serem mais recentes do que as que são intersejadas (Nichols, 2009). Segundo Carneiro *et al.* (2005), qualquer rocha que foi cortada por um corpo intrusivo ígneo ou por uma falha é mais antiga que esse corpo ígneo ou falha.

O princípio da continuidade lateral é aplicado quando se verifica que os estratos de um certo local podem ser observado noutros, sugerindo que seriam originalmente contíguos, existindo uma relação lateral entre eles. Através da constância do conteúdo fóssilífero e das litologias de certos estratos, é possível estabelecer as idades entre camadas localizadas em lugares lateralmente distanciados (Prothero & Schwab, 1996).

O princípio da identidade paleontológica ou princípio da sucessão faunística, introduzido por William Smith (1769-1836), refere que os fósseis podem ser usados como indicadores do tempo. De acordo com este princípio, os fósseis podem ser utilizados para reconhecer e individualizar determinados estratos, e também para fazer correlações com outros estratos com fósseis idênticos. Assim, apenas as rochas originadas num mesmo

tempo geológico contêm fósseis idênticos (Prothero & Schwab, 1996). Noutra perspetiva, pode-se dizer que as camadas que contêm os mesmos fósseis de idade são contemporâneas, embora possam estar muito distantes. (Carvalho, 2010).

Os fósseis mais adequados para efetuar correlações de estratos, são os fósseis de idade ou fósseis estratigráficos. Estes fósseis permitem a datação relativa das rochas onde se encontram. Para serem considerados fósseis de idade existem dois requisitos fundamentais: 1) os organismos tiveram uma ampla distribuição geográfica, e 2) viveram durante um curto período de tempo geológico, logo têm uma estreita distribuição estratigráfica. Além destas particularidades, devem ser facilmente identificados através de características morfológicas distintas, abundantes, e preferencialmente independentes do tipo de rocha, isto é, viveram em ambientes diversos ou muito extensos (Carvalho, 2010).

As amonites e as trilobites são um bom exemplo de fósseis de idade, porque possuem todas as características atrás mencionadas. As trilobites são artrópodes marinhos extintos nos quais a sua carapaça dorsal se divide em três lobos longitudinais, bem como três segmentos transversais (cefalão, tórax e pigídio), e daí deriva o seu nome. Estes seres existiram no Paleozoico e são o principal grupo usado na biozonação do Câmbrio. Pensa-se que a maioria das trilobites seriam bentónicas, habitando os sedimentos de águas de águas marinhas relativamente profundas. Os fósseis de trilobites possuem uma grande variedade de morfologias e características distintas e facilmente reconhecíveis. As amonites são cefalópodes do filo molusca, e formaram um grupo amplo e diversificado desde o Ordovícico até ao Cretácico, quando se extinguíram. O seu tamanho, o facto de nadarem livremente, a sua rápida evolução e a ornamentação tornou-os num excelente grupo para a biostratigrafia. Os fósseis existem em largo número e encontram-se amplamente distribuídos (Carvalho, 2010).

Os geólogos utilizam os princípios da estratigrafia referidos para estabelecer a cronologia relativa de séries de eventos que aconteceram no passado geológico.

Nas bacias sedimentares, os ambientes em que os sedimentos se depositam podem ser marinhos, continentais ou de transição, sendo determinantes para a sua constituição as condições físicas, químicas, biológicas, geográficas e climatéricas em que os sedimentos se depositaram (Carvalho, 2010).

A designação de fácies é empregue para descrever as características marcantes de uma rocha, podendo ser litológicas (litofácies), paleontológicas (biofácies) ou outras. As características da fácies selecionadas para a sua definição, em regra, possibilitam a identificação dos processos que conduziram à deposição, e frequentemente à

interpretação dos ambientes em que as rochas se formaram, ou paleoambientes (Carvalho, 2010).

As rochas sedimentares contêm memórias das condições físicas, químicas e biológicas correntes no tempo e local da sua formação, que no conjunto podem ser designados por paleoambientes. A natureza, forma e dimensão das partículas, a sua distribuição como textura ou estruturas sedimentares, e os fósseis, são indicativos da distribuição de antigos oceanos, glaciares, planícies ou montanhas, dos climas e correntes, etc. (Grotzinger, 2010).

O princípio das causas atuais ou do atualismo é a base conceptual para a reconstrução de ambientes antigos do tipo referido no parágrafo anterior, através da aplicação de analogias e raciocínio indutivo (Carneiro *et al.*, 2005; Vieira, 1980).

Os fósseis que permitem reconstruir ambientes antigos são os fósseis de fácies ou fósseis de ambiente. Os fósseis de fácies estão restritos a ambientes sedimentares muito particulares. Estes fósseis têm origem em organismos que viveram em condições ambientais restritas e contribuem para caracterizar o ambiente vigente na altura em que se formou o estrato onde se encontravam os seres vivos, ou paleoambiente (Prothero & Schwab, 1996). A evolução dos organismos que originaram estes fósseis de fácies pode ter sido muito lenta, permitindo admitir que as condições em que vivem os seus parentes atuais (do mesmo *taxa*, ou até a mesma espécie) são similares às do passado. Alternativamente, possuem aspetos anatómicos preservados que indiciam condições específicas, ou ocorrem em certos casos em sedimentos que possuem outras indicações ambientais. Os corais são um bom exemplo de fósseis de fácies. Atualmente os recifes de corais crescem em meios com condições muito restritas, crescem em águas costeiras tropicais ou subtropicais com temperaturas superiores a 22°C e profundidades não inferiores a 30 m. Pode assumir-se, aplicando o princípio do atualismo, que formas semelhantes terão vivido sob condições muito similares no passado (Carneiro *et al.*, 2005).

Ao longo da história da Terra têm ocorrido mudanças drásticas das condições ambientais à escala global, deixando testemunho no chamado registo sedimentar. Um dos casos mais óbvio é o das variações do nível médio das águas do mar, muitas delas da ordem das centenas de metros. Isto sucede de forma cíclica e é reflexo de vários fatores globais, de origem interna (e. g. taxas de formação de crosta oceânica) ou externa (e. g. os ciclos de Milankovich). Os ciclos mais conhecidos resultam da alternância entre períodos glaciários e interglaciários. As fases glaciares caracterizam-se pela grande diminuição da temperatura global da Terra, o que permite a expansão dos glaciares e das calotes polares,

e a contração térmica dos oceanos. Por sua vez, estes fatores traduzem-se na diminuição do nível médio da água dos mares e o recuo da linha de costa em direção ao oceano. Os períodos interglaciários assinalam um aumento considerável da temperatura da Terra, o que provoca degelo dos glaciares e das calotes polares, bem como a expansão térmica dos oceanos, aumentando o volume e a área ocupada pelos mesmos. Com a subida do nível médio das águas do mar, este avança na linha de costa causando uma transgressão (Grotzinger, 2010).

Todas estas (re)voluções têm sido deduzidas do registo sedimentar, quer da parte abiótica quer biótica da sua composição. Assim a leitura de uma coluna estratigráfica pode contar uma parte significativa da história geológica de uma região. Por exemplo, se a deposição de sedimentos aconteceu em ambientes marinhos e pode observar-se a deposição de sedimentos mais grosseiros na base e mais finos no topo, numa sequência denominada de positiva, pode dizer-se que existiu, provavelmente, uma transgressão. Em contraste, se a coluna estratigrafia observada se caracteriza por possuir sedimentos mais finos na base e mais grossos no topo, numa sequência denominada de negativa, é provável que reflita uma progradação no âmbito de uma regressão (Prothero & Schwab, 1996).

A escala geocronológica classifica os estratos de acordo com o tempo, uma grandeza imaterial. A escala cronoestratigráfica classifica os estratos de acordo com a idade, como já foi dito (Carvalho, 2010).

A tabela do tempo geológico, apresenta várias divisões como éons, eras, períodos, séries e andares, fornecendo informações acerca da idade relativa das formações rochosas da Terra e também sobre a datação absoluta que nos dá informações numéricas do tempo (Carvalho, 2010). As eras compreendem o paleozoico, mesozoico e cenozoico. Os éons mais antigos agrupam-se no pré-câmbrico. Os registos fósseis do pré-câmbrico, encontrados em Ediacara na Austrália, remetem para o aparecimento de formas pluricelulares, há cerca de 700 milhões de anos (Carneiro *et al.*, 2005). Os principais períodos são o pré-câmbrico, câmbrico, ordovícico, silúrico, devónico, carbonífero, pérmico, triásico, jurássico, cretácico, paleogénico e neogénico.

Não obstante o facto da evolução biológica ser entendida como um processo lento, está assinalada por breves momentos de rápidas alterações. Um exemplo são as extinções em massa durante as quais, muitos seres vivos desapareceram subitamente do registo geológico. Existem cinco momentos de grande viragem sendo o último causado pelo impacto de um enorme meteorito, há cerca de 65 milhões de anos. Este meteorito com um diâmetro de 10 km, terá levado à extinção de metade das espécies da Terra, incluindo os

dinossauros. Este acontecimento extremo terá possibilitado que os mamíferos se tornassem na espécie dominante abrindo caminho para a emergência da humanidade. Outros acontecimentos extremos como alterações rápida do clima, glaciações e erupções vulcânicas massivas, foram propostos para explicar estas extinções em massa (Grotzinger, 2010).

A paleontologia auxilia a perceber a história geológica da Terra, através do estudo das sucessões da fauna e flora preservadas nas rochas sedimentares. A distribuição das espécies nos diversos ecossistemas durante o passado geológico, torna possível a identificação da sequência de eventos na história da Terra, que muitas vezes acontece a uma escala global (Carvalho, 2010).

3. METODOLOGIA

3.1- Natureza do estudo

A realização deste estudo decorreu em duas fases complementares. Numa primeira fase, foi avaliada a aprendizagem dos alunos no que diz respeito aos conteúdos de Biologia, unidades didáticas 6- Reprodução sexuada e 7- Evolução biológica, e de Geologia, unidade didática 2- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres. Para a recolha de dados foram utilizados testes diagnósticos (pré-teste e pós-teste), observações em contexto de sala de aulas, análise de documentos como, por exemplo, testes de avaliação sumativa e resumos e Posters para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas. Na segunda fase, pretendeu-se constatar qual a importância das estratégias de ensino utilizadas na aprendizagem dos conteúdos.

O caráter qualitativo deste estudo permitiu 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.

3.2- Etapas do estudo

3.2.1- Seleção de temas

A seleção dos temas foi feita no âmbito do programa curricular do 11º ano do Curso Científico-Humanístico. Para a componente de Biologia foram selecionados os temas Mutações cromossómicas, Reprodução sexuada e variabilidade genética, Diversidade de estratégias na reprodução sexuada e Ciclos de vida que integram a unidade didática 6- Reprodução, mais especificamente no capítulo 2- Reprodução sexuada. Mais tarde, ainda na componente de Biologia, foi selecionado o tema Dos seres procariontes aos seres eucariontes inserido na Unidade 7- Evolução biológica. Na componente de Geologia foram escolhidos os temas Minerais, Formação das rochas sedimentares, Rochas sedimentares, arquivos da história da Terra, Os fósseis e a reconstituição do passado, Datação relativa das rochas, Reconstituição de paleoambientes e Escala do tempo geológico. Todos os temas se inserem na unidade didática IV- Geologia, problemas ambientais do quotidiano, mais especificamente no capítulo 2- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.

3.2.2- Planificação

A planificação das unidades didáticas (Anexos-Tabela 5 e 6) foi feita, aula a aula, de forma a estruturar sequencialmente as estratégias a implementar e os objetivos que se pretendiam atingir, para as 6 aulas de Biologia e 3 aulas de Geologia. A planificação de todas as aulas, assim como a preparação e apreciação de todas as atividades letivas, foi discutida em reuniões semanais do núcleo de estágio, com a Orientadora Cooperante.

3.2.3- Construção e aplicação dos testes de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste)

Nesta etapa foi construído e aplicado o teste de avaliação diagnóstica no início (pré-teste) e após a lecionação das unidades didáticas (pós-teste).

3.2.4- Construção de recursos didáticos

Os recursos didáticos 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 elaborados diapositivos em formato Power Point, onde se privilegiou 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. Para a Geologia foram selecionados, de entre um vastíssimo espólio existente na Escola José Falcão, alguns minerais para posterior identificação. Recursos como filmes, animações e documentários foram também selecionados a partir da Internet ou cedidos pela Orientadora Cooperante.

3.2.5- Lecionação das unidades didáticas

Nesta etapa foram utilizados os recursos didáticos elaborados e/ou selecionados anteriormente, existindo sempre a preocupação de orientar os alunos para a construção do seu conhecimento, através das atividades propostas. Durante as práticas de ensino supervisionadas, realizou-se uma aula de campo, no Jardim Botânico da Universidade de Coimbra, que foi previamente preparada.

3.2.6- Avaliação

A avaliação de conhecimentos foi feita com base nos testes de avaliação sumativa que foram elaborados conjuntamente com a Orientadora Cooperante e realizados, sempre

que possível, no final de cada unidade didática estabelecida no programa curricular. Esta avaliação dos conhecimentos também contou com os testes de avaliação diagnóstica e a grelha de observação.

3.2.7- Participação no VIII Congresso de Jovens Geocientistas sobre o tema Geociências e Sociedade

Os alunos que participaram neste Congresso elaboraram, com a ajuda e orientação da Professora Estagiária e Professora Cooperante, um resumo e um Poster sobre a temática Estratigrafia. Nesta atividade foi usada uma grelha de observação, com vários critérios, para avaliar a prestação dos alunos nesta atividade.

3.2.8- Construção e aplicação dos questionários

No final do ano letivo, os alunos responderam a um questionário sobre a utilização de filmes, animações, documentários e a outro sobre construção de modelos 3D, para compreender se o uso destes recursos didáticos foi motivador da aprendizagem.

3.2.9- Tratamento e análise dos resultados

O tratamento e análise dos resultados obtidos foram baseados no teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste), no teste de avaliação sumativa, na grelha de observação e nos questionários.

3.2.10- Outras atividades

Para além das práticas de ensino supervisionadas, foram realizadas atividades: 1) de natureza pedagógica ou didática como ações de formação, que decorreram na Escola Secundária José Falcão, sobre O papel da Educação Especial, O adolescente e a escola e O Papel do Diretor de Turma; 2) de natureza científica e pedagógica como foi o caso da atividade desenvolvida, em contexto de sala de aula, por uma investigadora do Centro de Investigação e Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto (CIBIO-UP) com o título Somos mutantes! Da investigação à comunicação; 3) laboratoriais na Escola Superior Agrária de Coimbra sobre a Reprodução animal e multiplicação de plantas *in vitro*.”; 4) de intervenção na escola, com a Feira das plantas aromáticas; e 5) participação nas reuniões de Conselhos de Turma e outras.

3.3- Caracterização da amostra

A amostra era constituída por 27 alunos (17 raparigas e 10 rapazes) da turma 1 do 11º ano de escolaridade da Escola Secundária José Falcão em Coimbra, com idades compreendidas entre 15 e 17 anos.

Destes 27 alunos, uma era aluna assistente que recorria às aulas para consolidar os conhecimentos para repetir o exame nacional de biologia-geologia do 11º ano, e uma participou esporadicamente, por motivos de saúde que implicaram a sua ausência das aulas durante grande parte do ano letivo. Assim, embora a caracterização da turma contemple esta aluna, as suas respostas ao teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste), testes de avaliação sumativa e questionários não foram consideradas na análise.

Nenhum dos alunos desta turma ficou retido em anos anteriores e, à exceção de 9 alunos, todos dizem estudar diariamente pelo menos 2 h/dia.

Treze alunos referiram ter Biologia e Geologia como disciplinas preferidas e nenhum deles teve negativa às disciplinas em anos anteriores.

No que concerne às estratégias de ensino que os alunos gostariam ver dinamizadas na sala de aula, as respostas indicam uma preferência pelas aulas expositivas (38%) seguidas pelos trabalhos de grupo (32%) e fichas de trabalho com uma percentagem de 12% que é equivalente à da atividade de pesquisa. Uma minoria (6 %) não respondeu à questão.

3.4- Estratégias

Todas as atividades propostas aos alunos foram pensadas de modo a implementar estratégias de ensino baseadas na resolução de problemas, na qual os alunos foram confrontados com situações para as quais não tinham ideias imediatas. Só após reflexão crítica iam surgindo respostas acerca de como ultrapassar os obstáculos apresentados nessas atividades.

Os filmes, animações e documentários foram, na sua maioria, intercalados com a apresentação dos diapositivos, em Power Point, das unidades didáticas de Biologia. O único filme relacionado com a Geologia foi O ciclo das rochas.

Para a consecução das fichas de trabalho enquanto atividades práticas, a maioria das vezes adotou-se a estratégia de ler em voz alta a parte introdutória, seguindo-se a exploração das imagens, através de um diálogo orientado com a professora e a colocação de hipóteses.

Durante a construção dos Posters sobre Estratigrafia, os alunos refletiram sobre os conceitos inerentes aos princípios estratigráficos, discutindo-os e explicando-os aos colegas. Por fim, o trabalho foi descrito e comunicado na forma de resumo e Poster. A aprendizagem foi feita de forma cooperativa em grupo com a orientação da Professora estagiária.

3.5- Recursos didáticos

Os Power Points, as fichas de trabalho, os filmes, documentários, animações e os modelos 3 D foram elaborados e/ou selecionados tendo em conta os objetivos que se pretendiam atingir.

3.5.1- Power points

Os power points, enquanto recursos didáticos, foram elaborados de acordo com os conteúdos dos programas de Biologia e de Geologia.

O uso da imagem em detrimento do texto assim como o aspeto gráfico dos Power Points foram tidos em consideração, de modo a poderem contribuir para a aprendizagem dos conteúdos. Assim, os diapositivos foram construídos de modo a facilitar a organização de ideias a nível dos conteúdos (Figuras 1 e 2).

A apresentação dos dispositivos foi intercalada com esquemas feitos, no quadro preto, para reforçar a compreensão dos conteúdos em ambas as componentes.

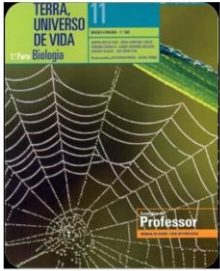
3.5.2- Fichas de trabalho

A realização das fichas de trabalho, atividades de resolução de problemas de papel e lápis, foi intercalada com a apresentação dos diapositivos em Power Point, e com a visualização de filmes, animações ou documentários.

Algumas foram realizadas após o visionamento de filmes, documentários e animações para estimular a reflexão crítica dos alunos no que respeita aos conteúdos inscritos nos filmes.

As respostas das fichas foram corrigidas na aula, tendo existido um diálogo orientado entre alunos e Professora estagiária.

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO



Escola Secundária José Falcão
Biologia 11º 1

2012/2013

Rute Pires

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO

Reprodução



Conjunto de processos pelos quais os seres vivos originam outros idênticos a si próprios

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO

Reprodução sexuada



• Surge quando existe fusão dos gametas- **Fecundação**
• Os novos indivíduos são formados a partir de um **ovo** ou **zigoto**

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS

ESTRUTURAS REPRODUTORAS DOS ANIMAIS

Gónadas

Testículos → Espermatozoides (gâmeta masculino)

Ovários → Óvulos (gâmeta feminino)



ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS

Como pode ocorrer o encontro dos dois gametas nos animais?



Actividade 20, página 86

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS

Animais

Unisexuados

Hermafroditas



Figura 1- Exemplos de diapositivos de Biologia construídos em Power Point.

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS



Fecundação cruzada

Unissexuados

7

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS



Autofecundação

Hermafroditas suficientes

8

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS



Fecundação cruzada

Hermafroditas insuficientes

9

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS

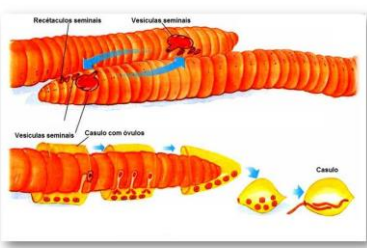


Fecundação cruzada

Hermafroditas insuficientes

10

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS



11

ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM ANIMAIS



Ficha de trabalho
"O Cavalo-marinho- um verdadeiro pai-galinha"

12

Figura 1- Exemplos de diapositivos de Biologia, construídos em Power Point (continuação).

CICLO ROCHAS, ROCHAS SEDIMENTARES, TABELA CRONOSTATIGRÁFICA



Escola Secundária José Falcão
Biologia 11º 1

2012/2013

Rute Pires

CICLO GEOLÓGICO

O ciclo das rochas



<http://www.youtube.com/watch?v=2G879k57p2w&list=PL71648B12019707>

CICLO GEOLÓGICO

Terra – Um sistema dinâmico


- Movimento das placas litosféricas.
- Expansão e destruição dos fundos oceânicos.
- Ilhas e montanhas nascem e desaparecem



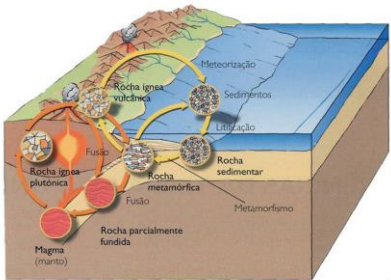
CICLO GEOLÓGICO

Qual a origem deste dinamismo?

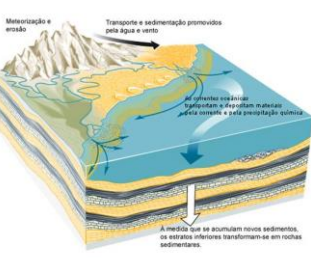
- Processos de geodinâmica externa (energia solar, gravidade).
- Processos de geodinâmica interna (energia interna).



CICLO GEOLÓGICO



FORMAÇÃO DE ROCHAS SEDIMENTARES



Meteorização e erosão

Transporte e sedimentação promovidos pela água e vento

Os materiais sedimentados transformam-se em estratos por compactação e pela precipitação química

A medida que se acumulam novos sedimentos, os estratos inferiores transformam-se em rochas sedimentares.

- Rochas
- Meteorização
- Erosão
- Transporte
- Sedimentação
- Diagenese
- Rochas Sedimentares

Figura 2- Exemplos de diapositivos de Geologia, construídos em Power Point.

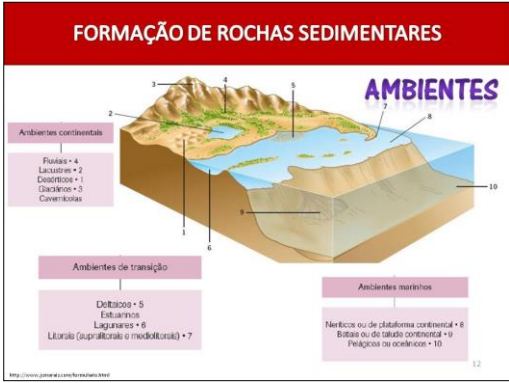
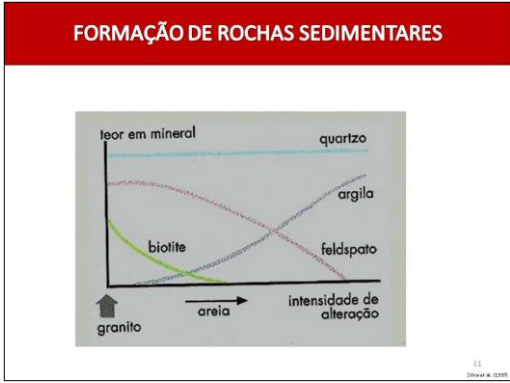
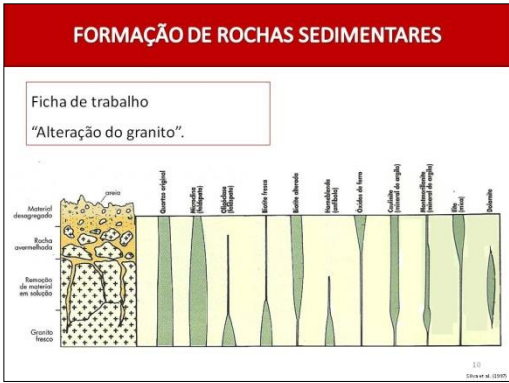
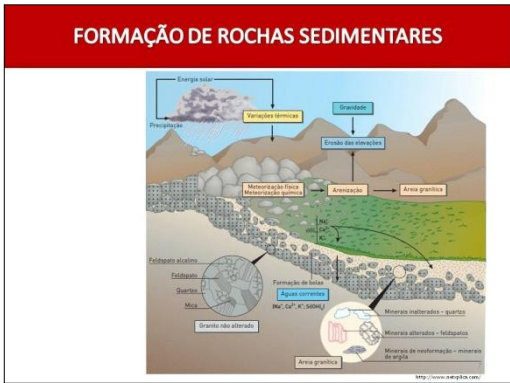
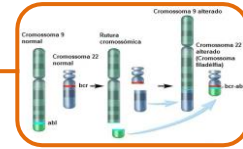


Figura 2- Exemplos de diapositivos de Geologia, construídos em Power Point (continuação).

Muitas das atividades realizadas foram selecionadas do manual escolar Terra, Universo de Vida – Biologia e Geologia (Dias da Silva et al., 2011) adotado pela escola para o 11º ano de escolaridade.

3.5.2.1- Fichas de trabalho- Biologia

Nas aulas de Biologia foram realizadas 15 fichas de trabalho: 1) Como podem ocorrer mutações cromossômicas numéricas?, do manual escolar; 2) Mutações cromossômicas (Figura 3); 3) Qual o contributo da meiose e da fecundação para a variabilidade genética?, do manual escolar; 4) Relação entre *crossing-over* e variabilidade genética (Figura 4); 5) Como pode ocorrer o encontro dos gâmetas nos animais, do manual escolar; 6) O cavalo-marinho – um verdadeiro pai-galinha como complemento à temática de fecundação interna (Figura 5); 7) Rituais de acasalamento (Figura 6), como complemento à visualização do documentário “Courting”; 8) Genes e comportamento animal (Figura 7); 9) Como são constituídos os órgãos reprodutores das flores (Figura 8), como complemento à observação do modelo anatómico da flor de *Lilium* sp.; 10) Ciclos de vida (Figura 9); 11) Como se reproduz a espirogira (Figura 10) como complemento à visualização da animação “Reproduction in Spirogyra”; 12) Unidade vs diversidade dos ciclos de vida (Figura 11); 13) Guião para a aula de campo realizada no jardim Botânico da Universidade de Coimbra com perguntas orientadoras sobre evolução e estratégias de reprodução sexuada em plantas, e indicação das paragens efetuadas ao longo de um percurso pré-estabelecido (Figura 12); 14) Qual a origem dos seres eucariontes? do manual escolar e 15) Origem dos seres eucariontes (Figura 13).



FICHA DE TRABALHO
MUTAÇÕES CROMOSSÓMICAS

Na meiose podem ocorrer dois tipos de mutações cromossómicas. Completa a tabela seguinte. A tabela seguinte diz respeito aos dois tipos de mutações cromossómicas que podem ocorrer na meiose.

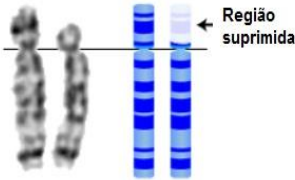
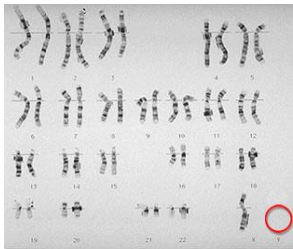
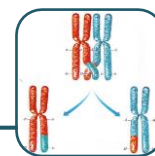
Mutações cromossómicas	Mutações <u>estruturais</u>	Mutações <u>numéricas</u>
	 <p>Par de cromossomas 5</p>	
Alteração do número e/ou arranjo dos genes	Pode existir alteração do número ou arranjo dos genes	Pode existir alteração do número de genes
Fase e/ou processo em que podem ocorrer	Crossing-over durante Profase I (Meiose)	Anáfase I e Anáfase II
Síndromes	Mio-do-gato; Leucemia mieloide crónica	Down, Patau, Klinefelter, Turner
Número de cromossomas	Mantem-se o número de cromossomas	Pode existir alteração do número de cromossomas

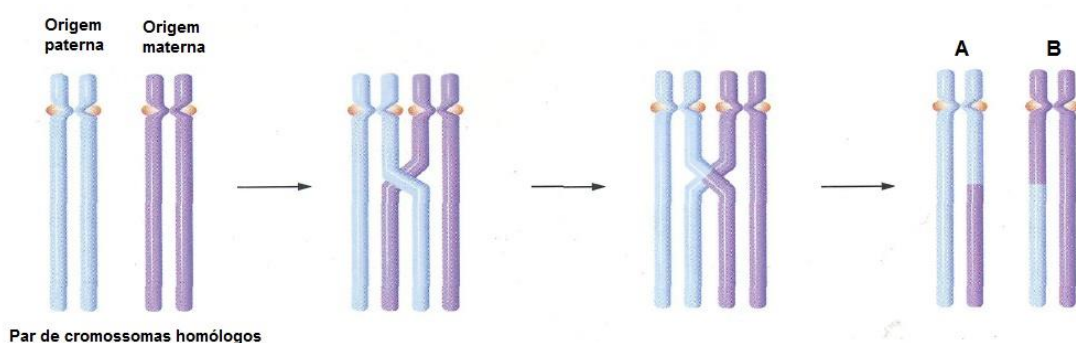
Figura 3- Ficha de trabalho de Biologia sobre mutações cromossómicas e respetivas respostas.



FICHA DE TRABALHO RELAÇÃO ENTRE CROSSING-OVER E VARIABILIDADE GENÉTICA

O fenómeno de crossing-over que ocorre durante a prófase I da meiose, é um dos processos que contribui para a variabilidade genética.

1- A figura seguinte representa, esquematicamente, o fenómeno de **crossing-over** entre cromossomas homólogos.



<https://docs.google.com/folder/d/0B5LS1Lge42LnNDY0MDNiMDktYTkyMS00NDM0LTk1YTgtNzE4MWMYOTBmYjlh/edit?hl=en&pli=1&docId=0B5LS1Lge42LnNmMwNGExYjktMmM1OC00NDM1LTk2MDctYTNI0GVkYzljODhk>

1.1- Compara a forma e dimensões dos cromátidos-irmãos do cromossoma A, antes e depois do crossing-over.

Após o crossing-over, os cromátidos-irmãos mantêm a mesma forma e dimensão.

1.2- Refere a origem do material genético dos cromátidos-irmãos do cromossoma A, antes e depois do crossing-over.

Após crossing-over, os cromátidos-irmãos do cromossoma A e cromossoma B, apresentam material genético de origem paterna e origem materna, quando inicialmente possuíam material genético só de origem paterna ou origem materna.

Figura 4- Ficha de trabalho de Biologia sobre crossing-over e variabilidade genética e respetivas respostas.



TEXTO

O CAVALO-MARINHO --- UM VERDADEIRO "PAI GALINHA"

“São os cavalos-marinhos machos que “tratam” dos filhotes.

Após a fêmea pôr os óvulos, estes são fecundados pelos espermatozoides do macho e é o macho que protege os ovos numa bolsa que se situa na sua face ventral.

O modo de reprodução do cavalo-marinho é como que uma mistura entre o que se passa nos animais ovíparos, em que os embriões se desenvolvem no meio exterior, e os animais vivíparos, em que os embriões se desenvolvem dentro do organismo materno. De facto, os filhotes do cavalo-marinho desenvolvem-se na bolsa paterna, o que permite que o seu grau de sobrevivência seja grande, apesar de as fêmeas não produzirem tantos óvulos como outros peixes.”

Retirado de Doc. 9 do Dossier do Professor do manual Terra, Universo e Vida da Porto Editora, 2006.

Figura 5- Ficha de trabalho de Biologia sobre fecundação interna.



ATIVIDADE

RITUAIS DE ACASALAMENTO

O documentário “Courting” (“Rituais de acasalamento”), inserido na série “Trials of Life” de David Attenborough, mostra diversas estratégias que os animais usam na aproximação entre machos e fêmeas.

1. Os animais do documentário têm os sexos separados? Como se designam?

Têm sexos separados existindo um macho e uma fêmea. São designados **unissexuados**.

2. As formas e cores da plumagem das fêmeas e machos são sempre idênticas para aves pertencentes à mesma espécie?

Não. Possuem cores e formas diferentes consoante são machos e fêmeas. Normalmente, os machos apresentam sempre cores mais vistosas. Apresentam **dimorfismo sexual**.

Figura 6- Ficha de trabalho de Biologia sobre estratégias de reprodução sexuada em animais e respetivas respostas.

3. Nos animais, qual é o sexo que seleciona o parceiro para a reprodução?

A fêmea.

4. Como se designa o tipo de seleção acima mencionado?

Seleção sexual.

5. Nas aves, que estratégias são utilizadas para atrair o parceiro sexual?

O uso do canto, danças, malabarismo, construção de instalações, exibição de plumagens vistosas, exibição de voo, oferta de objetos.

6. Que estratégias de atração se podem observar nos animais?

Demonstração de qualidades ideais para a sobrevivência dos descendentes, oferta de alimento, marcação do território com odores atrativos, marcação do território com fezes e urina, uso de odores “perfumados” que atraem os parceiros sexuais.

7. Qual o objetivo do hamster fêmea da Sibéria ao espalhar o seu odor à volta da toca?

Atrair outros hamsters da mesma espécie.

8. Indica porque motivo os hamsters de outras espécies, que se encontram próximos do local da toca, não são atraídos para a fêmea?

Porque não identificam o odor como sendo apelativo. Daqui se conclui que existe um limite biológico comportamental, que impede o cruzamento, entre si, de animais de diferentes espécies.

9. O pato-de-olho-dourado adotado é “imune” aos sinais de aceitação da fêmea da mesma espécie e não consegue acasalar. Porquê?

Porque procura uma companheira à imagem da mãe adotiva, reconhecendo as fêmeas pato-real como parceiras sexuais quando não são. Da mesma forma, não reconhece as fêmeas pato-de-olho-dourado como sendo as suas verdadeiras parceiras sexuais.

10. Nas aves, como se designam as estratégias com vista ao acasalamento e cópula?

Parada nupcial.

11. Onde ocorre a fecundação nos animais do documentário?

No interior da fêmea. Existe **fecundação interna**.

12. Em algumas aves, a sua plumagem vistosa, na época de reprodução, difere da plumagem fora desta época. Porquê?

Porque a plumagem, apesar do papel que desempenha na **parada nupcial**, apresenta desvantagens: a plumagem torna a ave mais visível aos olhos dos predadores e dificulta o voo.

11. Qual a recompensa para todas estas conquistas, exibições e disputas?

A recompensa é a cópula, através da qual o animal assegura que os seus genes são transmitidos às gerações seguintes, transcendendo a sua imortalidade.

Figura 6- Ficha de trabalho de Biologia sobre estratégias de reprodução sexuada em animais, e respetivas respostas (continuação).



TEXTO

GENES E COMPORTAMENTO ANIMAL



“O tentilhão adulto (à esquerda, com o bico vermelho) ensina vocalizações a uma cria. O gene FOXP2 é essencial para que o jovem aprenda. Desativando o gene, o juvenil chilreará sem sentido, diz a neurobióloga Constance Scharff. Estas descobertas indiciam um gene comum a todas as criaturas: “ O equipamento genético utilizado por uma ave pata aprender a cantar não será muito diferente daquela que um rato usa para aprender um labirinto e daquele que nós utilizamos para aprender a falar”.

(...) Em 2001, Simon Fisher e os colegas da Universidade de Oxford, descobriram que uma mutação neste gene causa defeitos na linguagem dos seres humanos. Mais tarde, o mesmo grupo demonstrou que o gene é necessário nos ratos para aprendizagem de sequências de movimentos rápidos.

(...) De maneira diabolicamente engenhosa, o grupo de Constance Scharff infetou o cérebro dos tentilhões com vírus especial que transportava uma cópia invertida de parte do gene FOXP2, que abafava a expressão natural do gene. Como resultado, as aves passaram a cantar não só de modo variável, mas também imitaram incorretamente as canções dos adultos.”

Texto adaptado de Matt Ridley, 2009. National Geographic Portugal, 95: 22-39.

Figura 7- Ficha de trabalho de Biologia sobre a influência dos genes no comportamento animal.

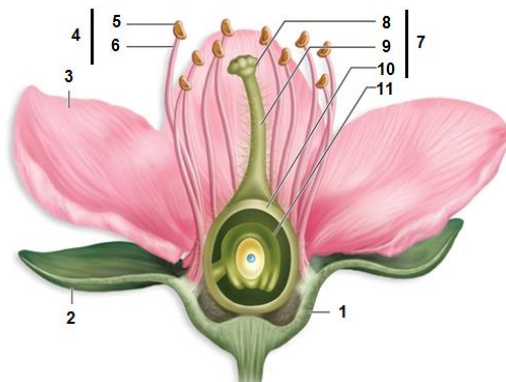


FICHA DE TRABALHO

COMO SÃO CONSTITUÍDOS OS ÓRGÃOS REPRODUTORES DAS

À semelhança dos animais, nas plantas ocorrem diversas estratégias que permitem o sucesso na reprodução sexuada.

As flores são folhas modificadas com função específica na reprodução sexuada. Identifica as estruturas de 1 a 11, indicadas na figura seguinte.



1- Receptáculo	7- Carpelo
2- Sépala	8- Estigma
3- Pétala	9- Estilete
4- Estame	10- Ovário
5- Antera	11- Óvulo
6- Filete	

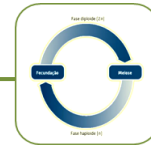
Quais são os órgãos reprodutores masculinos?

O androceu.

Quais são os órgãos reprodutores femininos?

O gineceu.

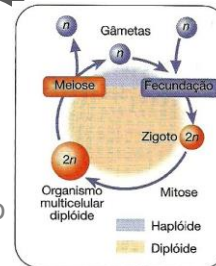
Figura 8- Ficha de trabalho de Biologia sobre a constituição dos órgãos reprodutores da flor do *Lilium* sp., e respetivas respostas.



ATIVIDADE CICLOS DE VIDA

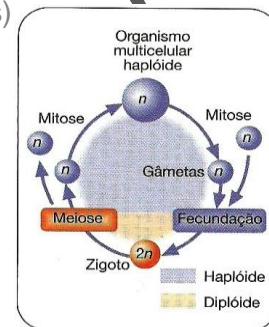
Ciclo de vida

- Organismos - diplontes (ex. animais e algumas plantas).
- Adulto - diploide
- Meiose - pré-gamética; forma células sexuais haplóides.
- Gâmetas - únicas células haplóides.
- A formação do organismo envolve mitoses sucessivas do zigoto.



Ciclo de vida haplonte

- Organismos - haploides (ex. protistas e alguns fungos)
- Adulto multicelular - haploide.
- Zigoto - única célula diploide, sofre meiose para produzir células haploides.
- Meiose - pós-zigótica; forma células haploides
- Gâmetas - produzidos por mitose.
- Esporos formam, por mitoses sucessivas, um novo organismo que pode ser unicelular ou multicelular.



Ciclo de vida haplodiplonte

- Organismos - haplodiplontes (ex. muitas plantas).
- Adulto – haploide e diploide.
- Alternância de fases nucleares - haplófase e diplófase.
- Alternância de gerações – esporófito e gametófito.
- Meiose- pré-espórica; forma esporos haploides.
- Da germinação do espora e da sua divisão por mitoses resulta o gametófito (n), a partir do qual se formam gametângios que originam gâmetas.

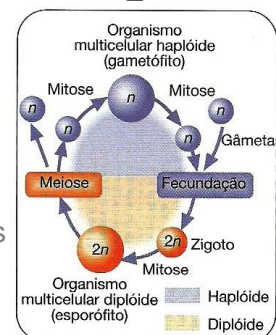
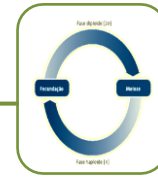
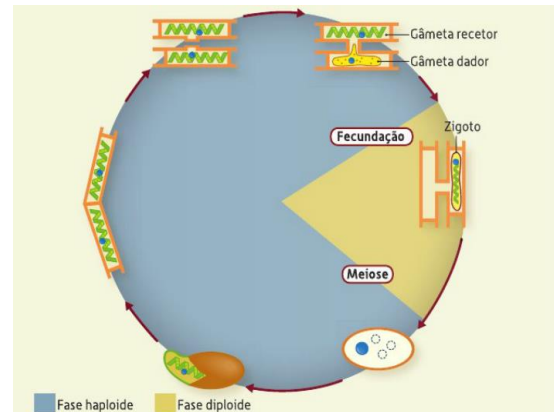


Figura 9- Ficha de trabalho de Biologia sobre os ciclos de vida do Homem, espirogrira e polipódio, e respetivas respostas.



ATIVIDADE

COMO SE REPRODUZ A ESPIROGIRA?



http://brip.escolavirtual.pt/page.php/resources/view_all?id=index_01007p1&myfid=&from=search

1. Refere o processo de reprodução em que entidades haploides alternam com entidades diploides.

Reprodução sexuada

2. Compara o desenvolvimento da fase haploide e da fase diploide.

A fase haploide é mais desenvolvida que a fase diploide.

3. Em qual das fases se inclui o indivíduo adulto?

Na fase haploide.

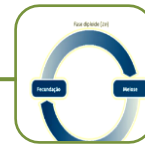
4. A espirogira produz gâmetas após meiose? Explica porquê.

A espirogina não produz gâmetas após meiose uma vez que a meiose acontece na 1ª divisão do zigoto. A meiose produz células haploides que por mitoses sucessivas originam o indivíduo multicelular.

5. Indica porque se mantém constante o número de cromossomas quando ocorre reprodução sexuada.

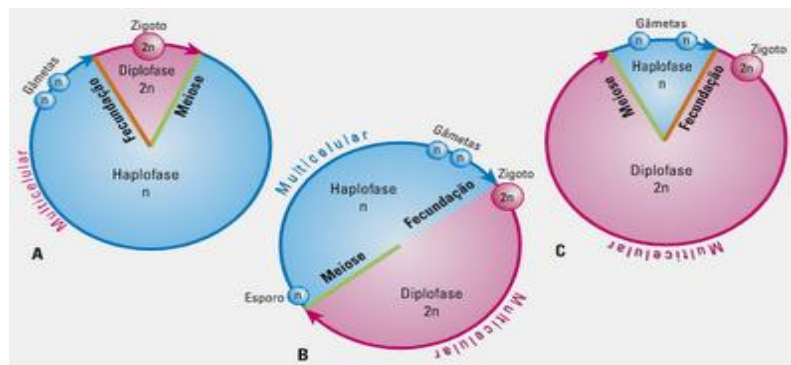
Porque o indivíduo adulto (n) já tem o número de cromossomas reduzido para metade antes de ocorrer fecundação e logo após a formação do ovo, ocorre meiose.

Figura 10- Ficha de trabalho de Biologia sobre o ciclo de vida da espirogira, e respetivas respostas.



FICHA DE TRABALHO

UNIDADE VS DIVERSIDADE DOS CICLOS DE VIDA



<http://bgeseg11b.blogspot.pt/2010/12/ciclos-de-vida.html>

1. Compara o ciclo de vida do polipódio com os ciclos de vida da espirogrira e do homem, no que se refere ao desenvolvimento relativo da fase haploide e da fase diploide.

A **alternância de fases nucleares** existe em todos os ciclos com reprodução sexuada. O momento em que ocorre meiose em relação à fecundação difere nos seres haplontes e haplodiplontes.

2. Qual o resultado da meiose e fecundação? Estes dois processos são comuns a todos os ciclos de vida?

O resultado da **meiose** é a formação de células haploides (n) – **gâmetas** (células sexuais), contribuindo para a diversidade da espécie e redução cromossómica. O resultado da **fecundação** é a formação de células diploides - **ovo ou zigoto** - com reposição da diploidia no ciclo de vida e também contribui para a variabilidade da espécie. Tanto o processo de meiose como de fecundação, assim como o resultado dos mesmos são comuns a todos os ciclos de vida.

3. O momento em que ocorre meiose é igual para todos os seres vivos? Explica porquê.

Não, o momento em que ocorre meiose difere em todos os ciclos de vida dados. Nos seres haplontes a meiose ocorre na primeira divisão do zigoto, enquanto nos seres haplodiplontes antecede a formação de esporos, e nos seres diplontes ocorre antes da formação de gâmetas.

Figura 11- Ficha de trabalho de Biologia sobre a comparação dos três ciclos de vida lecionados, e respetivas respostas.

4. Em qual das fases se incluem os indivíduos adultos multicelulares os três ciclos?

No ciclo diplonte os indivíduos adultos encontram-se na fase diploide. No ciclo haplonte os indivíduos adultos multicelulares encontram-se na fase haploide. No ciclo haplodiplonte, os indivíduos multicelulares encontram-se na fase haploide e também diploide.

O que existe em comum nos ciclos?

- Alternância de fases nucleares.
- Existência de meiose, que forma células haploides.
- Existência de fecundação que origina um zigoto diploide.
- Células sexuais haploides, os gametas.
- Ovo ou zigoto diploide.

O que distingue os ciclos de vida?

- Meiose pré-gamética, nos seres diplontes conduz à formação de gametas.
- Meiose pós-zigótica, nos seres haplontes ocorre na 1ª divisão do zigoto.
- Meiose pré-espórica, nos seres haplodiplontes, conduz à formação de esporos.
- Nos seres diplontes o organismo multicelular encontra-se na diplófase.
- Nos seres haplontes o organismo multicelular encontra-se na haplófase.
- Nos seres haplodiplontes o organismo multicelular encontra-se tanto na

Figura 11- Ficha de trabalho de Biologia sobre a comparação dos três ciclos de vida lecionados, e respetivas respostas (continuação).

Guião da visita ao Jardim Botânico de Coimbra



O Jardim Botânico da Universidade de Coimbra, localizado no coração da cidade de Coimbra desde 1772, por iniciativa do Marquês de Pombal, estende-se por 13 ha em terrenos que na sua maior parte foram doados pelos frades Beneditinos.

Como surgiram as plantas? Como evoluíram das mais simples às mais complexas? Quais os caracteres decisivos, que surgiram nesse processo evolutivo, que distinguem os principais grupos vegetais? Quais as estratégias que permitem o sucesso na reprodução sexuada das plantas?

Estas são algumas das questões às quais se pretende responder, ao longo das várias paragens efetuadas durante a visita ao Jardim Botânico. Em cada paragem responde às do guião.

Paragem 1 - Entrada norte do Jardim

O que é um jardim botânico? _____

Quando foi fundado o jardim Botânico de Coimbra? _____

Quem fundou o este jardim? _____

Quais as principais funções do Jardim Botânico ao ser criado? _____

Qual o tema desta visita? _____

Paragem 2 - *Cedrus deodora*

Como surgiu a Vida no planeta Terra? _____

Como se conseguiu organizar e classificar todos os seres vivos? _____

Como surgiram as plantas? _____

Quais são os grandes grupos de plantas? _____

Como evoluíram as plantas das mais simples às mais complexas? _____

Quais os caracteres que distinguem os principais grupos vegetais? _____

Paragem 3 - *Tilia/Cycas/Eucalipto*

Quais os caracteres morfológicos dos indivíduos dos diversos grupos? _____

A planta *Cycas sp.* Que observas neste local é unissexuada? _____

Figura 12- Guião para a aula de campo de Biologia realizada no Jardim Botânico de Coimbra.

Qual é a característica apresentada pela planta *Cycas sp.* Que faz dela única no reino vegetal? _____

Por que motivo se diz que as flores das tílias são efémeras? _____

Paragem 4- Mata-Estufa fria

Qual as plantas que encontras neste habitat húmido e sombrio? _____

Porque se diz que os bambus são recordistas do crescimento vegetativo? _____


Outras paragens- Estufas, Quadrado

Qual o motivo pelo qual as orquídeas apresentam uma tão grande variedade de cores e formas? _____

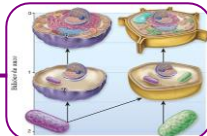
Qual é a planta vascular mais primitiva que encontras na estufa grande, em clima tropical? _____

Finalizou a visita. Espero que tenhas gostado.

Figura 12- Guião para a aula de campo de Biologia realizada no Jardim Botânico de Coimbra (continuação).



Escola Secundária José Falcão
Disciplina de Biologia e Geologia
11º 1



FICHA DE TRABALHO

ORIGEM DOS SERES EUKARIOTES

Para cada uma das questões seguintes identifica a opção correta.

1- Os primeiros seres vivos eram ____.

- ___ a. pluricelulares.
- ___ b. eucariontes unicelulares.
- ___ c. procariontes pluricelulares.
- ___ d. eucariontes.
- e. procariontes.

2- Das seguintes propostas para a evolução dos organismos procariontes unicelulares atuais, até ao organismos eucariontes unicelulares, aceita-se a ____.

- a. endossimbiose.
- ___ b. associação de diferentes células formando colónias.
- ___ c. associação de diferentes tipos de células, formando um organismo complexo.
- ___ d. nenhuma das anteriores.

Figura 13- Ficha de trabalho de Biologia sobre seres procariontes e eucariontes, e respetivas respostas.

3- A hipótese endossimbiótica, que procura explicar a evolução das células eucarióticas, é sustentada pela___.

___a. análise das sequencia nucleotídicas do DNA, comparando o genoma das bactérias atuais, com o genoma das mitocôndrias e do núcleo das células eucarióticas.

___b. ocorrência, na atualidade, do estabelecimento de relações endossimbióticas entre células bacterianas e células eucarióticas.

___c. a presença de DNA circular em mitocôndrias e cloroplastos.

_d. todas as anteriores.

___e. apenas alínea a) e b).

4- A hipótese autogénica defende que ___.

___a. os cloroplastos resultam de cianobactérias que já tiveram vida livre.

___b. o DNA dos cloroplastos teve origem no DNA da mitocôndria.

___c. há migração do DNA entre mitocôndrias e cloroplastos.

_d. o DNA das mitocôndrias terá resultado do mesmo DNA presente no núcleo.

___e. nenhuma das anteriores.

5- Segundo a hipótese endossimbiótica, os ancestrais da mitocôndria___.

___a. eram capazes de produzir compostos orgânicos a partir de energia luminosa.

___b. seriam muito semelhantes às atuais cianobactérias.

___c. resultaram da compartimentação do sistema endomembranar.

___d. obtiveram o seu DNA a partir do núcleo da célula que invadiram.

_e. eram capazes de libertar energia a partir de compostos orgânicos na presença de oxigénio.

6- A hipótese de o núcleo eucariótico ter surgido antes das mitocôndrias é sustentada pela existência de um grupo de protistas, do qual fazem parte organismos do género *Giardia*. "*Giardia lamblia*" é um parasita que contamina a água e, ao instalar-se no intestino, desenvolve um quadro patológico designado giardíase. Este protista não possui mitocôndrias, nem cloroplastos, nem qualquer outro tipo de organelo membranar, mas contém dois núcleos envolvidos por um invólucro e possui também citoesqueleto. Alguns autores consideram este organismo um descendente moderno de um estado transitório na evolução dos seres eucariontes"

6.1- Explica a razão pela qual organismos como a *Giardia lamblia*, sustentam a hipótese de o núcleo ter surgido antes das mitocôndrias e dos cloroplastos, nas células eucarióticas.

A *Giardia* apoia a teoria referida, uma vez que tem dois núcleos mas não possui organitos como mitocôndrias ou cloroplastos.

Figura 13- Ficha de trabalho de Biologia sobre seres procariontes e eucariontes, e respetivas respostas (continuação).

3.5.2.2- Fichas de trabalho- Geologia

Nas aulas de Geologia foram realizadas 2 fichas de trabalho: 1) Identificação de minerais (Figura 14); 2) e Alteração do granito (Figura 15 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). A aula de identificação de minerais foi realizada numa aula de 135 min. e, como tal, foi possível desenvolver esta atividade de laboratório.



	Escola Secundária José Falcão Disciplina de Biologia e Geologia 11º 1	
FICHA DE TRABALHO IDENTIFICAÇÃO DE MINERAIS		
Nome: _____ Nº: _____ Data: _____ 11º1		
Material:		
<ul style="list-style-type: none">• Vidro• Canivete• Moeda• Lima de aço• Martelo• Aço clorídrico• Escala de Mohs• Amostras de minerais		
<p>Com base na chave de identificação e nos materiais fornecidos, identifica os minerais que encontras no tabuleiro da tua bancada, preenchendo adequadamente a tabela de registos.</p>		
Chave de identificação de minerais:		
1. Minerais de brilho metálico..... 2 Minerais de brilho não metálico..... 3		
2. Dureza 4..... Calcopirite -SFeCu Dureza 6..... Pirite - S ₂ Fe		
3. Com risca corada..... 4 Com risca branca ou cinzenta clara..... 5		
4. Risca preta, dureza 6, magnético..... Magnetite -Fe ₃ O ₄ Risca amarela, dureza 2..... Enxofre -S		
5. Dureza 1, clivagem perfeita, macio..... Talco -Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (H ₂ O) Dureza superior a 1..... 6		
6. Dureza 2, boa clivagem..... Gesso -CaSO ₄ , 2(H ₂ O) Dureza superior a 2..... 7		
7. Dureza 2 e ½, clivagem perfeita..... Moscovite (KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂) Dureza superior a 2 e 1/2..... 8		
8. Dureza 3, efervescente com ácido Calcite -CaCO ₃ Dureza superior a 3, cristais transparentes..... Quartzo -SiO ₄		

Figura 14- Ficha de trabalho de Geologia sobre identificação de minerais.

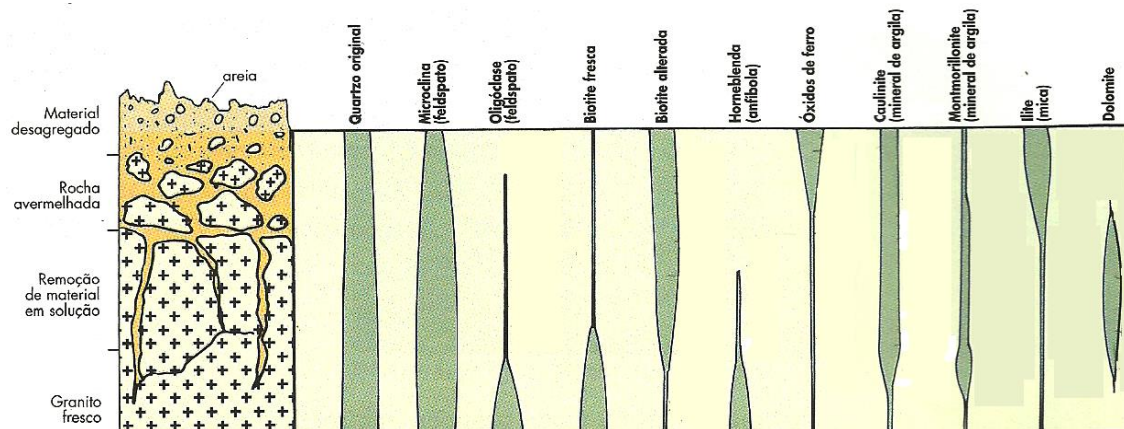


FICHA DE TRABALHO

ALTERAÇÃO NO GRANITO

O granito é uma rocha que se forma em profundidade. A remoção de camadas suprajacentes e o conseqüente afloramento à superfície, traduzem-se numa exposição a condições ambientais de pressão e temperatura muito diferentes daquelas em que foi gerado. Desta forma, os minerais que constituem o granito ficam em desequilíbrio experimentando alterações profundas.

O esquema em baixo mostra uma variação da espessura das barras correspondentes a cada mineral, proporcional à variação da quantidade desse mineral ao longo do processo de alteração.



Com base nos dados do esquema, indica:

- os dois minerais mais vulneráveis: Feldspato e anfíbolas.
- os dois minerais mais resistentes: Quartzo e microclina.
- minerais que se formam durante o período de alteração, fazendo parte dos produtos finais: Biotite alterada, óxido de ferro, illite (mica) e caulinite.
- minerais que se formam durante o processo de alteração e voltam a transformar-se: Dolomite.

Figura 15- Ficha de trabalho de Geologia sobre alteração do granito, e respetivas respostas.

3.5.3- Filmes, animações e documentários

A maioria dos filmes não excedeu 20 min., com exceção do documentário “Courting” que teve a duração de 1 h.

Nas aulas de Biologia foram mostrados: os filmes Tudo sobre mutações (7 minutos) e Vivir com LMC- La enfermedad (7 min.); a animação “Random Orientation of Chromosomes During Meiosis” (40 seg.); o documentário “Courting” da série “Trials of Life” de David Attenborough (1 h); as animações “Reproduction of human being” (56 seg.), “Reproduction in Spirogyra” (1min.), “Plant reproduction” (60 seg.); e o filme Evolução da vida na Terra (7 min.).

Nas aulas de Geologia foi mostrado o filme O ciclo das rochas (6 min.).

3.5.4- Modelos 3D

A construção de modelos 3D digitais, ilustrativos dos princípios estratigráficos, foi efetuada no âmbito do VIII Congresso de Jovens Geocientistas.

Foram constituídos 3 grupos de 3 alunos e um grupo de 4 alunos. A pesquisa realizada pelos alunos baseou-se, essencialmente, na Internet e nos manuais escolares ocorrendo de forma autónoma, sob orientação das professoras.

O esboço dos modelos (Figura 16) foi feito no quadro do laboratório de Biologia.

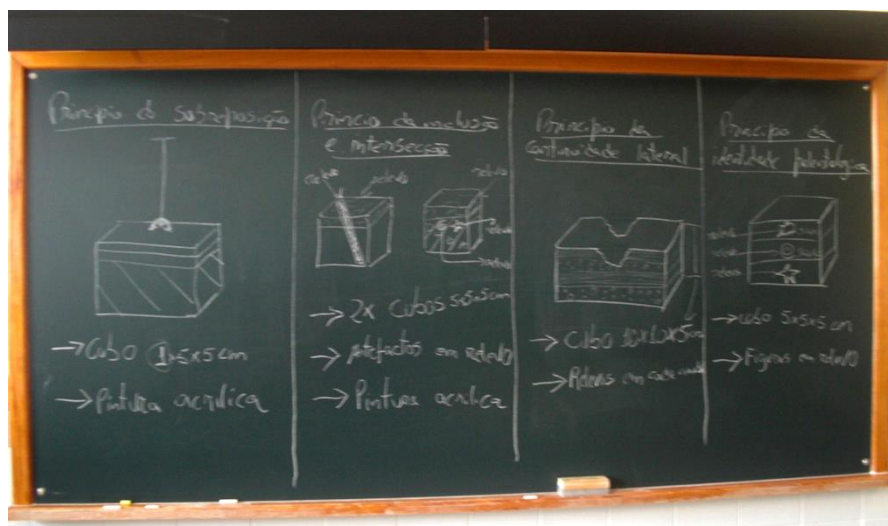


Figura 16- Esquemática, no quadro, dos modelos representativos dos princípios estratigráficos para posterior construção dos modelos digitais em 3D.

Todos os grupos tiveram à sua disposição computadores portáteis para a pesquisa na Internet e para aprender a trabalhar com a aplicação informática Google SketchUp 8. Os

modelos digitais 3D construídos pelos alunos (Figura 17) foram transpostos para modelos tridimensionais através de uma tecnologia algo inovadora, a impressora 3D (Figura 18). Os modelos digitais 3D foram construídos de forma a representar o mais fidedignamente possível as principais características dos princípios estratigráficos.

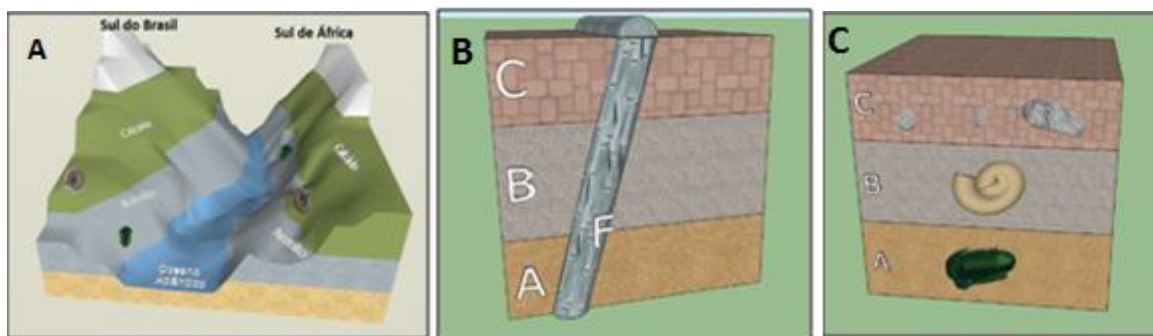


Figura 17- Exemplos de modelos digitais 3D, construídos pelos alunos, representativos dos princípios da estratigrafia. Princípio da continuidade lateral (A), princípio da interseção (B) e princípio da inclusão (C).



Figura 18- Impressora 3D (A) e impressão de um modelo digital 3D (B).

3.6- Avaliação

Este capítulo diz respeito aos instrumentos que foram utilizados na recolha de dados com a finalidade de responder às questões de avaliação.

3.6.1- Testes de avaliação diagnóstica

Os testes de avaliação diagnóstica (Figura 19 e Figura 20) foram aplicados antes (pré-teste) e após (pós-teste) a lecionação das unidades didáticas de Biologia e de Geologia.

A estrutura dos testes de avaliação diagnóstica nas duas componentes foi semelhante. As três questões do grupo I são de escolha múltipla e pretendem avaliar a opinião dos alunos relativa à importância ou interesse que determinados temas lhes

suscitam. As três questões incluídas no grupo I, são de escolha múltipla. As questões do grupo II foram formuladas em forma de afirmação, com duas opções de resposta, verdadeira (V) ou falsa (F) com o objetivo de verificar os conhecimentos dos alunos antes e após a leção.

Os dados foram analisados estatisticamente usando o programa informático Excel 2007.

<p style="text-align: center;">TESTE DIAGNÓSTICO</p> <p style="text-align: center;">- MUTAÇÕES, ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO SEXUADA E CICLOS DE VIDA-</p> <p>Nome: _____ Nº: _____ Data: __/__/__</p> <p>Com este teste pretende-se diagnosticar os teus conhecimentos acerca dos temas que irão ser lecionados, e não servirá para a tua avaliação. Pede-se que sejas sincero nas respostas. Obrigada!</p> <p style="text-align: center;">Grupo I</p> <p>As questões deste grupo dizem respeito à tua opinião e, como tal, não existem respostas certas ou erradas.</p> <p>1. A variabilidade genética é importante para a sobrevivência da espécie.</p> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;">Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo</p> <p>2. O tema estratégias de reprodução sexuada em animais e plantas desperta o meu interesse.</p> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;">Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo</p> <p>3. O conhecimento dos ciclos de vida dos seres vivos é pouco importante para a disciplina de biologia.</p> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;">Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo</p>
--

Figura 19- Teste de avaliação diagnóstica de Biologia sobre mutações, estratégias de reprodução sexuada e ciclos de vida.

Grupo II

Classifica como verdadeiras (V) ou falsas (F), cada uma das afirmações seguintes:

V-1. As mutações são vitais para a sobrevivência dos seres vivos.

F-2. As mutações cromossómicas raramente são transmitidas à geração de indivíduos seguinte.

V-3. Durante os fenómenos complexos da meiose, podem ocorrer erros que conduzem a alterações na estrutura e número de cromossomas.

V-4. As mutações cromossómicas ocorrem em diferentes etapas da meiose.

F-5. Nos indivíduos originados por reprodução sexuada, a variabilidade genética, entre si e em relação aos progenitores, é inexistente.

V-6. A variabilidade genética dos indivíduos deve-se à meiose e à fecundação.

V-7. Na fecundação ocorre união ao acaso dos gametas com informação genética diferente.

V-8. O fenómeno de crossing-over contribui para a variabilidade genética, existente nos seres vivos.

F-9. Ao conjunto de processos pelos quais os seres vivos originam outros iguais a si próprios, chama-se reprodução.

F-10. Na reprodução sexuada dos animais, a parada nupcial facilita o encontro dos gametas masculino e feminino de espécies diferentes.

V-11. O coxar dos machos das rãs faz parte do ritual de acasalamento.

V-12. Tanto nos animais como nas plantas, existem estruturas reprodutoras.

V-13. Nas plantas com flores os mecanismos de polinização contribuem para a diversidade genética dos indivíduos.

V-14. Durante a reprodução sexuada, a fase haploide intercala com a fase diploide.

F-15. A existência de meiose e de um ovo ou zigoto haploide são dois dos aspetos comuns dos ciclos de vida dos seres vivos.

V-16. O que distingue o ciclo de vida dos animais é o local em que ocorre a meiose.

F-17. A meiose origina sempre gametas.

Grata pela tua colaboração!

Figura 19- Teste de avaliação diagnóstica de Biologia sobre mutações, estratégias de reprodução sexuada e ciclos de vida (continuação).

TESTE DIAGNÓSTICO

MINERAIS, ROCHAS SEDIMENTARES, PALEOAMBIENTES, METEORIZAÇÃO

Nome: _____ Nº: _____ Data: __/__/____

Este teste pretende diagnosticar os teus conhecimentos, acerca dos temas que irão ser lecionados, e não servirá para a tua avaliação. Pede-se que sejas sincero nas respostas. Obrigada!

Grupo I

As questões deste grupo dizem respeito à tua opinião e, como tal, não existem respostas certas ou erradas.

1. As propriedades dos minerais são importantes para a sua classificação.

Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo

2. O tema rochas sedimentares, como sendo arquivos da história da Terra, desperta o meu interesse.

Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo

3. A meteorização é um processo geológico pouco importante para a disciplina de geologia.

Concordo plenamente Concordo Concordo pouco Discordo

Grupo II

Classifica como verdadeiras (V) ou falsas (F), cada uma das afirmações seguintes:

- F- 1. Os minerais são estruturas cristalinas, inorgânicas ou orgânicas.
- F- 2. Os minerais são identificados apenas com base nas suas propriedades químicas.
- F- 3. A escala de Mohs serve para determinar a dureza absoluta dos minerais.
- F-4. A sedimentogénese é a última etapa na formação das rochas sedimentares.

Figura 20- Teste de avaliação diagnóstica de Geologia sobre minerais, rochas sedimentares, paleoambientes e meteorização física.

- F- 5. Meteorização e erosão são palavras sinónimas para o processo de alteração das rochas à superfície da crosta terrestre.
- V- 6. Os sedimentos que se depositam formam, regra geral, camadas horizontais e paralelas, chamadas estratos.
- V- 7. As diáclases são devidas a tensões internas da crosta ou a processos de descompressão, e favorecem a meteorização.
- V- 8. O ciclo geológico está relacionado com processos de geodinâmica interna e externa.
- F- 9. As rochas sedimentares raramente são estratificadas e fossilíferas.
- F- 10. Os diferentes princípios da estratigrafia podem ser usados para fazer a datação absoluta das formações geológicas.
- V- 11. Se a sedimentação prosseguir devido a uma nova imersão, após um período de interrupção, forma-se um estrato que assenta numa superfície erodida designada por superfície de descontinuidade.
- F- 12. Na estratigrafia os princípios são apenas litoestratigráficos.
- V- 13. Paleoambientes podem ser ambientes antigos em que a génese das rochas sedimentares ocorreu.
- F- 14. Fósseis de idade ou fósseis de fácies são palavras sinónimas.
- V- 15. A meteorização é um processo físico e químico que conduz à alteração da rocha-mãe.
- F- 16. Na meteorização física existe uma desagregação das rochas em fragmentos de menores dimensões, e uma alteração dos minerais que as constituem.
- Grata pela tua colaboração!

Figura 20- Teste de avaliação diagnóstica de Geologia sobre minerais, rochas sedimentares, paleoambientes e meteorização física (continuação).

3.6.2- Testes de avaliação sumativa

Os testes de avaliação sumativa (Figura 21,22 e Figura 23), como já foi referido, foram aplicados no final das unidades didáticas com a finalidade de verificar se os objetivos foram atingidos e de atribuir uma classificação aos alunos.

Para a construção destes testes foram selecionados os objetivos específicos e uma lista de conteúdos. Em seguida, foi construída uma matriz, selecionados os itens

adequados, construído o teste e atribuída uma cotação aos itens e subsequente classificação, tendo sido definidos os critérios para a correção do teste. Os escolhidos foram itens de seleção (escolha múltipla, correspondência, ordenação) e itens de construção (resposta restritas), tendo sido construídos de acordo com as regras definidas pelo Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE). As cotações foram atribuídas consoante o tipo de itens ou grau de dificuldade, sendo a cotação total de 200 pontos.



ES JOSÉ FALCÃO
NO ENSINO DESDE 1836

Biologia e Geologia - 11º ano
Teste de Avaliação
Dezembro de 2012

Nome: _____ Nº: _____ Turma: 11º1

Rubrica do professor: _____ Classificação: _____

III

Síndrome Klinefelter

O síndrome de Klinefelter é uma doença que afeta apenas indivíduos do sexo masculino. Normalmente estes indivíduos, possuem um cromossoma X e um cromossoma Y (XY). No entanto os indivíduos com síndrome de Klinefelter têm um cromossoma X extra (XXY), o que lhes confere um total de 47 cromossomas ao invés de 46 cromossomas.

As características deste síndrome tornam-se evidentes durante a puberdade.

Devido à reduzida produção de testosterona possuem um ligeiro desenvolvimento de seios e ancas, não desenvolvendo características sexuais secundárias masculinas tais como pelos faciais. Os órgãos sexuais encontram-se subdesenvolvidos e apresentam esterilidade.

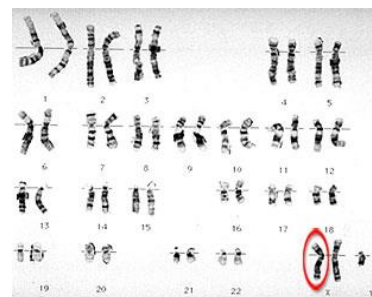


Figura 3 - Cariótipo de um indivíduo com Síndrome de Klinefelter.

Na resposta a cada um dos itens de 1 a 3, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 ptos) 1. O síndrome de Klinefelter resulta de uma _____ que ocorre nos _____.

- ___A- |...| mutação génica|...| cromossomas sexuais
- ___B- |...| mutação génica |...| nos autossomas
- ___C- |...| mutação cromossómica |...| cromossomas sexuais
- ___D- |...| mutação cromossómica |...| nos autossomas

Figura 21- Grupos III e IV do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em dezembro.

(6 ptos) 2. A alteração do material genético que origina o síndrome de Klinefelter, deve-se a uma _____, que se traduz _____ .

- ___ A- |...| mutação estrutural|...| numa diminuição do número de cromossomas
- ___ B- |...| mutação numérica |...| numa diminuição do número de cromossomas
- ___ C- |...| mutação numérica|...| num aumento do número de cromossomas
- ___ D-|...| mutação estrutural|...| num aumento do número de cromossomas

(6 ptos) 3. No síndrome referido, o erro deve-se _____ dos _____ durante a _____ da meiose.

- ___ A- |...| à não disjunção dos cromatídeos |...| anafase II
- ___ B- |...| à não disjunção dos cromossomas |...| anafase I
- ___ C- |...| ao crossing-over |...| metafase I
- ___ D-|...| ao crossing-over |...| profase I

(10 ptos) 4. Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações, relativas a mutações.

- ___ A- Uma mutação é qualquer modificação ou alteração permanente do material genético
- ___ B- Uma mutação pode provocar uma variação hereditária ou uma mudança do fenótipo.
- ___ C- As mutações cromossómicas não são transmitidas à geração seguinte.
- ___ D- As mutações ocorrem apenas em células da linha germinativa de um organismo.
- ___ E- Uma alteração numa porção de um cromossoma, num cromossoma completo ou num conjunto de cromossomas, é designada de mutação cromossómica.
- ___ F- As mutações cromossómicas ocorrem nas células somáticas, assim como nas células da linha germinativa.
- ___ G- As radiações UV são agentes mutagénicos.
- ___ H- A translocação recíproca ocorre entre cromossomas não homólogos.

(8 ptos) 5. Estabelece a correspondência entre as afirmações da coluna I e os termos da coluna II, relativas à variabilidade genética

Coluna I	Coluna II
A - Fecundação	___ 1. Fatores que contribuem para a variabilidade genética.
B - Mutações	___ 2. Existem cerca de 64×10^{12} possibilidades diferentes de combinações genéticas para cada gâmeta humano formado.
C - Profase I	___ 3. Troca de segmentos entre cromatídios não irmãos de cromossomas homólogos.
D - Metafase I	___ 4. Fonte primária de variabilidade genética.
E - Todos os anteriores	___ 5. Combinações possíveis dos cromossomas de origem paterna e materna em meiose.

Figura 21- Grupos III e IV do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em dezembro (continuação).

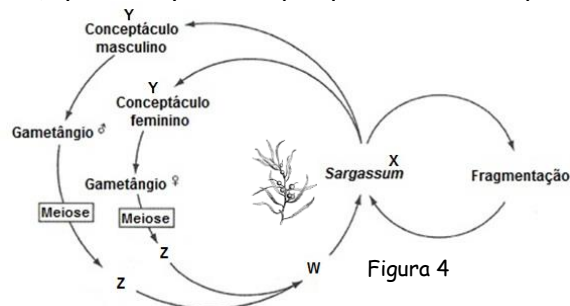
(10 pts) 5. Os indivíduos com síndrome de Klinefelter têm cariótipo 44, XXY. Explique porque razão os portadores deste síndrome são estéreis.

IV

Ciclo de vida do *Sargassum*

O Mar dos Sargaços corresponde a uma região central do oceano Atlântico, delimitada por correntes oceânicas. As águas deste mar são quentes e apresenta, elevada salinidade. O seu nome deve-se à abundância de algas castanhas do género *Sargassum*, que formam grandes massas flutuantes e servem de *habitat* a muitos animais, nomeadamente a crustáceos e a peixes. As forte correntes em redor do Mar dos Sargaços dispersam estas algas por todo o globo.

A figura 4 representa, esquematicamente, o ciclo de vida de uma das algas desse género.



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

(6 pts) 1. As células somáticas da alga adulta apresentam _____ número de cromossomas do zigoto, dado que o organismo adulto está incluído na _____.

- ___ A- |...| metade do |...| diplofase
- ___ B- |...| o mesmo |...| diplofase
- ___ C- |...| metade do |...| haplofase
- ___ D- |...| o dobro |...| diplofase

(6 pts) 2. Pode afirmar-se que, no ciclo de vida de *Sargassum*, os descendentes que resultam da germinação de vários zigotos _____

- ___ A- |...| são geneticamente idênticos ao progenitor.
- ___ B- |...| são geneticamente idênticos entre si.
- ___ C- |...| apresentam combinações genéticas diferentes entre si.
- ___ D- |...| apresentam o dobro do número de cromossomas do progenitor.

(6 pts) 3. No interior dos conceptáculos do *Sargassum*, ocorre meiose _____ seguida de _____.

- ___ A- |...| pré-espórica |...| fecundação.
- ___ B- |...| pré-gamética |...| fecundação.
- ___ C- |...| pós-zigótica |...| mitoses sucessivas.
- ___ D- |...| pós-zigótica |...| fecundação.

Figura 21- Grupos III e IV do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em dezembro (continuação).

(6 ptos) 4. No ciclo de vida do *Sargassum*, o processo que origina variabilidade genética da descendência, através _____, ocorre na formação de _____, haplóides.

- A- |...|fecundação |...|gâmetas
- B- |...|fecundação |...|um ovo ou zigoto
- C- |...|de crossing-over |...|um ovo ou zigoto
- D- |...|de crossing-over |...|gâmetas

(10 ptos) 5. Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações, relativas ao ciclo de vida do *Sargassum*.

- A- As estruturas assinaladas com a letra Y, são ambas haploides.
- B- A fragmentação do indivíduo X é responsável pela alternância de fases nucleares.
- C- Os conceptáculos masculino e feminino resultam de mitoses sucessivas.
- D- O organismo assinalado com a letra X é diplóide.
- E- As células assinaladas com a letra Z, apresentam a mesma informação genética.
- F- A célula assinalada com a letra W tem origem na fecundação e pode dividir-se por mitose.
- G- No ciclo de vida do *Sargassum* existe alternância de gerações.
- H- O ciclo-de-vida do *Sargassum* é diplonte

(10 ptos) 6. Faz corresponder a cada uma das afirmações, que identificam afirmações relativas às estratégias de reprodução, a letra da chave mais adequada.

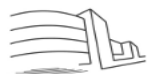
Chave	Afirmações
A- Desvantagem da reprodução assexuada	<input type="checkbox"/> 1. Processo rápido e com pouco dispêndio de energia.
B- Desvantagem da reprodução sexuada	<input type="checkbox"/> 2. A diversidade de características proporciona às espécies, caso existam mudanças ambientais, evolução para novas formas.
C- Vantagem da reprodução assexuada	<input type="checkbox"/> 3. A diversidade de indivíduos produzida é praticamente nula.
D- Vantagem da reprodução sexuada	<input type="checkbox"/> 4. Todos os indivíduos podem originar descendentes.
	<input type="checkbox"/> 5. Assegura a formação de clone, visto que a meiose é o processo de divisão nuclear que ocorre.
	<input type="checkbox"/> 6. Difícil adaptação dos indivíduos a mudanças do meio.
	<input type="checkbox"/> 7. Processo lento.
	<input type="checkbox"/> 8. Proporciona uma grande variedade de características da descendência.

Figura 21- Grupos III e IV do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em dezembro (continuação).

(14 pts) 7. O género *Sargassum* apresenta uma grande capacidade de proliferação, podendo, nalguns casos, tornar-se infestante. A reprodução por fragmentação contribui, em grande parte, para o sucesso da dispersão da alga.

Explica qual a importância do processo de fragmentação para o sucesso dispersivo da alga *Sargassum*.

Figura 21- Grupos III e IV do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em dezembro (continuação).



ES JOSÉ FALCÃO
NO ENSINO DESDE 1836

Biologia e Geologia - 11º ano

Teste de Avaliação

Fevereiro 2013

Nome: _____ Nº: _____ Turma: 11º1

Rubrica do professor: _____ Classificação: _____

I

O gastrópode *Elysia chlorotica*.

A lesma marinha, *Elysia chlorotica*, é um molusco gastrópode que vive na costa leste dos EUA. Alimenta-se preferencialmente de *Vaucheria litorea* e de *Vaucheria compacta* (algas filamentosas) e, por corte ou perfuração, suga o conteúdo das células dessas algas, digerindo-o, à exceção dos cloroplastos. Estes são retidos em células que revestem o seu sistema digestivo, extensamente ramificado, e permanecem funcionais durante vários meses, em perfeita simbiose, conferindo à *Elysia chlorotica*, uma coloração verde na fase adulta.

Resultados experimentais mostraram que exemplares de *Elysia chlorotica*, quando alimentados, no início do seu ciclo de vida, com *Vaucheria litorea*, sobreviveram durante os restantes 9 a 10 meses, sem qualquer fonte alimentar adicional.



Figura 1 - Lesma marinha, *Elysia chlorotica*.

Nas respostas 1 a 3 seleciona a única opção que contém os termos que preenche, sequencialmente, os espaços de modo a obter uma afirmação correta.

(6 pts) 1. O exemplo apresentado reporta-se à endossimbiose de organismos _____ por parte dos organismos _____.

___ A - |...| eucariontes |...| procariontes.

___ B - |...| unicelulares |...| multicelulares.

___ C - |...| eucariontes |...| eucariontes.

___ D - |...| procariontes |...| multicelulares.

(6 pts) 2. As algas *Vaucheria litorea* e *Vaucheria compacta* permitem ao gastrópode *Elysia chlorotica* não depender exclusivamente da _____, pois torna-o _____.

Figura 22- Grupo I do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em fevereiro.

- A - |...| heterotrofia |...| produtor.
- B - |...| autotrofia |...| produtor.
- C - |...| heterotrofia |...| consumidor.
- D - |...| autotrofia |...| consumidor.

(6 pts) **3.** O modelo _____ explica o desenvolvimento do sistema endomembranar das células eucarióticas por _____. Este modelo é apoiado pelo facto de existir _____.

- A - |...| endossimbiótico |...| invaginações da membrana |...| “unidade de membrana”.
- B - |...| autogénico |...| invaginações da membrana |...| “unidade de membrana”.
- C - |...| endossimbiótico |...| desinvaginações da membrana |...| assimetria.
- D - |...| autogénico |...| invaginações da membrana |...| cloroplastos.

(10 pts) **4.** De acordo com as teorias evolutivas, classifica como verdadeiras (V) ou falsas (F), as seguintes afirmações.

- A - Segundo o modelo endossimbiótico os cloroplastos poderiam ter tido origem em bactérias quimioautotróficas.
- B - Os organismos multicelulares apresentam uma maior dependência em relação ao meio externo.
- C - Os cloroplastos e mitocôndrias são organitos semi-autónomos pois apresentam o seu próprio DNA.
- D - *Volvox* é uma colónia e não um organismo multicelular pois só existe diferenciação ao nível das células reprodutoras.
- E - Os ancestrais das mitocôndrias eram capazes de retirar energia dos compostos orgânicos na presença de oxigénio.
- F - Colónias como *Gonium* e *Pandorina* são considerados organismos multicelulares.
- G - O modelo autogénico pressupõe que o material genético do núcleo e organitos como mitocôndrias e cloroplastos seja idêntico.
- H - Os organismos multicelulares são menos eficazes na utilização da energia.

(8 pts) **5.** Ordena as letras de A a F de modo a reconstruir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a origem da multicelularidade.

- A** - Aumento do tamanho das células, com diminuição da razão entre a superfície e volume.
- B** - Ser eucarionte unicelular.
- C** - Ser colonial com células capazes de uma função especializada.
- D** - Coesão entre as células que se mantêm unidas após a divisão celular.
- E** - Cooperação entre células na realização de diferentes tarefas.
- F** - Conjunto de células com funções diferentes e com capacidade de adaptação ao meio.

(12 pts) **6.** Explica de que modo a existência de organismos como *Elysa chlorotica* e *Vaucheria litorea* permitem que alguns autores, como Lynn Margullis, considerem que determinadas associações simbióticas podem ter estado na origem da transição de células procarióticas para eucarióticas.

Figura 22- Grupo I do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em fevereiro (continuação).



Nome: _____ Nº: _____ Turma: 11º1

Rubrica do professor: _____ Classificação: _____

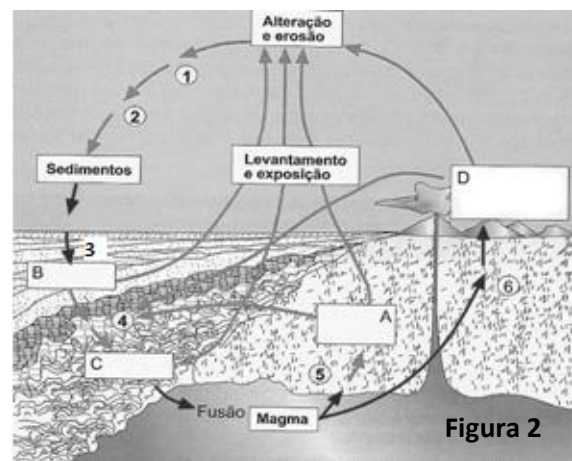
IV

O Ciclo Litológico

O ciclo litológico é a prova de que o planeta Terra possui uma dinâmica própria e que está em constantes modificações. Este ciclo foi descrito pela primeira vez em 1785, pelo escocês James Hutton, numa apresentação oral diante da Royal Society of Edimburg.

Se a situação C ocorrer na colisão da placa asiática e indiana,

Determinados processos geológicos de formação de rochas que ocorrem em profundidade, podem conduzir à incorporação de diferentes átomos na estrutura cristalina de minerais pré-existentes, originando um conjunto de minerais diferentes, como acontece com minerais do grupo do corindo.



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

(6 pts) 1. A _____ move o ciclo _____, que é o motor da génese das rochas.

- A- energia no interior da Terra |...| hidrológico
 B- energia solar |...| hidrológico
 C- energia no interior da Terra |...| litológico.
 D- energia solar |...| litológico.

(6 pts) 2. As letras **A**, **B**, **C** e **D** da figura 2 correspondem, respetivamente, a rochas _____.

- A- |...| sedimentares, metamórficas, plutónicas e extrusivas.
 B- |...| magmáticas extrusivas, sedimentares, metamórficas, magmáticas intrusivas.
 C- |...| plutónicas, sedimentares, metamórficas e magmáticas extrusivas.
 D- |...| sedimentares, plutónicas, metamórficas, e extrusivas.

(6 pts) 3. Os processos geológicos representados pelos números 1 e 3 são, respetivamente, _____.

- A- |...| transporte e sedimentação.
 B- |...| transporte e diagénese.
 C- |...| sedimentação e metamorfismo.
 D- |...| sedimentação e fusão.

Figura 23- Grupo IV do teste de avaliação sumativa de Geologia realizado em março.

(6 pts) 4. A composição química dos minerais condiciona as suas propriedades físicas e químicas. A dureza é uma propriedade _____ dos minerais e é determinada pela _____.

___A- |...| física |...| força das ligações entre os átomos que compõem o mineral.

___B- |...| química |...| capacidade de absorção luminosa.

___C- |...| física |...| resistência à fratura.

___D- |...| química |...| interferência de impurezas na estrutura cristalina.

(6 pts) 5. É incorreto afirmar-se que clivagem _____.

___A- |...| é um plano ao longo do qual os cristais fraturam facilmente.

___B- |...| é um plano de reflexão de luz.

___C- |...| é evidente em todos os minerais.

___D- |...| pode ocorrer em diferentes planos no mesmo mineral.

(8 pts) 6. Faz corresponder cada uma das afirmações da **coluna A**, aos termos da **coluna B**.

Coluna A	Coluna B
A. Mineral que não apresenta qualquer tipo de faces.	___1. Não poliédrico
B. A albite e anortite são minerais com diferente composição química e textura cristalina semelhante.	___2. Polimorfismo
C. Minerais com a mesma composição química cristalizam em formas distintas.	___3. Isomorfismo
D. Ou minerais delimitados por superfícies planas.	___4. Poliédrico
E. O quartzo pode encontrar-se nas variedades róseo, fumado, ametista, hialino.	___5. Idiocromáticos
F. A pirite apresenta sempre uma tonalidade semelhante ao ouro.	___6. Alócromáticos

(4 pts) 7. O berilo tem dureza 8.

A partir dos dados fornecidos, coloca os minerais K, L, M por ordem crescente de dureza.

K- risca o berilo e não é riscado por ele.

L- não risca o berilo e é riscado por ele.

M- risca o berilo e é riscado por ele.

(10 pts) 8. O corindo e o berilo são minerais normalmente incolores. No entanto, ao incorporarem cromo na sua estrutura cristalina, adquirem uma coloração vermelha e verde, passando a designar-se por rubi (dureza 9) e esmeralda (dureza 8). Relaciona a dureza dos minerais formados, com as diferentes utilizações destas gemas em joalheria.

Figura 23- Grupo IV do teste de avaliação sumativa de Geologia realizado em março (continuação).

3.6.3- Grelha de observação para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas

Esta atividade pretendeu promover a partilha de ideias e tomada de decisões, e na sua consecução existiram várias etapas como a identificação e pesquisa sobre a temática e análise das vantagens e desvantagens relativas à construção dos modelos digitais 3D.

A avaliação desta atividade foi baseada numa grelha de observação (Tabela 4) que, enquanto instrumento de avaliação realça o conhecimento e as competências dos alunos em diferentes domínios, o seu raciocínio durante a realização das tarefas e a forma como comunicam os resultados obtidos. Os critérios de avaliação (Anexo-Tabela 13) foram dados a conhecer previamente aos alunos.

3.7- Questionários – Filmes, animações e documentários e modelos 3D

No questionário sobre filmes, animações e documentários (FAD) (Figura 24) e sobre modelos 3D (Figura 25) existem apenas perguntas fechadas. Para estas questões foram utilizados vários níveis, ou escalas, correspondendo a um tipo de resposta estruturada. Assim, foi utilizada a escala de Likert que consiste numa escala de cinco níveis, em que cada um desses níveis é considerado de igual amplitude.

Nas restantes questões, solicitou-se aos alunos que ordenassem as afirmações segundo o seu grau de importância. As escalas ordinais são uma série ordenada de coisas, obedecendo a uma categorização, sendo utilizadas para atribuir um valor numérico a objetos que se classificam em categorias segundo uma ordem de grandeza (Freixo, 2009).

A análise dos dados da escala de Likert, aplicada às questões de 1 a 5 nos questionários relativos ao uso de filmes, animações e documentários, e às questões de 1 a 6 nos questionários sobre construção 3D, foi baseada nos resultados somados a partir de um número de itens (Freixo, 2009).

Os dados obtidos, através das respostas ordenadas, foram analisados através do somatório da cotação de cada resposta para todos os objetos ou sujeitos. O valor que se obtém é o valor conjunto ou posição de ordem das alternativas (Tuckman, 2000).

QUESTIONÁRIO SOBRE FILMES, ANIMAÇÕES E DOCUMENTÁRIOS

Nome: _____ Nº: _____ Data: __/__/2013

Com este conjunto de perguntas, pretende-se saber o que pensam 26 alunos de Biologia e Geologia do 11º, relativamente às potencialidades pedagógicas de meios audiovisuais como, por exemplo, filmes, animações e documentários (**FAD**), usadas durante a leção dos temas “Mutações cromossómicas”, “Variabilidade genética”, “Reprodução sexuada” e “Ciclos de vida”. Pede-se que sejas o mais sincero/a possível de forma a preservar a autenticidade deste estudo.

1- É mais fácil para mim aprender sobre um determinado conteúdo, se o professor usar um FAD como recurso.

<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2- Se o FAD tiver uma duração superior a 30 minutos, pode afetar de forma negativa a minha aprendizagem.

<i>Nunca</i>	<i>Raramente</i>	<i>Às vezes</i>	<i>Muitas vezes</i>	<i>Sempre</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3- Para me manter motivado e com atenção, o FDA deve ter uma duração:

<i>Menos de 5 min.</i>	<i>Entre 5 - 10 min.</i>	<i>Entre 10 -20 min.</i>	<i>Entre 20 -30 min.</i>	<i>Mais de 30 min.</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4- A realização de fichas de trabalho, complementares à utilização de um FAD, pode contribuir, de forma positiva, para a minha aprendizagem.

<i>Muito pouco</i>	<i>Pouco</i>	<i>Médio</i>	<i>Muito</i>	<i>Bastante</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5- Qual o melhor momento para a realização de fichas de trabalho complementares à utilização de um FAD?

<i>Antes do filme</i>	<i>A meio do F-A-D</i>	<i>Após terminar o filme</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6- A altura mais importante, para a utilização de um FAD é: (Atribuir um valor, por ordem crescente de importância, às respostas, sendo **1** o menos importante e **4** o mais importante. Não é obrigatório assinalar todas as respostas.)

Na introdução de um tema	<input type="checkbox"/>
A meio de um tema	<input type="checkbox"/>
Na finalização de um tema	<input type="checkbox"/>
A quando da realização de trabalhos práticos sobre um tema ou assunto	<input type="checkbox"/>

Figura 24- Questionário sobre filmes animações e documentários.

7- Os FAD mais importantes para as aulas são: (Atribuir um valor, por ordem crescente de importância às respostas, sendo **1** o menos importante e **4** o mais importante. Não é obrigatório assinalar todas as respostas.)

Documentários	<input type="checkbox"/>
Pequenas animações	<input type="checkbox"/>
Filmes de curta duração	<input type="checkbox"/>
Trabalhos realizados por alunos/professores	<input type="checkbox"/>

8- O mais importante num FAD é: (Atribuir um valor, por ordem crescente de importância, às respostas, sendo **1** o menos importante e **3** o mais importante. Não é obrigatório assinalar todas as respostas.)

A imagem / recriação do ambiente	<input type="checkbox"/>
A duração do filme	<input type="checkbox"/>
O rigor científico	<input type="checkbox"/>

Grata pela tua colaboração!

Figura 24- Questionário sobre filmes animações e documentários (continuação).

QUESTIONÁRIO SOBRE MODELOS 3D

Nome: _____ Nº: _____ Data: __/__/2013

Com este conjunto de perguntas, pretende-se saber o que pensam 26 alunos de Biologia e Geologia do 11º ano, relativamente, às potencialidades pedagógicas de meios informáticos e tecnologias, como impressora 3D, na construção de imagens e modelos 3D nos temas “As rochas, arquivos de história da Terra” e “Datação relativa de rochas”.

Pede-se que sejas o mais sincero/a possível de forma a preservar a autenticidade deste estudo.

1- É mais fácil aprender, se o professor usar modelos 3D para ensinar (exemplo: modelo da dupla hélice de DNA visualizada na aula).

<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2- A construção de imagens 3D e a impressão de modelos 3D, por exemplo, podem ser importantes para a minha aprendizagem dos modelos da Estratigrafia.

<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3- A construção de modelos 3D pelos alunos, e o seu uso por parte dos professores, pode promover o interesse e a motivação dos alunos.

<i>Nunca</i>	<i>Raramente</i>	<i>Às vezes</i>	<i>Muitas vezes</i>	<i>Sempre</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 25- Questionário sobre modelos 3D.

4- O uso, por parte do professor, de modelos 3D no ensino dos princípios da Estratigrafia, pode ser importante para a minha aprendizagem.

<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5- A Internet representa o principal recurso de pesquisa sobre de determinado assunto.

<i>Nunca</i>	<i>Raramente</i>	<i>Às vezes</i>	<i>Muitas vezes</i>	<i>Sempre</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6- É mais fácil compreender determinado processo geológico se existir um modelo 3D que acompanhe a explicação professor.

<i>Discordo totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo totalmente</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7- Os principais meios de pesquisa para realizar um trabalho são: (Atribuir um valor, por ordem crescente de importância às respostas, sendo **1** o menos importante e **4** o mais importante. Não é obrigatório assinalar todas as respostas.)

Livros	<input type="checkbox"/>
Manuais escolares	<input type="checkbox"/>
Internet	<input type="checkbox"/>
Revistas científicas	<input type="checkbox"/>

8- O mais importante num modelo 3D é: (Atribuir um valor, por ordem crescente de importância, às respostas, sendo **1** o menos importante e **3** o mais importante. Não é obrigatório assinalar todas as respostas.)

A imagem / recriação do ambiente	<input type="checkbox"/>
A escala do modelo	<input type="checkbox"/>
O rigor científico	<input type="checkbox"/>

Grata pela tua colaboração!

Figura 25- Questionário sobre modelos 3D (continuação).

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os dados obtidos, a partir da aplicação dos vários instrumentos, são apresentados e submetidos a uma análise crítica, observando quaisquer falhas, distorções ou erros que possam ter ocorrido, de forma a proporcionar uma ligação lógica entre o objeto de estudo e as questões de investigação propostas.

Os resultados e conclusões encontram-se estruturados em 3 seções: Biologia; Geologia; e Questionários sobre filmes, animações e documentários e sobre modelos 3D, enquanto recursos didáticos e/ou estratégias de ensino.

4.1- Biologia

4.1.1- Teste de avaliação diagnóstica (pré-teste)

Na primeira questão do grupo I (Figura 26), a maioria dos alunos (62%) concordaram plenamente que a variabilidade genética é importante para a sobrevivência das espécies enquanto na questão 2, a maioria (69%) concordaram que tem interesse pelo tema estratégias de reprodução sexuada em animais e plantas, tendo 12% dos alunos referido concordar plenamente e 19 % concordar pouco.

Na questão 3 existiu uma quase unanimidade de respostas, 96% dos alunos discordaram da pouca importância do conhecimento dos ciclos de vida, ou seja, estas respostas indicam-nos que os alunos consideram que o conhecimento dos ciclos de vida dos seres vivos são importantes para a biologia (Anexos-Tabela 7).

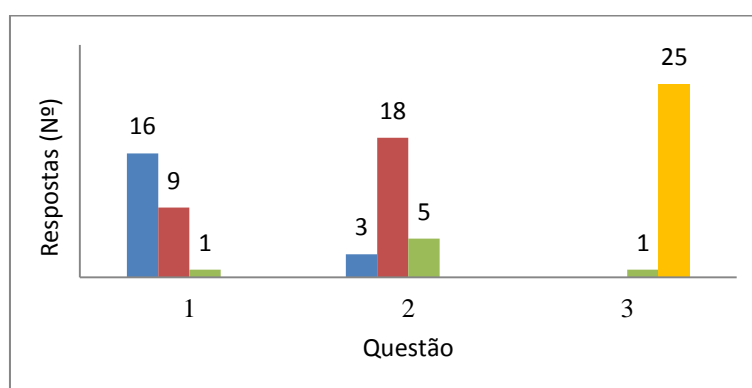


Figura 26- Resultados das questões do grupo I do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste) de Biologia (ver Figura 19). ■ Concordo plenamente; ■ Concordo; ■ Concordo pouco; ■ Discordo.

Os resultados obtidos no grupo II (Figura 27) revelaram que metade dos alunos (50%) respondeu de forma correta à primeira afirmação, o que é indicativo de que já possuíam algumas noções sobre a importância das mutações para os seres vivos (Anexo-Tabela 9).

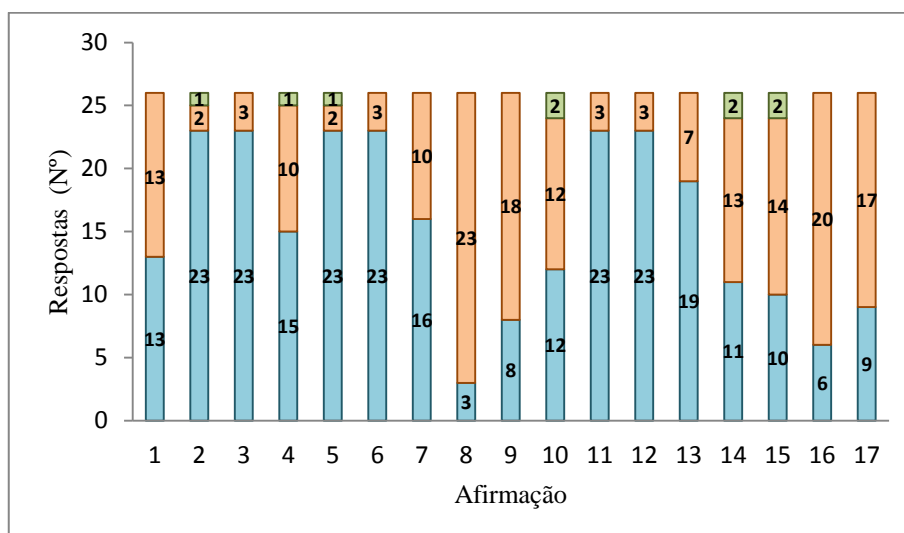


Figura 27- Número de respostas corretas, incorretas ou não responde, para cada uma das afirmações do grupo II do pré-teste de Biologia (ver Figura 19). ■ Corretas; ■ Incorretas; ■ Não respondeu.

A segunda afirmação foi, em conjunto com outras 5, a que obteve um maior número de respostas corretas (88%). Apenas dois alunos (8%) responderam incorretamente e 2 não responderam. Estes resultados demonstram que os alunos percebem que as mutações cromossômicas podem ser transmitidas à geração seguinte. As mesmas percentagens são obtidas na afirmação 5, sugerindo que os alunos sabem que a variabilidade genética se encontra associada à reprodução sexuada.

Nas afirmações 3, 6, 11 e 12, o número de respostas certas foi 23 (88%). Embora os conteúdos relativos às mutações cromossômicas, à variabilidade genética, aos rituais de acasalamento e estruturas reprodutoras em animais e plantas não tivessem sido lecionados previamente, os alunos evidenciaram ter conhecimentos quanto ao tipo de alterações que podem ocorrer nos cromossomas. Os alunos compreendem que: a reprodução sexuada (meiose e fecundação) contribui para a variabilidade genética dos indivíduos; os rituais de acasalamento implicam comportamentos como o coaxar das rãs; para existir reprodução sexuada têm que existir estruturas reprodutoras tanto em animais como em plantas.

À afirmação 4, 15 alunos (58%) responderam corretamente, 10 (38%) incorretamente, e 1 aluno (4%) não respondeu. O número de respostas corretas foi surpreendente uma vez que a meiose não tinha sido lecionada em anos letivos anteriores, podendo deduzir-se que os alunos responderam pela lógica e em contraponto ao que acontece na mitose.

Dezasseis alunos (62%), responderam acertadamente à afirmação 7, o que mostra que os alunos desconhecem que os gâmetas têm informação genética diferente, ou que na fecundação a união dos gâmetas ocorre ao acaso. Esta afirmação continha duas outras afirmações, o que dificultou a análise do tipo de respostas dos alunos.

Os piores resultados foram obtidos na afirmação 8, com 3 (12%) respostas corretas e 23 (88%) erradas. Apesar dos alunos já saberem o significado de crossing-over que foi introduzido juntamente com o tema meiose, em aulas anteriores, os alunos não reconheceram este processo como sendo capaz de originar variabilidade genética.

Na afirmação 9, 8 alunos responderam de forma correta (31%) e 18 de forma errada (69%). Esta afirmação pode ter induzido os alunos em erro, porque a reprodução inclui a assexuada e a sexuada e só a primeira dá origem a seres vivos iguais a si próprios.

Na afirmação 10, os alunos responderam acertadamente a 12 (46 %) afirmações e 2 alunos não responderam, o que mostra que os alunos não compreenderam que na reprodução sexuada existe o encontro de gâmetas de seres da mesma espécie, ou não perceberam que a parada nupcial facilita este encontro.

Por outro lado, 19 (73%) alunos responderam corretamente à afirmação 13, o que mostra a maioria dos alunos tem noção da polinização enquanto processo associado à reprodução sexuada com importância para a diversidade genética das plantas.

Relativamente às quatro afirmações sobre os ciclos de vida dos seres vivos, verificou-se uma percentagem de respostas corretas baixa. Nas afirmações 14, 15, 16 e 17 as respostas corretas foram 11 (42%), 10 (38%), 6 (23%) e 9 (34%) respetivamente (Figura 27). Os alunos não estavam familiarizados com alguns conceitos que apenas são introduzidos pela primeira vez no 11º ano de escolaridade. O facto de os alunos não perceberem que a meiose nem sempre origina gâmetas (afirmação 17) não é muito surpreendente.

4.1.2- Teste de avaliação diagnóstica (pós-teste)

Relativamente à afirmação 1 do pós-teste, dos 25 alunos que responderam, 19 (76%) concordaram plenamente, nenhum concordou pouco ou discordou e os restantes 6 (24%) concordaram (Figura 28).

A maioria dos alunos (56%) indicaram concordar com a afirmação 2, 28 % referiram concordar plenamente e 16 % concordaram pouco.

Na questão 3, a maioria dos alunos (88%) concordou que o conhecimento dos ciclos de vida é importante. No entanto, 8 % dos alunos concordou pouco e 4% concordaram que os ciclos de vida não têm importância para a disciplina de Biologia.

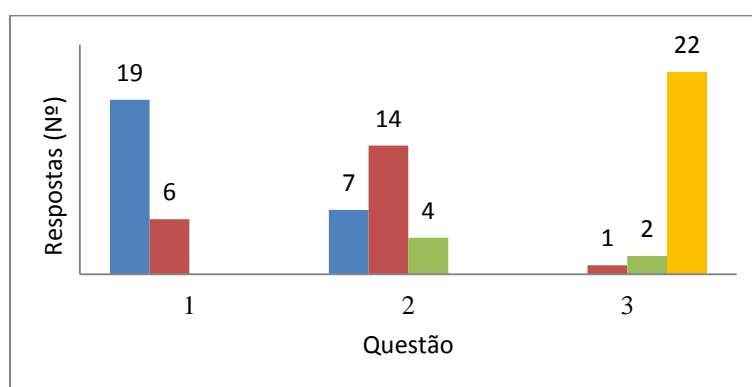


Figura 28- Resultados das questões do grupo I do teste de avaliação diagnóstica (pós-teste) de Biologia (ver Figura 19). ■ Concordo plenamente; ■ Concordo; ■ Concordo pouco; ■ Discordo.

Após a lecionação, de uma forma geral, foi possível constatar que existiu uma evolução dos conhecimentos dos alunos (Figura 29 e Anexos- Tabela 10Tabela 10).

A maioria dos alunos (78%) respondeu corretamente. Apenas 22% respondeu incorretamente e 1 não responderam.

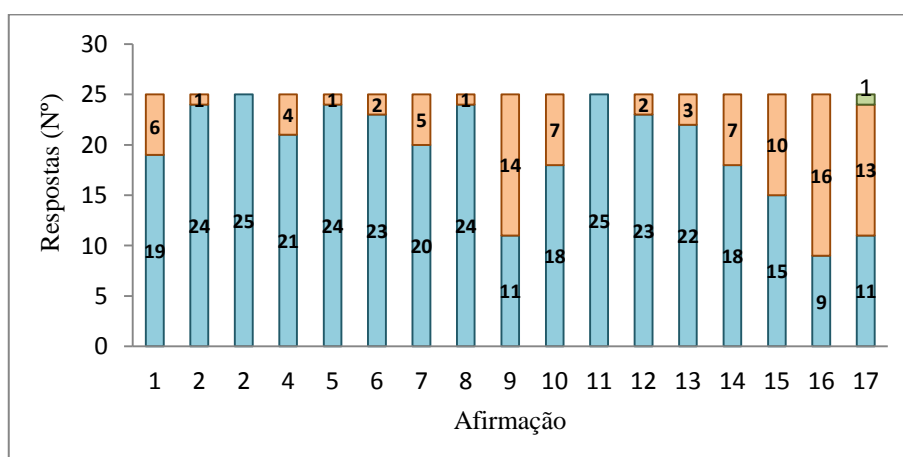


Figura 29- Número de respostas corretas, incorretas ou não respondeu, para cada uma das afirmações do grupo II do pós-teste de Biologia (ver Figura 19). ■ Corretas; ■ Incorretas; ■ Não respondeu.

4.1.3- Comparação dos resultados do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste)

No grupo I, somente a questão 3 foi indicativa de uma involução do pré-teste para o pós-teste (Anexos- Tabela 7), com os alunos a alterarem as suas respostas acerca da não importância do conhecimento dos ciclos de vida dos seres vivos para a biologia. No pré-teste, 96% dos alunos discordaram enquanto no pós-teste só discordaram 88% dos alunos, provavelmente porque os alunos não gostaram desta temática ou não compreenderam a essência dos ciclos de vida. Contudo, nas questões 1 e 2 registou-se uma evolução do pré-teste para o pós-teste, com mais alunos a concordarem plenamente que a variabilidade genética é importante para a sobrevivência das espécies e que o tema estratégias de reprodução sexuada lhes interessa. No entanto, os alunos que concordaram foram em menor número no pós-teste, 24 e 56% respetivamente, do que no pré-teste, 34 e 69% respetivamente.

No grupo II, os alunos revelaram uma melhoria em todas as afirmações, tendo sido mais acentuada na afirmação 8, passando de 3 respostas corretas no pré-teste para 24 no pós-teste, o que revela que os alunos compreenderam o contributo do processo crossing-over para a variabilidade genética existentes nos seres vivos (Figura 30).

As afirmações 16 e 17 foram as que registaram uma menor percentagem de respostas corretas, tanto no pré-teste como no pós-teste, embora tenha havido uma ligeira melhoria. A maioria dos alunos mostraram ter dificuldades em compreender que a meiose é importante para distinguir o tipo de ciclo de vida, e que nem sempre origina gâmetas como, por exemplo, a espirogira, em que os gâmetas são produzidos por mitose. Resultados semelhantes foram obtidos para a afirmação 9, podendo-se concluir que os alunos continuaram a não entender que na reprodução nem sempre se originam seres idênticos aos progenitores (Figura 30).

Nas afirmações 6 e 12, verificou-se haver uma tendência para manter o mesmo tipo de resposta, uma vez que o número de respostas corretas obtidas em ambos os testes foi o mesmo, ou seja, 23 respostas certas (Figura 30).

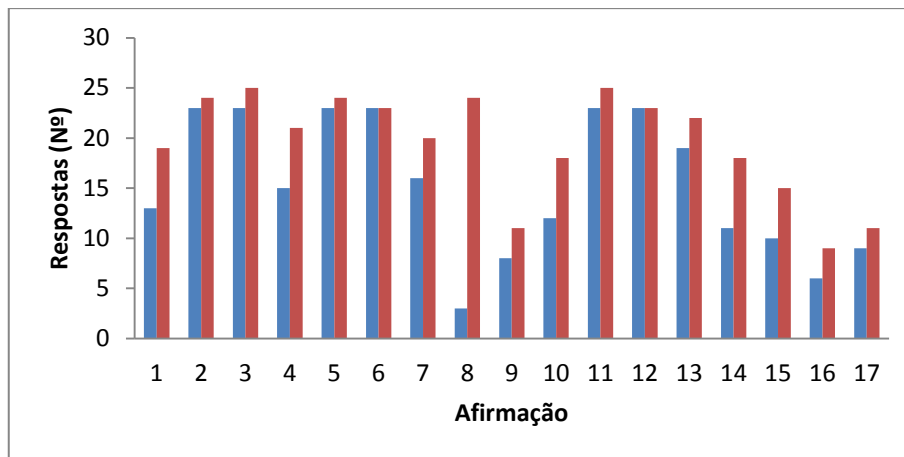


Figura 30- Número de respostas corretas do pré-teste e pós-teste de Biologia, obtidas para cada uma das afirmações do grupo II (ver Figura 19). ■ Respostas corretas no pré-teste; ■ Respostas corretas no pós-teste.

A maior percentagem de respostas corretas no pós-teste foi nas afirmações 3 e 11, não havendo muita discrepância entre as respostas corretas no pré-teste (23) e no pós-teste (25). Os alunos mantêm a ideia de que os erros que ocorrem durante a meiose podem traduzir-se em alterações da estrutura e número dos cromossomas e que o coxar das rãs faz parte do seu ritual de acasalamento.

Nas afirmações 2 e 5 também não houve diferenciação nas respostas corretas, 23 no pré-teste e 24 no pós-teste, revelando que os alunos compreenderam que as mutações podem ser transmitidas à geração seguinte e que a reprodução sexuada gera variabilidade genética.

Nas afirmações 14 e 15 houve uma melhoria considerável, 18 e 15 alunos, respetivamente, responderam corretamente no pós-teste enquanto no pré-teste tinham sido 11 e 10. Os alunos não perceberam totalmente o significado das fases haploide e diploide na reprodução sexuada nem que o zigoto nunca é haploide.

Nas afirmações 1, 4, 7, 10 e 13, verificou-se uma evolução dos conhecimentos embora menos acentuada do que seria expectável. No entanto, pode-se considerar que os alunos compreenderam melhor que: as mutações são essenciais para a sobrevivência; as mutações cromossómicas acontecem em diferentes fases da meiose; a fecundação acontece entre gâmetas com diferente informação genética e/ou essa união acontece completamente ao acaso. Os alunos ainda mostraram ter alguma dificuldade em entender que na reprodução sexuada existe o encontro de gâmetas de indivíduos da mesma espécie,

facilitado pela parada nupcial. Poucos alunos compreenderam que a polinização contribui para a diversidade genética das plantas com flor. Apenas dois alunos (8%) tiveram um decréscimo de respostas corretas no pós-teste (Figura 31) porque, provavelmente, terão respondido de forma aleatória ao pré-teste tendo acertado em mais repostas, ou estiveram menos atentos e menos motivado para assinalar as afirmações do pós-teste a que terão respondido também de forma aleatória. Os restantes alunos revelaram uma melhoria do pré-teste para o pós-teste.

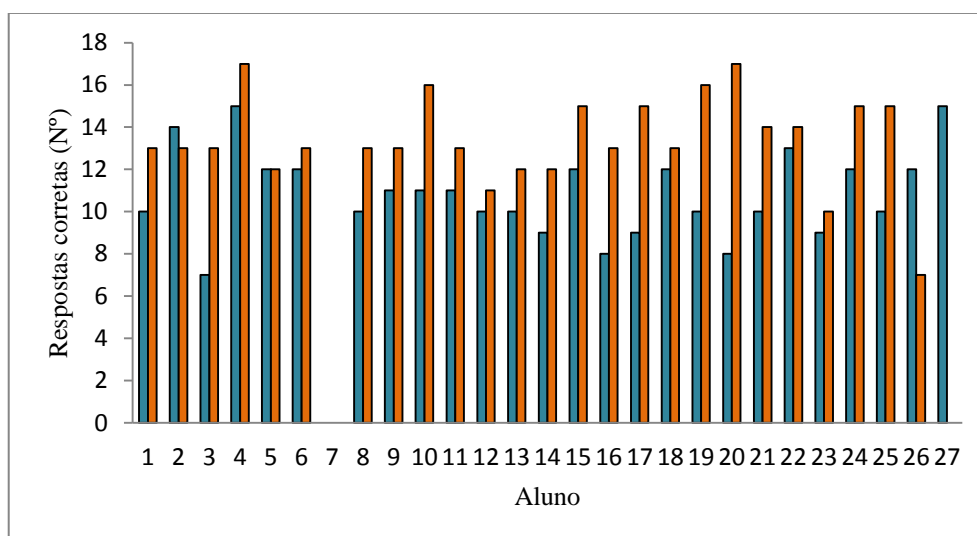


Figura 31- Número de respostas corretas/aluno no teste de avaliação diagnóstica de Biologia. ■ Pré-teste; ■ Pós-teste.

4.1.4- Testes de avaliação sumativa

As questões do grupo III do teste de avaliação sumativa, realizado em dezembro por 28 alunos (Figura 21), dizem respeito às mutações cromossômicas, estruturais e numéricas, à variabilidade genética dos organismos.

Na questão 3, 48% dos alunos erraram, o que significa que muitos não compreenderam que a não disjunção dos cromossomas, durante a anáfase I da meiose, pode estar na origem da síndrome de Klinefelter. No entanto, apenas um aluno (4%) errou a questão 2, onde era pedido que identificassem o tipo de mutação cromossômica e se essa se traduzia num aumento ou diminuição do número de cromossomas. À questão 1, a

maioria (78 %) respondeu corretamente, tendo os alunos identificado esta síndrome como sendo causada por mutações cromossômicas que ocorrem nos cromossomas sexuais.

A maioria dos alunos (56%) teve 8 pontos à questão 4, de verdadeiro e falso, com 30% dos alunos a terem cotação máxima e 15% dos alunos com 4 pontos. Este resultado mostra que o seu conhecimento acerca das mutações cromossômicas não está consolidado. O mesmo sucede para a questão 5, em que somente 56% dos alunos conseguiram estabelecer corretamente a correspondência entre as afirmações da coluna I e da coluna II. Na questão 6, de resposta restrita, verificou-se uma maior variação de resultados. Apenas 3 alunos (11%) obtiveram a totalidade da cotação e 56% tiveram zero pontos, o que revela que os alunos não conseguiram associar os indivíduos portadores da síndrome com o facto de estes serem estéreis.

No grupo IV, a questão de escolha múltipla com maior número de respostas corretas (85%) foi a questão 2 e aquela em que se obtiveram piores resultados foi a questão 3 (30% de respostas incorretas). Na questão 2, os alunos compreenderam que zigotos diferentes têm diferentes combinações genéticas enquanto na questão 3, os alunos provavelmente não entenderam os conceitos de meiose pré-espórica, pré-gamética ou pós-zigótica. A mesma percentagem de alunos (81%) respondeu acertadamente às questões 1 e 4, o que mostra que os alunos perceberam o conceito de diplófase e que é na meiose, através do fenómeno de crossing-over, que se originam os gâmetas haploides e que todo o processo se traduz num aumento da variabilidade genética dos indivíduos.

À questão 5, de verdadeiro e falso, 52% dos alunos responderam de forma totalmente correta e apenas um aluno teve a cotação zero. Metade dos alunos fez uma interpretação correta do esquema inicial.

A par da questão 2, os melhores resultados foram obtidos na questão 6, em que 85% dos alunos fizeram corretamente a correspondência entre as afirmações das duas colunas, tendo mostrado que compreenderam as vantagens e desvantagens dos dois tipos principais de reprodução.

Nenhum aluno obteve a cotação máxima na questão de resposta restrita, mas 56% dos alunos obtiveram a cotação de 10 pontos, o que denota alguma dificuldade em relacionar a reprodução assexuada do *Sargassum* com a rápida produção de descendência, quando as condições ambientais são estáveis.

Tabela 1- Classificação dos alunos nos grupos III e IV do teste de avaliação sumativo de Biologia, realizado em dezembro.

Grupo de questões Nº aluno	III						IV						
	Número da questão (cotação)												
	1 (6)	2 (6)	3 (6)	4 (10)	5 (8)	6 (10)	1 (6)	2 (6)	3 (6)	4 (6)	5 (10)	6 (10)	7 (14)
1	0	6	0	8	8	3	0	0	0	0	4	8	3
2	6	6	6	8	8	0	6	6	6	6	10	10	3
3	6	6	0	10	8	0	6	6	6	6	10	10	10
4	6	6	6	10	8	10	6	6	6	6	10	8	10
5	6	6	6	10	8	5	6	6	6	6	10	10	10
6	6	6	0	4	8	0	6	6	6	6	4	10	10
7													
8	6	6	6	8	8	0	6	6	6	6	10	10	3
9	0	6	6	10	4	8	6	6	6	6	10	10	5
10	6	6	0	10	8	10	6	6	6	6	10	10	10
11	6	6	0	8	4	10	6	6	0	6	10	10	10
12	0	6	8	8	8	5	0	6	0	6	5	10	10
13	6	6	0	8	4	0	6	6	0	0	8	10	0
14	0	6	0	4	4	0	6	6	6	0	0	10	5
15	6	6	6	4	4	5	6	6	6	6	4	10	10
16	6	6	6	8	4	8	6	0	6	6	8	10	10
17	6	6	0	8	8	0	0	0	0	0	4	10	10
18	6	6	0	10	4	0	6	6	0	6	8	10	3
19	6	6	0	8	8	0	6	6	6	6	10	10	10
20	6	6	6	8	8	0	6	6	6	0	10	10	10
21	6	6	6	8	4	8	6	6	6	6	10	10	10
22	6	6	0	10	8	0	6	6	6	6	10	10	5
23	6	6	0	8	4	0	6	6	6	6	10	10	5
24	6	6	6	8	4	0	6	6	0	6	4	10	10
25	6	6	6	4	8	0	6	6	6	6	8	10	5
26	0	6	6	8	4	3	0	0	6	6	4	8	3
27	6	6	6	10	8	8	6	6	6	6	10	10	10
28	0	0	0	8	4	0	0	6	0	6	4	0	0

Relativamente ao teste de avaliação sumativa, realizado em fevereiro por 26 alunos (Tabela 2), sobre os modelos autogénico e endossimbiótico, que explicam o surgimento dos seres eucariontes a partir dos seres procariontes, pode-se concluir que foi na questão 3, de escolha múltipla, que os alunos tiveram maior percentagem de respostas corretas (85%). Os alunos compreenderam algumas das diferenças relativas às características de cada modelo. Na questão 1, houve apenas, 35% de respostas corretas, o que pode estar relacionado com o facto da maioria dos alunos não ter lido corretamente o texto ou não ter sabido interpretar, ou não saber distinguir seres eucariontes de procariontes e seres unicelulares de multicelulares. Na questão 2, a maioria dos alunos (77%) assinalou a opção

correta, tendo conseguido estabelecer a relação entre autotróficos e produtores e entre autotrófico e consumidores. Na questão 4, de verdadeiros e falsos, somente 46% dos alunos tiveram a cotação máxima, 50% teve 8 pontos e os restantes 4 pontos.

Tabela 2- Classificação dos alunos no grupo I do teste de avaliação sumativa de Biologia realizado em fevereiro.

Número do aluno	Número das questões (cotação)					
	1 (6)	2 (6)	3 (6)	4 (10)	5 (8)	6 (12)
1	0	0	0	8	0	3
2	0	6	6	10	0	12
3	6	0	6	8	0	12
4	0	6	6	10	8	12
5	6	6	0	10	0	12
6	6	6	0	8	0	3
7						
8	0	6	6	10	8	8
9	0	6	6	8	0	12
10	0	6	6	10	0	12
11	0	6	6	8	0	6
12	0	6	6	10	0	6
13	0	0	6	10	0	3
14	6	6	6	8	0	8
15	0	6	0	4	0	3
16	0	6	6	8	0	3
17	6	6	6	10	8	12
18	0	6	6	8	0	8
19	0	6	6	8	8	12
20	0	0	6	8	0	3
21	6	6	6	10	8	12
22	6	6	6	8	0	12
23	0	0	6	8	8	0
24	6	6	6	10	0	12
25	0	0	6	10	0	0
26	0	6	6	8	0	0
27	6	6	6	10	0	12

A questão 5 não estava relacionada com as temáticas lecionadas e por isso não foi analisada.

Na questão 6, de resposta restrita, registaram-se 46% de alunos com a cotação máxima, 12% com 8 pontos, 23% com 3 pontos e 12% com zero pontos. Os resultados esperados deveriam ser melhores do que os obtidos, uma vez que este exemplo foi

indicado aos alunos durante as aulas. Pode-se concluir que os alunos ainda não compreenderam a teoria endossimbiótica e que organismos endossimbióticos, como os mencionados na questão, existem atualmente e podem servir para explicar a existência de processos semelhantes que podem ter ocorrido no passado.

4.2- Geologia

4.2.1- Teste de avaliação diagnóstica (pré-teste)

Na primeira questão, a maioria dos alunos (85%) concordou plenamente que as propriedades dos minerais são importantes para a sua identificação enquanto na questão 2, a maioria (54%) concordou, 19% concordaram plenamente e 15% discordaram no que diz respeito ao interesse pelas rochas sedimentares enquanto arquivos da história da Terra (Figura 32 e Anexos- Tabela 8).

Na questão 3, 81% dos alunos discordaram e 15% concordaram pouco que a meteorização é um processo pouco importante, ou seja, atribuem importância à meteorização.

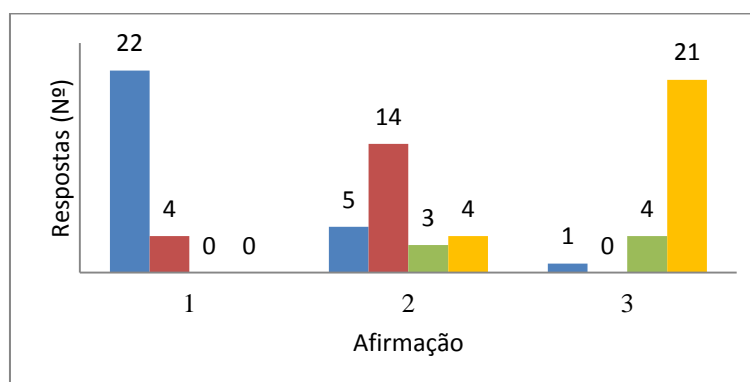


Figura 32- Resultados das questões do grupo I do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste) de Geologia (ver Figura 20). ■ Concordo plenamente; ■ Concordo; ■ Concordo pouco; ■ Discordo.

Os resultados obtidos no grupo II (

Figura 33 e Anexos-Tabela 11) revelaram que a maioria dos alunos respondeu corretamente a todas as afirmações com exceção das afirmações 3, 4 e 16.

Nas afirmações 1 e 6, 23 alunos (88%) num total de 26, responderam corretamente e 3 (12%) incorretamente, o que indica que já tinham uma noção de mineral e conhecimento sobre o conceito de estratos e a forma como os sedimentos se depositam.

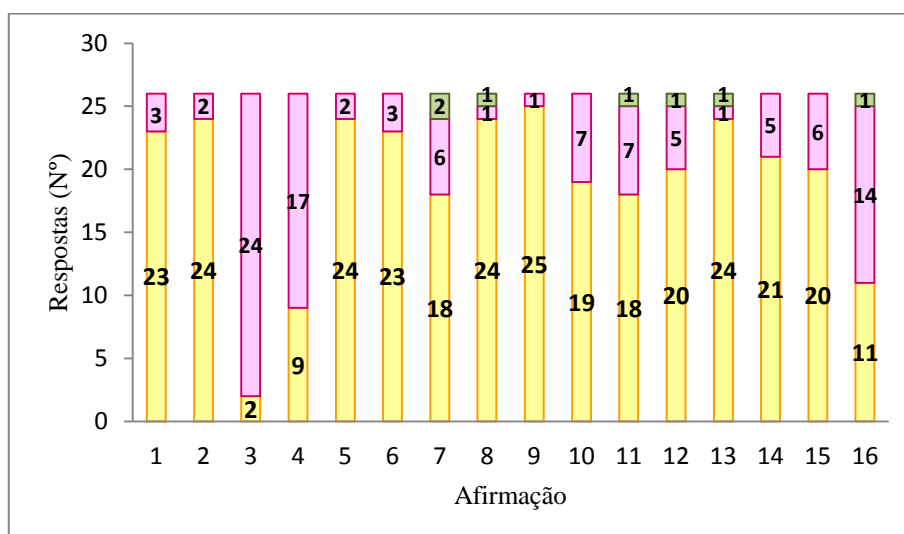


Figura 33- Número de respostas corretas, incorretas ou não respondeu, para cada uma das afirmações do grupo II do pré-teste de Geologia (ver fFigura 20). ■ Corretas; ■ Incorretas; ■ Não respondeu.

Na afirmação 2, 24 alunos (92%) responderam corretamente e 2 (8%) incorretamente. Estes resultados mostram que os alunos compreendiam que para além das propriedades químicas dos minerais existem outras que podem ser usadas na sua identificação. O mesmo número de respostas corretas (24) foi obtido nas afirmações 5, 8 e 13 o que indica que os alunos distinguem a meteorização da erosão e têm conhecimentos sobre o ciclo geológico e paleoambientes.

Os piores resultados foram obtidos na afirmação 3, apenas com 2 respostas corretas (8%), o que reflete a falta de conhecimentos sobre a escala de Mohs.

Na afirmação 4, apenas 9 alunos (35%) responderam corretamente, o que é surpreendente uma vez que era de esperar que os alunos tivessem conhecimentos acerca da sedimentogénese por ter sido lecionada em anos anteriores.

Às afirmações 7 e 11, 18 alunos (69%) responderam corretamente denotando algum conhecimento sobre diáclases e sobre superfícies de descontinuidade.

O maior número de respostas corretas (25) foi obtido na afirmação 9, o que mostra que os alunos compreendiam que as rochas podem preservar fósseis e que são, na sua essência, estratificadas.

Na afirmação 10, 73% de alunos responderam corretamente, revelando que os alunos compreendiam que os princípios da estratigrafia apenas permitem a datação relativa das rochas.

Responderam corretamente à afirmação 12, 20 alunos (78%), o que denota que têm noção do conceito de litostratigrafia.

À afirmação 14, responderam corretamente 21 alunos (81%) o que mostra que a maioria já conhecia o conceito de fósseis de idade e de fácies.

Os alunos tiveram 20 respostas corretas (77%) e 6 erradas (23%) na afirmação 15 e 11 corretas (42%) na afirmação 16, revelando que o conceito de meteorização física não está completamente consolidado.

Na globalidade do grupo II do pré-teste de Geologia existem 73% de respostas corretas, 25% de respostas incorretas e 2% afirmações sem quaisquer respostas.

4.2.2- Teste de avaliação diagnóstica (pós-teste)

Dos 25 alunos que responderam, 20 concordaram plenamente (80%) com a questão 1, e 5 (20%) concordaram (Figura 34).

À questão 2 só responderam 24 alunos e a maioria (58%), referiram ter interesse pelo tema rochas sedimentares enquanto arquivos da história da Terra, 25 % concordaram plenamente e 17 % concordaram pouco.

Na questão 3 existiu uma unanimidade de respostas com 100% dos alunos a discordarem que a meteorização não é importante.

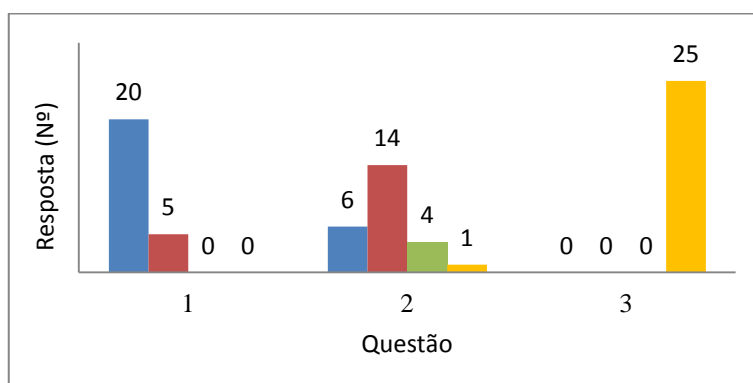


Figura 34- Resultados das questões do grupo I do teste de avaliação diagnóstica (pós-teste) de Geologia (ver Figura 20). ■ Concordo plenamente; ■ Concordo; ■ Concordo pouco; ■ Discordo.

De um modo geral, após a análise dos resultados do grupo II do pós-teste, pode concluir-se que existiu um progresso em termos de conhecimentos por parte dos alunos, (Figura 35).

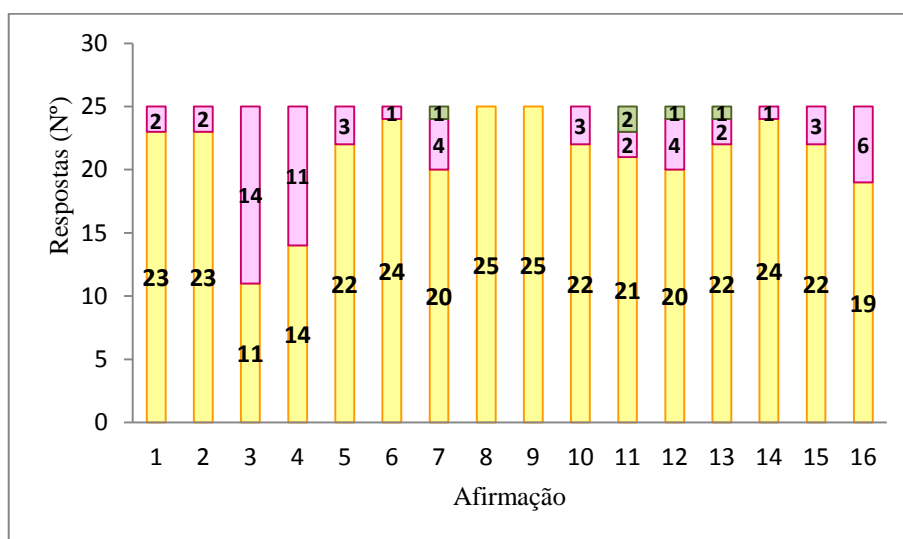


Figura 35- Número de respostas corretas, incorretas ou não respondeu para cada uma das afirmações do grupo II pós-teste de Geologia (ver Figura 20). ■ Corretas; ■ Incorretas; ■ Não respondeu.

A maioria dos alunos (81%) respondeu corretamente às questões do grupo II do pós-teste, 14 % respondeu incorretamente e 5 % não responderam, tendo os piores resultados sido novamente nas afirmações 3, 4 e 16 (Figura 35).

4.2.3- Comparação dos resultados do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste)

No grupo I, a questão 1 foi a que registou uma menor evolução entre o pré-teste e o pós-teste, em que 85% dos alunos no pré-teste e 80% no pós-teste concordaram plenamente, depreendendo-se que, apesar dos resultados obtidos, os alunos consideram que as propriedades dos minerais são importantes para a sua classificação (Anexos-Tabela 8).

Na questão 2, a evolução do pré-teste para o pós-teste foi relevante com mais alunos a concordarem plenamente (25%) com a importância das rochas sedimentares enquanto arquivos da história da Terra.

Na questão 3, as respostas no pré-teste foram diversas enquanto no pós-teste houve um consenso geral dos alunos (100%).

Relativamente ao grupo II, verificou-se uma melhoria nas respostas em todas as afirmações com exceção das afirmações 2, 5 e 13, embora tenha existido uma percentagem de respostas elevada.

Na afirmação 3, as respostas revelaram uma melhoria, com 2 alunos (8%) a responderem corretamente no pré-teste e 11 no pós-teste (44%), o que indica que os alunos compreenderam melhor a função da escala de Mohs, embora o número de respostas corretas seja insatisfatório face à importância desta escala na identificação dos minerais.

Na afirmação 4, os resultados foram semelhantes aos da afirmação 3 e, embora tenha havido uma melhoria seria de esperar uma melhoria mais acentuada, uma vez que os alunos já conheciam o conceito de sedimentogénese.

À afirmação 16, 19 alunos responderam corretamente no pós-teste e 11 no pré-teste o que mostra que os alunos compreenderam melhor que a alteração química dos minerais não se deve à meteorização física.

Nas afirmações 1 e 12, o número de respostas corretas manteve-se do pré-teste para o pós-teste.

Quanto às afirmações 2, 5 e 13, embora houvesse uma percentagem de respostas corretas elevada, existiu um decréscimo de alunos a responderem corretamente, do pré-teste para o pós-teste.

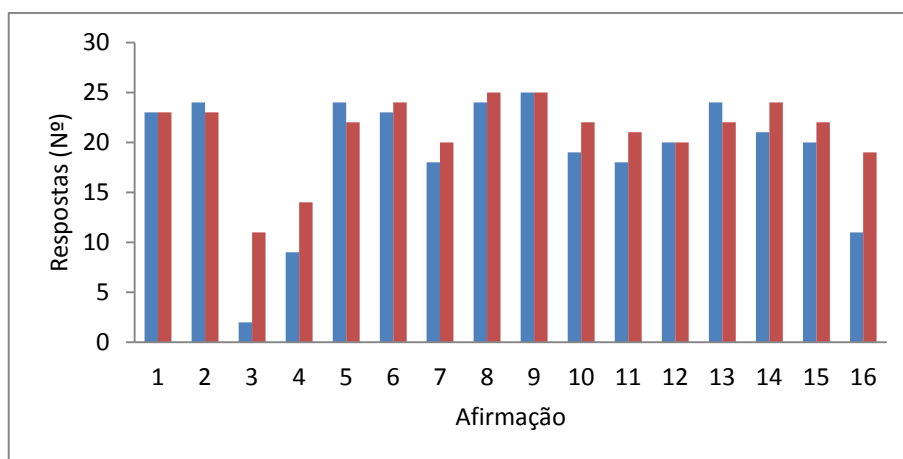


Figura 36- Número de respostas corretas do pré-teste e pós-teste de Geologia, obtidas para cada uma das afirmações do grupo II (Figura 20). ■ Respostas corretas obtidas no pré-teste; ■ Respostas corretas obtidas no pós-teste.

Nas restantes afirmações pode constatar-se que houve uma evolução dos conhecimentos (Figura 36).

No pós-teste, em relação ao pré-teste, apenas 3 alunos tiveram mais respostas incorretas enquanto 6 alunos mantiveram o mesmo número de respostas corretas. O aluno nº 12 foi o que teve a maior diferença de respostas corretas do pré-teste para o pós-teste mostrando uma grande evolução, enquanto 2 alunos mostram uma involução quanto ao número de respostas corretas (Figura 37).

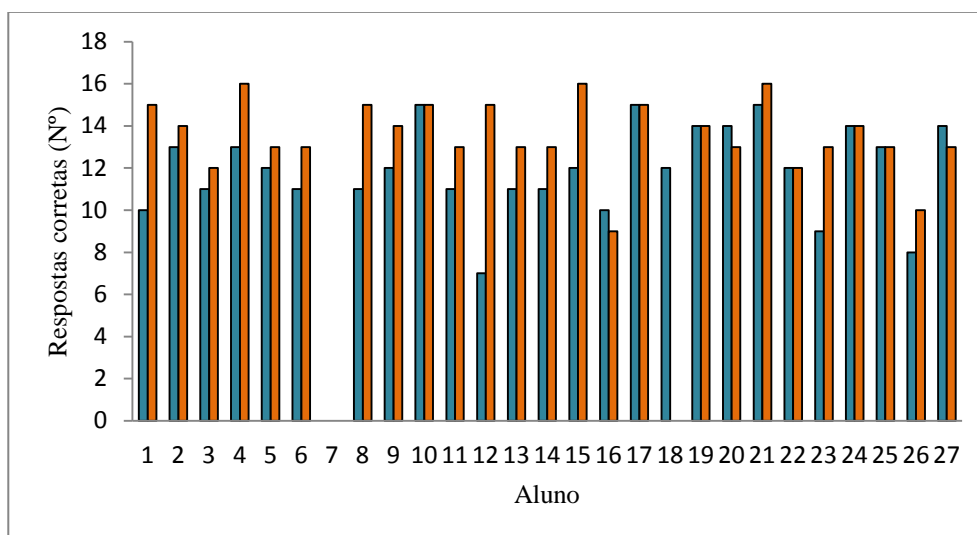


Figura 37- Número de respostas corretas/aluno no teste de avaliação diagnóstica de Geologia. ■ Pré-teste; ■ Pós-teste.

No grupo II do pós-teste 62% dos alunos melhoraram e 12% pioraram quanto ao número de respostas corretas, no entanto 23% dos alunos mantiveram a correção das suas respostas.

4.2.4- Teste de avaliação sumativa

Todos os alunos (100%) responderam corretamente à questão 1 do grupo IV, o que significa que os alunos compreenderam o conceito de ciclo das rochas (Tabela 3).

Às questões 2 e 3 responderam corretamente 88% e 80% dos alunos, respetivamente, o que denota a existência de conhecimentos relativos à génese das rochas sedimentares, magmáticas (intrusivas e extrusivas) e metamórficas. Nas questões 4 e 5, a percentagem de respostas corretas foi menor, 76 e 60% respetivamente, o que mostra que ainda existe alguma dificuldade na compreensão das propriedades dos minerais.

Estabelecem corretamente a correspondência na questão 6, 80% dos alunos o que permite concluir que os alunos compreenderam os conceitos de minerais poliédricos, polimorfos, isomorfos, idiocromáticos e alochromáticos.

Tabela 3- Classificação dos alunos no grupo IV do teste de avaliação sumativa de Geologia realizado em março.

Nº Aluno	Número da questão (cotação)							
	1 (6)	2 (6)	3 (6)	4 (6)	5 (6)	6 (8)	7 (4)	8 (10)
1	6	0	6	6	6	0	4	3
2	6	6	6	6	0	8	4	10
3	6	6	6	0	6	8	4	6
4	6	6	6	6	6	8	4	6
5	6	6	6	6	6	8	4	6
6	6	6	6	6	6	8	4	3
7								
8	6	6	6	6	6	8	4	10
9	6	6	6	0	0	8	4	10
10	6	6	6	6	6	8	4	10
11	6	6	6	6	6	8	4	3
12	6	6	0	6	6	8	4	10
13	6	6	0	6	0	4	4	0
14	6	0	6	0	0	8	4	6
15	6	6	6	6	6	0	4	6
16	6	6	6	6	6	8	4	10
17	6	6	6	6	0	8	4	6
18	6	6	0	6	0	8	4	6
19	6	6	0	0	0	8	4	8
20	6	0	0	6	0	8	4	0
21	6	6	6	0	0	4	4	10
22	6	6	6	6	0	8	4	6
23	6	6	6	6	6	4	4	8
24	6	6	6	6	6	8	4	6
25	6	6	6	6	6	8	4	6
26	6	6	6	0	6	8	0	8

Na questão 7, 26 alunos (96%) estabeleceram corretamente a ordem de dureza dos minerais, mostrando conhecimentos sobre esta propriedade física.

Os piores resultados foram na questão 8, em que 12% dos alunos tiveram 8 pontos, 40% tiveram 6 pontos, 8% zero e apenas 28% foram capazes de relacionar corretamente a dureza dos minerais berilo e corindo com as suas diferentes utilizações em joelheria.

4.2.5- VIII Congresso de Jovens Geocientistas

A avaliação da atividade desenvolvida para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas foi baseada em vários parâmetros (Tabela 4) utilizando os critérios indicados nos Anexos-Tabela 13. Embora no início da atividade os alunos tivessem mostrado falta de interesse em participar, à medida que o trabalho decorria foram revelando mais interesse e motivação, tendo havido alunos que se destacaram no empenho que demonstraram na concretização do trabalho.

Tabela 4- Avaliação da atividade de construção de Posters para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas.

Grupo Critério de Avaliação	I			II			II			IV			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rigor científico	3	3	2	2	2	2	3	4	2	3	4	3	4
Conhecimentos	3	3	2	3	2	2	4	3	2	4	4	3	4
Organização concetual	4	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	4
Participação	4	2	4	3	3	3	4	4	4	2	4	3	4
Sistematização da informação	3	3	2	2	2	2	2	4	2	3	4	3	4
Concretização das tarefas	4	3	3	3	2	2	2	4	2	2	3	2	4
Contribuição pessoal para a realização das tarefas	3	2	4	3	2	3	3	3	2	2	4	3	4
Interação com o grupo	4	2	2	4	3	3	3	4	3	2	4	3	4
Tomada de decisões	4	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4	3	4
Gestão de tempo	4	2	3	3	2	2	3	4	2	3	4	3	4
Criatividade	3	1	2	4	2	2	3	4	2	3	4	4	4
Pontos	39	25	30	34	25	26	32	41	25	30	42	33	44

Na generalidade, a pesquisa de informações sobre estratigrafia foi realizada principalmente na Internet, mostrando alguma dificuldade e quase relutância em fazer pesquisas em livros. No entanto, a Professora tentou encaminhar os alunos para a pesquisa em livros e noutros manuais escolares.

O facto de ter havido a participação de um especialista em informática, que explicou as potencialidades do programa StekchUp8 e da impressora 3D, foi importante no sentido em que contribuiu para o envolvimento e entusiasmo dos alunos. Além disso, foi notório o interesse dos alunos em lidar com tecnologias inovadoras e aprender a trabalhar com novas ferramentas informáticas.

4.3- Questionário sobre filmes, animações e documentários e modelos 3D

4.3.1- Filmes, animações e documentários

A análise dos dados relativos aos filmes, animações e documentários (FAD) (Anexos-Tabela 14), permitiu concluir que a maioria dos alunos (62%) concordou com a questão 1, 27% concordaram totalmente e 3% mostram-se indecisos. Os alunos consideraram que a aprendizagem de conteúdos é facilitada quando o professor usa um FAD. Apenas 2 alunos (8%) discordaram que os FAD possam ter utilidade na sua aprendizagem (Figura 38).

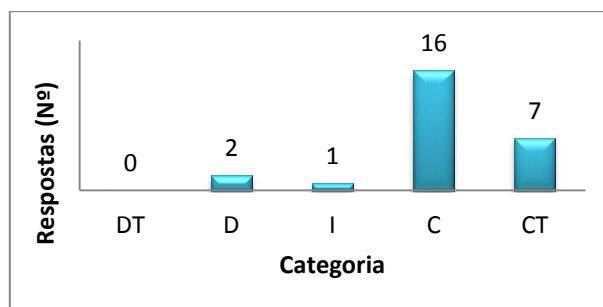


Figura 38- Resultados relativos à questão 1 do questionário sobre filmes, animações e documentários (ver Figura 24). DT-discordo totalmente; D-discordo; I-indeciso; C-concordo; CT-concordo totalmente.

Quanto à questão 2, a maioria dos alunos (46%) considerou que às vezes um filme com duração superior a 30 min. pode afetar negativamente a sua aprendizagem, 23% reconheceram que raramente tal acontece, 19% referiram que nunca acontece (Figura 39).

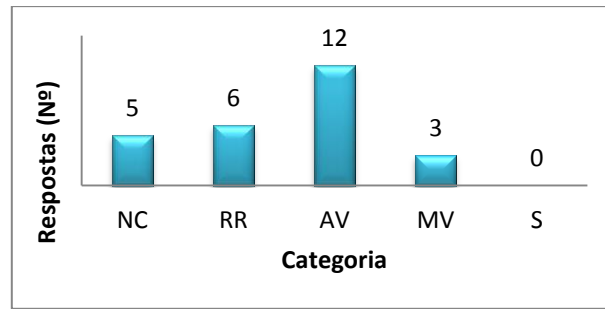


Figura 39- Resultados relativos à questão 2 do questionário sobre FAD (ver Figura 24). NC-nunca; RR-raramente; AV- às vezes; MV- muitas vezes; S- sempre.

Na questão 3 (Figura 40), 7 alunos (32%) responderam que para manter a atenção e motivação os filmes deveriam ter uma duração entre 5 a 10 min. e entre 20 a 30 min., 27% indicaram que a duração deveria ser compreendida entre 10 a 20 min. e apenas 9% se sentiriam motivados e com atenção com FAD com duração superior a 30 minutos.

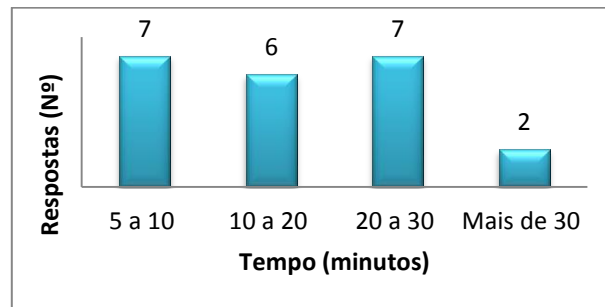


Figura 40- Resultados relativos à questão 3 do questionário sobre filmes, animações e documentários (ver Figura 24).

Apenas 35% dos alunos referiram que o uso de fichas de trabalho complementares ao visionamento (questão 4) foi bastante importante para a aprendizagem. Contudo, 38% indicaram que foi muito positivo, 15% indicaram uma importância média e 12% referiram ser pouco importante (Figura 41).

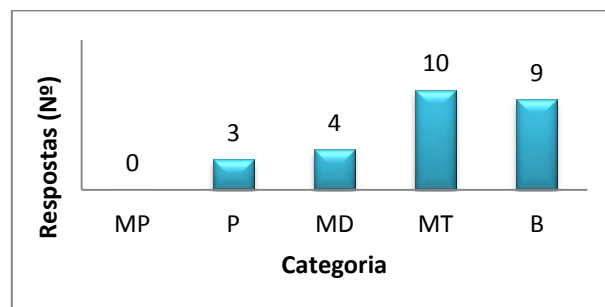


Figura 41- Resultados relativos à questão 4 do questionário sobre filmes, animações e documentários (ver Figura 24). MP-muito pouco; P-pouco; MD-médio; MT-muito; B-bastante.

Quanto ao momento que os alunos consideraram ser mais propício para realizar as fichas de trabalho complementares à visualização dos FAD (questão 5) as opiniões foram quase unânimes ao afirmarem que preferem fazer as fichas de trabalho após a visualização dos FAD (88% dos alunos) (Figura 42).

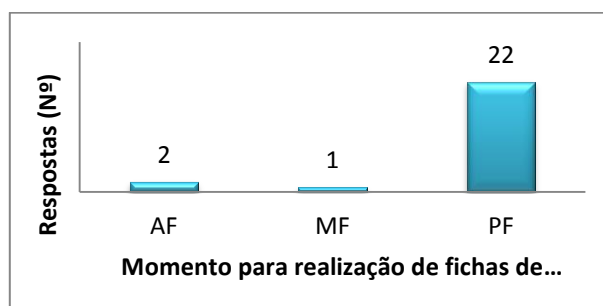


Figura 42- Resultados relativos à questão 5 do questionário sobre filmes, animações e documentários (ver Figura 24). AF- antes do filme; MD- a meio do filme; PF- após terminar o filme.

Na questão 6, os alunos consideraram que o momento mais importante para o uso de um FAD, é na introdução de um tema (63 valores), seguido do visionamento a meio do tema e na finalização de um tema, ambos com um somatório de 55 valores. Por último os alunos consideraram a visualização do FAD aquando da realização de trabalhos práticos (Anexos- Tabela 14).

Quanto aos FAD que são mais importantes em contexto de sala de aula (questão 7), os alunos consideraram os filmes de curta duração e a seguir os documentários e depois filmes de trabalhos realizados por alunos/professores e, por fim, pequenas animações.

Relativamente ao que foi mais importante num filme (questão 8), os alunos atribuíram a mesma ordem ao rigor científico do filme e à imagem/recriação do ambiente como sendo os fatores mais importantes para a visualização dos filmes.

4.3.2- Modelos 3D

Na questão 1, ao ser pedida a opinião sobre a facilidade de aprendizagem através do uso de modelos, 42% dos alunos referiram que concordam totalmente, 42% indicaram que concordam e 1 aluno discordou totalmente e 3 discordaram (Figura 43).

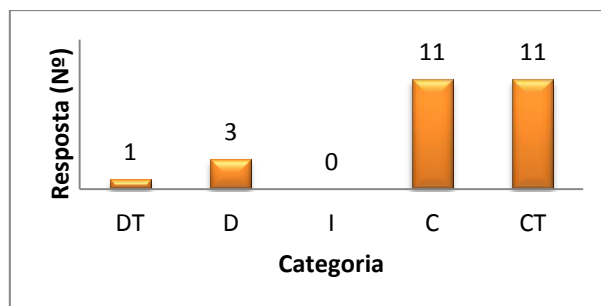


Figura 43- Resultados relativos à questão 1 do questionário sobre modelos 3D (ver Figura 25). DT-discordo totalmente; D-discordo; I-indeciso; C-concordo; CT-concordo totalmente.

Na opinião de 13 alunos (54%), a construção de imagens 3D e a impressão de modelos 3D (questão 2) pode ser importante para a aprendizagem de conceitos relativos à estratigrafia, tendo 6 alunos (25%) concordado totalmente e 2 discordado (Figura 44).

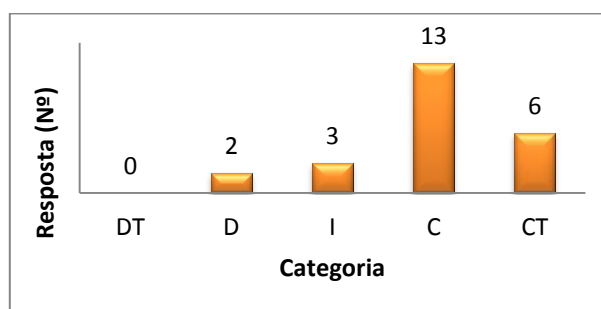


Figura 44- Resultados relativos à questão 2 do questionário sobre modelos 3D (ver Figura 25). DT-discordo totalmente; D-discordo; I-indeciso; C-concordo; CT-concordo totalmente.

Na questão 3, 9 e 7 alunos, com respostas de muitas vezes (38%) e sempre (27%) respetivamente, consideraram que a construção de modelos 3D e o seu uso pelo professor promovem o interesse e a motivação dos alunos. Apenas 2 alunos (8%) consideraram que estas atividades raramente se traduzem numa maior motivação ou interesse (Figura 45).

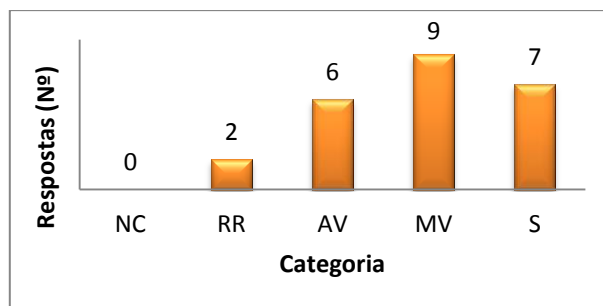


Figura 45- Resultados relativos à questão 3 sobre o questionário modelos 3D (ver Figura 25). NC- nunca; RR-raramente; AV- às vezes; MV-muitas vezes; S-sempre.

Dos 25 alunos que responderam à questão 4, 18 concordaram (72%) e 7 concordaram totalmente (28%) que o uso de modelos 3D pode ser importante na aprendizagem dos princípios da estratigrafia (Figura 46).

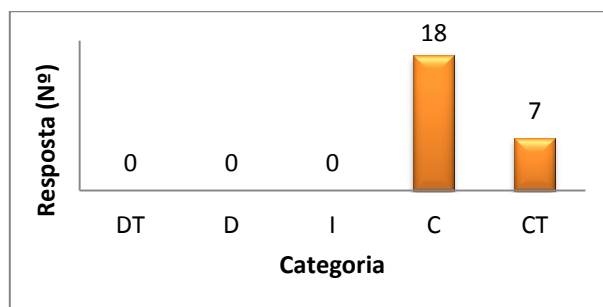


Figura 46- Resultados relativos à questão 4 do questionário sobre modelos 3D (ver Figura 25). DT-discordo totalmente; D-discordo; I-indeciso; C-concordo; CT-concordo totalmente.

De acordo com os resultados obtidos para a questão 5, a maioria dos alunos (69%) indicaram que a Internet é, muitas vezes, o seu principal meio de pesquisa. Dos restantes, 6 referiram que só às vezes (23%) usam a Internet para pesquisar e 2 alunos (8%) indicaram utilizar sempre a Internet (Figura 47).

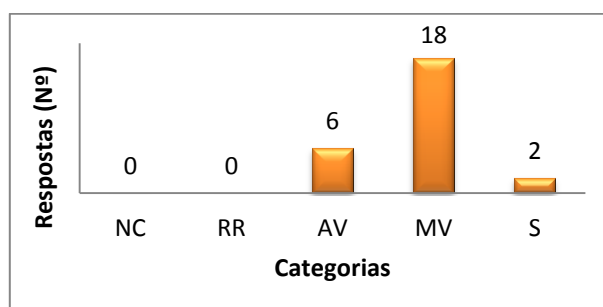


Figura 47- Resultados relativos à questão 5 do questionário sobre modelos 3D (ver Figura 25). NC- nunca; RR-raramente; AV- às vezes; MV-muitas vezes; S-sempre.

No entender dos alunos sobre o uso, por parte do professor, de modelo 3D para explicar os processos geológicos (questão 6), 13 concordaram (50%) que a aprendizagem é facilitada, 8 concordaram totalmente (31%) e apenas 2 discordaram (Figura 48).

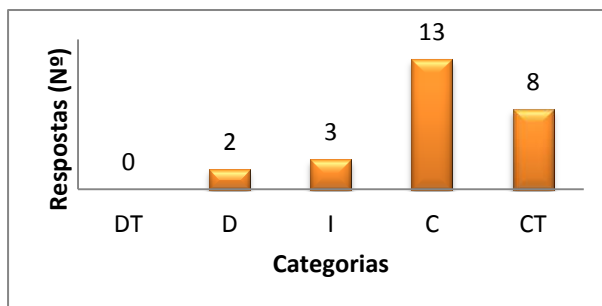


Figura 48- Resultados relativos à questão 6 do questionário sobre modelos 3D (ver Figura 25). DT-discordo totalmente; D-discordo; I-indeciso; C-concordo; CT-concordo totalmente.

Na questão 7, foi pedido que os alunos ordenassem, por ordem de importância, os meios de pesquisa que usam para realizar um trabalho, tendo-se concluído que a Internet é o meio de pesquisa principal, seguido dos manuais escolares e depois os livros. As revistas científicas são os menos usados pelos alunos (Anexos-Tabela 15).

Tendo em conta os resultados da questão 8, a imagem e/ou recriação do ambiente foi o fator mais importante num modelo 3D seguido do rigor científico e por último, a escala do modelo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo têm implicações no que respeita ao interesse e importância com que se revestem as estratégias de ensino implementadas, em termos da aprendizagem de conteúdos pelos alunos da turma 1 do 11º ano de escolaridade. Uma vez que a amostra, por ter um número reduzido de participantes, não é representativa, não é possível inferir que os resultados possam ser extensivos a todos os alunos do 11º ano de escolaridade do curso científico-humanístico da mesma escola.

Numa fase inicial deste trabalho, a caracterização da amostra, constatou-se que metade dos alunos têm preferência pelas disciplinas de biologia e geologia, o que terá contribuído para a construção de conhecimentos nestas áreas da ciência.

Tendo em conta os resultados obtidos através de vários instrumentos, como os testes de avaliação diagnóstica, testes de avaliação sumativa, grelha de observação e questionários sobre filmes animações, documentários e modelos 3D, pode concluir-se que as estratégias de ensino implementadas foram importantes para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos das unidades didáticas lecionadas de Biologia e Geologia e que despertaram o interesse dos alunos.

Os objetivos propostos neste estudo foram atingidos, na medida em que os alunos construíram conhecimentos em Biologia e Geologia, e desenvolveram competências preconizadas no currículo, a promoção do pensamento científico e da reflexão crítica, a compreensão dos alunos sobre Ciência e da forma como esta se relaciona com a tecnologia, sociedade e ambiente, e aperfeiçoamento das capacidades de comunicação escrita e oral.

As aulas de regência decorreram de acordo com as planificações estabelecidas no início da lecionação, sendo de realçar a importância em conciliar a lecionação das matérias previstas com a duração das mesmas.

No que respeita à atividade de pesquisa realizada para o VIII Congresso de Jovens Geocientistas, de modo a consolidarem a aprendizagem da Ciência, os alunos apresentaram um nível de satisfação elevado, mostrando entusiasmo e autonomia que se traduziram em bons resultados na consecução das várias tarefas propostas como a planificação da investigação, a sua execução e comunicação escrita, mostrando capacidades de organização do trabalho em grupo. Para além desta atividade, foram realizadas outras atividades que promoveram capacidades intrínsecas ao trabalho prático, raciocínio, compreensão e organização conceptual da informação.

No que respeita à elaboração dos testes de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste) verificou-se, posteriormente, que no grupo I não foi explanado aos alunos que deveriam escolher a resposta mais adequada ou aquela com a qual mais se identificavam, como é premissa em qualquer questionário de resposta fechada. Ainda quanto a este grupo verificou-se que a questão 1 da disciplina de biologia poderia ter sido formulada de outra forma, uma vez que se trata de uma questão de conhecimentos dos alunos relativos à variabilidade genética. No grupo II, do teste diagnóstico, na componente de biologia, não foi contemplada qualquer questão relativa ao tema “Transição de seres procariontes para seres eucariontes”.

A elaboração dos testes de avaliação sumativa, tarefa que se reveste de grande importância, constituiu um enorme desafio, porque se pretendia construir testes sumativos com novas questões às quais os alunos ainda não tivessem respondido em livros de exames e de atividades, manuais, plataformas da Internet, etc. Por isso, a seleção de um texto introdutório original e atual que se adequasse aos conteúdos programáticos, foi morosa, assim como a formulação de questões diferentes, a construção dos itens de escolha múltipla e itens de ordenação. Apesar de se pensar que os itens de verdadeiro/falso são de fácil construção, verificou-se que estes itens exigem um conhecimento científico vasto e que, por vezes, as afirmações podem ter várias interpretações. Os itens de resposta restrita são mais fáceis de construir, no entanto existe mais dificuldade na sua correção dada a sua subjetividade e a falta de experiência da Professora estagiária.

Outra tarefa importante prendeu-se com a construção dos questionários sobre FAD e modelos 3D. De acordo com Tuckman (2000, p. 335), seria “desejável fazer um teste-piloto sobre o questionário e revê-lo com base nos resultados desse teste”. O facto de os questionários não terem sido sujeitos a um teste-piloto pode entender-se como uma limitação deste estudo. De acordo com o mesmo autor, o teste-piloto deve ser “aplicado a um grupo de sujeitos que constituem a população intencional do teste, mas que não irão fazer parte da amostra” o que, no caso, não seria possível porque todos os sujeitos-alvo do estudo, coincidem com os sujeitos da amostra, ou seja os alunos da turma 1 do 11º ano. Para além deste constrangimento, apontam-se outras limitações de ordem metodológica que se prendem com o facto de os testes de avaliação diagnóstica e os questionários terem sido realizados a todos os alunos no mesmo espaço o que poderia ter possibilitado a troca de ideias, influenciando as respostas, com a consequente perda de individualidade.

Incorporar o conhecimento científico e a investigação científica durante as práticas de ensino supervisionadas revelou-se como um trabalho difícil, no entanto prazeroso e

recompensador, tanto em termos da aprendizagem construída pelos alunos como no tocante à aprendizagem desenvolvida pela Professora estagiária.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J., Paixão, M., Acevedo, P. Oliva, J. & Manassero, M. (2005). Mitos da didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das Ciências. *Ciência e Educação*, 1, 1-15.
- Almeida, A.M. (2001). Ensino das Ciências e trabalhos práticos - (Re)conceptualizar... In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Amador, F., Silva, C.P., Baptista, J-F. & Valente, R.A. (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10º ou 11º anos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação-Departamento do Ensino Secundário.
- Antunes, M., (1999). *Dinossauros e Portugal*. Caparica: Academia das Ciências de Lisboa.
- Bates, R. & Jackson, J. (1980). Glossário of Geology. Virginia, USA: American Geological Institute.
- Bell, J. (1997). *Como Realizar um Projecto de Investigação*. Lisboa: Gradiva.
- Bento, J. & Gonçalves, V. (2011). Ambientes 3D no processo de ensino e aprendizagem 3D. *EDUSER. Revista de educação*, 3(1), 45-58.
- Bonito, J. (1996). Na Procura da definição do conceito de “atividades práticas”. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Extra*, 8-12.
- Bonito, J. (2008). Perspectivas actuais sobre o ensino das Ciências: Clarificação de caminhos. *Terræ Didática*, 4(1), 28-42.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da educação em Ciência às orientações para o ensino das Ciências: Um repensar epistemológico. *Ciências da Educação*, 10 (3), 363-381.
- Campbell, N., Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P. & Jackson, R. (2008). *Biology*. San Francisco, USA: Pearson International Edition.
- Carneiro, C., Mizusaki, A. & Almeida, F. (2005). A determinação da idade das rochas. *TerræDidática*, 1(1):6-35. 13-02-06, <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>

- Carvalho, G. (2009). Literacia científica: Conceitos e dimensões. In F. Azevedo, & M.G. Sardinha (Coords.). *Modelos e Práticas em Literacia*. pp. Lisboa: Lidel.
- Carvalho, I. (2010). *Paleontologia: Conceitos e Métodos*. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- Coll, R., France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198,
- Costa, F., Peralta, H. & Viseu, S. (2007). *As TIC na Educação em Portugal. Concepções e Práticas*. Porto: Porto Editora.
- Coutinho, C.P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. & Vieira, S. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, XII(2), 355-379.
- Decreto-Lei n.º 50/2011. (2011). *Diário da República*, 1.ª série — N.º 70 — 8 de Abril de 2011.
- Decreto-Lei n.º 139/2012. (2012). *Diário da República*, 1.ª série — N.º 129 — 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, 11º ou 12º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário.
- DGE - Direção-Geral da Educação. (2012). *Avaliação Interna*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- DGIDC- Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. (2006). *Reforma do Ensino Secundário- Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Dias da Silva, A., Santos, M.E., Gramaxo, F., Mesquita, A.F., Baldaia, L. & Félix, J.M. (2011). *Terra, Universo de Vida – 1ª Parte Biologia*, 11º ano. Porto: Porto Editora.
- Dias da Silva, A., Santos, M.E., Gramaxo, F., Mesquita, A.F., Baldaia, L. & Félix, J.M. (2011). *Terra, Universo de Vida – 2ª Parte Geologia*, 11º ano. Porto: Porto Editora.
- Dourado, L. (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos. In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 192-212.
- Dudá, R.& Rejl, L. (1994). *A Grande Enciclopédia dos Minerais*. Praga: Editorial Inquérito.
- Earl, L.M. (2003). *Assessment as Learning: Using Classroom Assessment to Maximise Student Learning*. California, USA: Corwin Press.
- Fernandes, D. (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos. In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Ferraz, A. & Belhot, R. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod.* 17 (2), 421- 431.
- Fox, I. (1999). *Human Physiology*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Freixo, M. (2009). *Metodologia Científica- Fundamentos Métodos e Técnicas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Futuyma, D. (1998). *Evolutionary Biology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.



- Gabriel, A., Santos, M. & Pedrosa, M.A. (2006). Trabalho prático nos atuais “currícula” de Ciências do ensino secundário e formação de professores. *Boletín das Ciencias*, 61, 1-11.
- Gabriel, Y. (2008). Against the tyranny of PowerPoint - Technology-in-use and technology abuse. *Organization Studies*, 29 (2), 255-276.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências Sugestões para Professores dos Ensinos Básico e Secundário*. Porto: ASA Editores.
- 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*. California, USA: W.H. Freeman.
- Hall, B. & Benedikt, H. (2008). *Evolution*. London: Jones and Barlett Publishers.
- Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy. A Teacher’s Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Justi, R. (2009). Learning How to model in science classroom: key teacher’s role supporting the development of students’ modeling skills. *Educación Química*, 32-40.
- Leite, L (s/d). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: DES-ME.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. *et al.* (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Margulis, L. (2007). *Doctora Honoris Causa- Lynn Margulis*. Barcelona: Universidade Autònoma de Barcelona.
- MEC - Ministério da Educação e Ciência. (1980). Boletim Informativo, nº4. Formação em Serviço. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and Stratigraphy*. West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Passarge, E. (1995). *Color Atlas of Genetics*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.

- Pedrosa, M.A. (2001). Ensino das Ciências e trabalhos práticos - (Re)conceptualizar... In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Pelissoni, A. (2009). Objetivos educacionais e avaliação da aprendizagem. *Anuário de Produção Acadêmica Docente*, III(5), 129-139.
- Perkins, D. (1998). *Mineralogy*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Pinto-Ferreira, C., Serrão, A. & Padinha, L. (2006). *PISA 2006 – Competências Científicas dos Alunos Portugueses*. 13-01-25 <http://www.gave.min-edu.pt/>
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J. & Jordan, T.H. (2004). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Prothero, D., Schwab, F. (1996). *Sedimentary Geology. An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Purves, W., Sadava, D., Orians, G. & Heller, H.G. (2004). *Life- The Science of Biology*. Gordonsville: W.H. Freeman and Company.
- Raven, P., Evert, R. & Eichhorn, S. (1999). *Biology of Plants*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Regulamento da Disciplina de “Estágio e Relatório” dos Cursos de Mestrado em Ensino da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Ribeiro, A. & Ribeiro, L. (1990). *Planificação e Avaliação do Ensino-Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Rodicio, C.I.F. (2013). Influencia de la imagen mental en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 62(1), 1-8.
- Roldão, M. C. (1999). *Gestão Curricular- Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Rosnay, J. (1977). *As Origens da Vida do Átomo à Célula*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Ruas, A. (2004). *Segredos da Mãe Natureza*. Lisboa: Museu Monte Palace.
- Silva, B. (2001). As tecnologias de informação e comunicação nas reformas educativas em Portugal. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(2), 111-153.

- Skinner, B. & Porter, S. (1995). *The Dynamic Earth. An Introduction to Physical Geology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Staver, J. (2007). *Teaching Science*. Geneva: International Bureau of Education.
- Teixeira, C. (1982). *Algumas Formas de Erosão de Granitos Portugueses*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais.
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. (2013). Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, 18(52).
- Tuckman, B.W. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Valadares, J. (2001) – Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências – Conferência proferida no Encontro «O ensino das Ciências no âmbito dos Novos Programas» na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Van Driel, J & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Van Rooy, W. (2012). Using information and communication technology (ICT) to the maximum: learning and teaching biology with limited digital technologies. *Research in Science & Technological Education*, 30(1), 65-80.
- Vieira, P. (1980). Contribuição da morfologia dos fósseis para dedução de paleoambientes. *Revista do Instituto Geológico*, 1(2), 33-38.
- Woese, C.R. Kandler, O. & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domain Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 87, 4576-4579.

ANEXOS

Tabela 5- Planificação das aulas de Biologia.

Biologia e Geologia 11º Ano, Turma 1 6 Aulas	 ESCOLA SECUNDÁRIA JOSÉ FALCÃO	 Núcleo de estágio de biologia e geologia Rute Pires Ano Letivo 2012/2013
	PLANIFICAÇÃO A CURTO PRAZO Unidade 6: Reprodução	

CONTEÚDOS	OBJETIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Reprodução sexuada:</p> <p>Mutações</p>	<ul style="list-style-type: none"> Relembrar o conceito de alterações génicas. Reconhecer uma mutação como uma alteração brusca e permanente do material genético. Compreender a transmissão de mutações à geração seguinte. Conhecer os tipos de mutações 	<ul style="list-style-type: none"> Teste diagnóstico Visualização do filme “Tudo sobre mutações” - mutações génicas e cromossómicas (duração aprox. 7min). Diálogo com os alunos sobre a transmissão de diferentes tipos de mutações à geração seguinte. Análise das imagens dos diapositivos 4 a 7- transmissão de mutações. Construção, no quadro preto, de um 	<ul style="list-style-type: none"> Mutações Mutação génicas Células germinativas Células somáticas Mutações cromossómicas

	<p>cromossómicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender o surgimento dos tipos de mutações estruturais. • Conhecer algumas síndromes resultantes de mutações cromossómicas estruturais. • Identificar as etapas da meiose responsáveis pelo surgimento dos tipos de mutações cromossómicas numéricas. • Compreender os tipos de mutações numéricas que ocorrem na meiose. 	<p>esquema semelhante ao apresentado no diapositivo 8 sobre os tipos de mutações cromossómicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise das imagens do diapositivo 10 - tipo de mutações cromossómicas estruturais. • Elaboração de um esquema, no quadro preto, sobre os tipos de mutações estruturais. • Visualização do filme “ Vivir com LMC- La enfermedad”- síndrome causada por mutação cromossómica (duração aprox. 7 min). • Análise das imagens dos diapositivos 12 e 13 - síndromes cromossómicas estruturais. • Resolução da atividade 18 “Como podem ocorrer mutações cromossómicas numéricas?” (manual escolar, pág. 79). • Análise das imagens dos diapositivos 15 ao 17 - síndromes por mutações cromossómicas. • Completar o esquema no quadro preto, 	<ul style="list-style-type: none"> • Profase I • Quiasma • Crossing-Over • Mutação cromossómica estrutural • Síndrome • Leucemia mieloide crónica • Síndrome Mio-do-Gato • Cariótipo • Disjunção dos cromossomas • Segregação dos cromossomas • Mutação cromossómica numérica • Divisão reducional • Divisão equacional • Fecundação • Euploidia • Aneuploidia • Poliploidia
--	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer algumas síndromes resultantes de mutações cromossômicas numéricas. • Compreender as mutações numéricas, nos cromossomas sexuais. • Distinguir as principais diferenças entre mutações estruturais e cromossômicas. 	<p>sobre os tipos de mutações numéricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo orientado, apoiado pelas imagens dos diapositivos 18 e 19 - síndromes causados por mutações cromossômicas numéricas. • Exploração das imagens dos diapositivos 20 a 22 - mutações numéricas nos cromossomas sexuais. • Preenchimento de uma tabela da ficha de trabalho “Mutações cromossômicas”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Síndrome de Down • Síndrome de Patau • Síndrome de Turner • Síndrome de Klinefelter
<p>Reprodução sexuada: Fonte de variabilidade genética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a existência de variabilidade genética nos seres vivos. • Perceber quais os acontecimentos da meiose e fecundação que contribuem para a variabilidade do material genético das células. • Compreender a importância da separação 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploração dos diapositivos 1 a 5 - variabilidade genética. • Realização da atividade 19 “Qual o contributo da meiose e da fecundação para a variabilidade genética?”, (manual escolar, pág. 83) - segregação independente dos cromossomas e fecundação. • Diálogo com os alunos acerca da importância da meiose e fecundação no processo de reprodução sexuada. • Exploração das imagens dos diapositivos 7 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidade genética • Fenótipo • Genótipo • Metafase I • Divisão I da meiose • Segregação independente de cromossomas homólogos • Separação independente dos

	<p>independente de cromossomas, para a variabilidade genética dos seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Compreender a importância do fenómeno de crossing-over para a variabilidade genética dos seres vivos. Compreender que a fecundação contribui para a variabilidade genética. Reconhecer os contributos da meiose e fecundação para a variabilidade genética dos organismos de uma espécie. Reconhecer que os indivíduos originados por reprodução sexuada apresentam variabilidade genética entre si e em relação aos progenitores. 	<p>e 8 - segregação independente de cromossomas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Visualização do vídeo “Random Orientation of Chromossomes During Meiosis”- segregação independente de cromossomas (duração aprox. 40 seg.). Exploração de figuras representativas de cromossomas homólogos, inseridos no diapositivo 9. Realização do exercício da ficha de trabalho “Variabilidade genética”, sobre crossing-over. Diálogo com os alunos, apoiada pelos diapositivos 11 e 12, acerca da recombinação genética e a forma como produz variabilidade genética. Exploração das imagens dos diapositivos 14 e 15, sobre fecundação. Construção no quadro preto, de um esquema demonstrativo dos processos que contribuem para a variabilidade genética. Diálogo com os alunos apoiado no diapositivo 15 e 16, acerca do tema variabilidade genética. 	<p>cromossomas homólogos</p> <ul style="list-style-type: none"> Haploides Diploides Cromossoma materno Cromossoma paterno Cromossomas homólogos Bivalentes Quiasma Crossing-Over Recombinação genética Fecundação
--	--	---	---

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Reprodução sexuada:</p> <p>Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em animais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar os conceitos de reprodução sexuada. • Identificar as gónadas como locais onde ocorre a produção de gâmetas, em animais. • Distinguir animais hermafroditas de animais unissexuados. • Perceber os dois tipos fundamentais de reprodução consoante o local (meio aquático ou terrestre), onde ocorre 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos, com base nas imagens dos diapositivos 2 e 3. • Diálogo com os alunos com base nas imagens do diapositivo 4. • Realização das atividades 20, “Como pode ocorrer encontro dos gâmetas nos animais?” (manual escolar, pág. 86) - estratégias de reprodução sexuada nos animais. • Diálogo com os alunos acerca das imagens dos diapositivos 6 a 11, relativos à diversidade de estratégias de reprodução sexuada. • Exploração do texto “O cavalo-marinho – um verdadeiro pai-galinha.”, como complemento à 	<ul style="list-style-type: none"> • Reprodução sexuada • Fecundação • Zigoto • Gónadas • Testículos • Espermatozóides • Ovários • Óvulos • Unissexuado • Fecundação cruzada • Hermafrodita • Hermafrodita suficiente • Autofecundação • Hermafrodita insuficiente • Fecundação interna • Fecundação externa

<p>Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em plantas</p>	<p>fecundação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar comportamentos de natureza diversa, que favorecem a união de gâmetas, na reprodução sexuada em animais. • Entender a transmissão dos genes, como sendo a finalidade última de todas as estratégias na reprodução sexuada, em animais. • Compreender os gametângios como estruturas, onde ocorre a produção de gâmetas, em plantas sem flor. 	<p>temática reprodução interna.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise das imagens dos diapositivos 13 a 16, relativos ao meio onde ocorre fecundação. • Visualização do documentário “Courting” da série “Trials of Life” (duração aprox. 1 hora). • Realização da atividade “Rituais de acasalamento”, de forma orientada, sobre os diversos tipos de paradas nupciais. • Reflexão acerca do texto “Genes e comportamento animal”, acerca da influência dos genes no comportamento animal. • Diálogo com os alunos, com base nas imagens do diapositivo 19, relativas às estratégias de reprodução sexuada nos animais, tendo por finalidade a transmissão dos genes. • Exploração do diapositivo 20, acerca das estruturas onde são produzidos os gâmetas em plantas sem flor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimorfismo sexual • Seleção sexual • Parada nupcial • Isolamento comportamental • Genes • Gametângio • Arquegónio • Anterídio • Gâmeta • Anterozóides • Oosfera
--	--	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os órgãos e estruturas reprodutoras presente nas plantas com flor. • Conhecer diferentes tipos de polinização em flores unissexuadas e hermafroditas. • Compreender os frutos como o resultado do desenvolvimento embrionário após fecundação. • Entender os frutos como uma estratégia de dispersão das sementes. • Conhecer as vantagens e desvantagens da 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização da ficha de trabalho, “Como são constituídos os órgãos reprodutores das flores?”. • Exploração do modelo anatómico do <i>Lilium sp.</i> • Exploração das imagens dos diapositivos 21 a 25, relativas às estruturas reprodutoras da flor. • Diálogo com os alunos, com base nas imagens dos diapositivos 26 a 31, sobre as diversas formas de polinização existente nas plantas. • Exploração das imagens do diapositivo 32 e 33, sobre o processo de formação de um fruto e a forma de dispersão das sementes. • Preenchimento de uma tabela, 	<ul style="list-style-type: none"> • Gineceu • Androceu • Carpelo • Estigma • Estilete • Ovário • Estames • Antera • Filete • Saco polínico • Grãos de pólen • Saco embrionário • Polinização direta • Polinização cruzada • Agente polinizador • Polinização anemófila • Polinização entomófila • Embrião • Semente • Pericarpo • Fruto • Dispersão • Reprodução assexuada
--	--	---	--

reprodução sexuada e assexuada.

sobre vantagens e desvantagens das duas formas de reprodução.

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
Ciclos de vida- Unidade e diversidade Ciclo de vida Ciclo de vida do Homem	<ul style="list-style-type: none">Compreender que o conceito de ciclo de vida é aplicável a qualquer organismo.Relembrar a forma como a meiose e fecundação, promovem a duplicação e redução do número de cromossomas presentes nas células.Relembrar algumas características relativas à reprodução do Homem.	<ul style="list-style-type: none">Diálogo com os alunos sobre o ciclo de vida.Análise das imagens do diapositivo 2- ciclo de vida.Exploração da imagem do diapositivo 3 redução e duplicação do número de cromossomas, existente em todos os ciclos de vida.Visualização de uma animação “Reproduction of human being” relativa às estruturas reprodutoras do homem necessárias à fecundação (duração aprox. 56 seg).	<ul style="list-style-type: none">Ciclo de vidaMeioseFecundaçãoMitoseCélulas diploideCélulas haploidesUnissexuadoDimorfismo sexualGónadasTestículosOváriosGâmetas

<p>Ciclo de vida da Espirogira</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o ciclo de vida do Homem. • Conhecer a morfologia e habitat da espirogira. • Identificar os tipos de reprodução sexuada da espirogira. • Perceber a reprodução assexuada da espirogira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise do diapositivo 5, com órgãos sexuais masculinos e respectivos gâmetas. • Construção, no quadro preto, de um esquema resumo do ciclo do Homem. • Diálogo com os alunos acerca das imagens dos diapositivos 6 a 10 relativos ao ciclo de vida do Homem. • Preenchimento de uma ficha-resumo “Ciclo de Vida” relativa à caracterização de um ciclo de vida do Homem, como um ciclo diplonte. • Análise das imagens do diapositivo 11- morfologia e habitat da espirogira. • Visualização da animação “Reproduction in Spirogyra” - reprodução assexuada e sexuada da espirogira (duração aprox. 1 min.). • Exploração da imagem do diapositivo 13 através do diálogo 	<ul style="list-style-type: none"> • Espermatozoide • Óvulos • Fecundação interna • Haploide • Fase haploide • Diploide • Fase diploide • Alternância de fases nucleares. • Zigoto • Embrião • Multicelular • Meiose pré-gamética • Ciclo diponte • Alga verde • Filamento • Cloroplastos • Reprodução assexuada • Reprodução sexuada • Fragmentação
------------------------------------	--	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a reprodução sexuada da espirogira. 	<p>com os alunos relativa à reprodução assexuada da espirogira.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da atividade “Como se reproduz a espirogira”- onde se evidência o ciclo de vida da espirogira. • Construção, no quadro preto, de um esquema resumo do ciclo de vida da espirogira. • Exploração das imagens dos diapositivos 14 a 19, relativos ao desenvolvimento relativo da haplófase e diplófase no ciclo de vida da espirogira. • Preenchimento de uma ficha-resumo “Ciclo de Vida” relativa à caracterização de um ciclo de vida da espirogira. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo de conjugação • Gâmeta dador • Gâmeta recetor • Isogamia morfológica • Anisogamia funcional • Diplófase • Zigoto • Zigósporo • Meiose pós-zigótica • Organismo haploide • Haplófase • Ciclo haplonte
--	---	---	--

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Ciclos de vida- Unidade e diversidade</p> <p>Ciclo de vida do Polipódio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a morfologia e habitat do polipódio.. • Compreender a reprodução assexuada do polipódio. • Compreender a reprodução sexuada do polipódio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das imagens do diapositivo 20- estruturas morfológicas e habitat do polipódio. • Análise do diapositivo 21 relativo à reprodução assexuada do polipódio. • Visualização de parte da animação “Plant reproduction” -reprodução sexuada do polipódio (duração aprox. 60 seg.). • Análise da imagem do diapositivo 23 onde se evidencia o ciclo de vida do polipódio. • Construção, no quadro preto, de um esquema resumo do ciclo do polipódio. • Exploração das imagens dos diapositivos 24 a 25- alternância de fases nucleares no ciclo de vida do polipódio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rizoma • Limbo • Folíolo • Mitose • Multiplicação vegetativa • Fecundação • Meiose • Diploide • Diplófase • Haploide • Haplófase • Alternância de fases nucleares • Soros • Esporângios • Célula-mãe dos esporos • Esporos • Protalo



<p>Comparação dos ciclos de vida</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender que no ciclo de vida do polipódio ocorre alternância de gerações. • Relembrar a importância do momento, do ciclo de vida, em que ocorre meiose e fecundação, para a classificação dos diferentes tipos de ciclos de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos com base nas imagens dos diapositivos 26 a 29- alternância de gerações. • Preenchimento da ficha-resumo “Ciclo de Vida” relativa à caracterização de um ciclo de vida do polipódio. • Preenchimento de uma ficha-resumo “Ciclo de Vida” relativa à caracterização de um ciclo de vida do Homem. • Preenchimento da ficha “Unidade vs diversidade dos ciclos de vida” de forma a sintetizar as características dos diferentes ciclos de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gametófito • Gametângios • Arquegônios • Anterídios • Gâmetas • Oosfera • Anterozoides • Zigoto • Esporófito • Meiose pré-espórica • Organismo haplodiplonte • Ciclo haplodiplonte • Geração esporófito • Geração gametófito • Alternância de gerações • Fase haploide • Haplófase • Fase diploide • Diplófase • Ciclo diplonte • Meiose pré-gamética • Ciclo haplonte
--------------------------------------	--	---	---

<p>Relações entre o ciclo de vida dos organismos e o meio</p> <p>Intervenção humana no ciclo de vida dos seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a influência da atividade humana na nos ciclos de vida 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos com base na atividade “Qual a influência dos herbicidas na determinação sexual da rã?”, acerca da influência humana nos ciclos de vida dos seres vivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meiose pós-zigótica • Ciclo haplodiplonte • Meiose pré-espórica • Herbicida • Atrazina • Macho
---	---	---	---

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Reprodução sexuada:</p> <p>Diversidade de estratégias na reprodução sexuada em plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conceito de jardim botânico. • Relembrar os conceitos de reprodução sexuada em plantas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de um guião relativo às paragens que são feitas durante a visita. • Resposta às questões que constam do guião. • Diálogo com os alunos sobre reprodução sexuada em 	<ul style="list-style-type: none"> • Jardim botânico • Alternância de gerações • Alternância de fases

	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender que os gametófitos são estruturas produtoras de gâmetas nas plantas. • Compreender que há medida que as plantas evoluem, nos seus ciclos de vida, existe uma diminuição da duração da geração gametófito e um aumento da duração da geração esporófito. • Identificar os órgãos e estruturas reprodutoras em plantas com flor. • Conhecer diferentes tipos de polinização em flores unissexuadas e hermafroditas. 	<p>plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos relativo às briófitas que se observam no que respeita ao tamanho e grau de dependência do gametófito e esporófito dos musgos. • Diálogo orientado acerca das dimensões do esporófito e gametófito em fetos, comparativamente às plantas com flor. • Levar os alunos a observar os órgãos reprodutores das plantas com flor que se encontram nas várias paragens efetuadas. • Diálogo com os alunos sobre a grande variedade de cores e formas das orquídeas existentes na estufa. 	<p>nucleares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gâmeta • Anterozoide e/ou núcleo masculino • Oosfera • Gametófito • Geração gametófito • Haploide • Esporófito • Geração esporófito • Diploide • Alternância de gerações • Soros • Esporângios • Esporos • Protalo • Carpelo • Estames • Antera • Grãos de pólen • Polinização direta • Polinização cruzada • Agente polinizador
--	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender os frutos como o resultado do desenvolvimento embrionário após fecundação. • Entender os frutos como uma estratégia de dispersão das sementes. 		<ul style="list-style-type: none"> • Embrião • Semente • Pericarpo • Fruto • Dispersão
--	---	--	---



Biologia e Geologia 11º Ano, Turma 1 6 Aulas	 ESCOLA SECUNDÁRIA JOSÉ FALCÃO	 Núcleo de estágio de biologia e geologia Rute Pires Ano Letivo 2012/2013
	PLANIFICAÇÃO A CURTO PRAZO Unidade 7: Evolução biológica	

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
Evolução biológica: Surgimento da vida no planeta Terra	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar a formação do Sistema Solar do planeta Terra. • Compreender de que forma a evolução do planeta Terra possibilitou o surgimento de 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploração das imagens do diapositivo 2, relativo à origem do sistema solar. • Exploração das imagens dos diapositivos 3 a 11, relativos às principais etapas da 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução pré-biológica • Monómeros

<p>Dos seres procariontes aos eucariontes</p>	<p>vida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relembrar as diferenças entre seres procariontes e seres eucariontes. • Conhecer a teoria autogénica e endossimbiótica • Compreender a transição de seres procariontes para os eucariontes. 	<p>evolução pré-biológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visualização de parte do filme “Evolução da vida na Terra” (duração aprox. 7min.), que trata da evolução do planeta Terra até aos primeiros seres vivos. • Análise das imagens dos diapositivos 13 a 17, relativos aos processos possíveis que justificam o surgimento dos seres procariontes. • Exploração das imagens dos diapositivos 18 a 21 relativas às características das células procarióticas e eucarióticas. • Realização da atividade 1 “Qual a origem dos seres eucariontes?”, (manual escolar, pág. 113), relativo às modelos que explicam o surgimento dos seres eucariontes. • Exploração das imagens dos diapositivos 24 	<ul style="list-style-type: none"> • Sopa primitiva • Polímeros • Pré-célula • Coacervados /protobiontes/pré-célula • Evolução biológica • Heterotróficos anaeróbios • Estromatólitos • Cianobactérias • Autotróficos • Seres procariontes • Células procarióticas • Nucleóide • Heterotróficos aeróbios • Seres eucariontes • Células eucarióticas • Núcleo • Organelos • Mitocôndrias • Cloroplastos • Seres eucariontes • Modelo autogénico Invaginação • Endomembranas • Modelo endossimbiótico • Célula hospedeira
---	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os argumentos que apoiam ou contestam os modelos explicativos para o surgimento dos seres eucariontes. 	<p>a 29, relativas aos modelos que explicam a transição entre seres procariontes e seres eucariontes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo orientado com os alunos, apoiado pelas imagens e texto dos dispositivos 30 a 35 - argumentos que favorecem ou contestam as hipóteses que explicam o surgimento dos seres eucariontes. • Realização da ficha de trabalho “Origem dos seres eucariontes”, para averiguar os conhecimentos adquiridos na aula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simbiose • Proto-eucarionte • Teoria endossimbiótica sequencial • DNA mitocondrial • DNA do cloroplasto
--	---	--	---

Tabela 6- Planificação das aulas de Geologia.

<p>Biologia e Geologia</p> <p>11º Ano, Turma 1</p> <p>3 Aulas</p>	<div style="text-align: center;">  <p>ESCOLA SECUNDÁRIA JOSÉ FALCÃO</p> <hr/> <p>PLANIFICAÇÃO A CURTO PRAZO</p> <p>Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>Núcleo de estágio de biologia e geologia</p> <p>Rute Pires</p> <p>Ano Letivo 2012/2013</p> </div>
---	---	---

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres</p> <p>Estudo dos minerais e suas propriedades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conceito de rocha e mineral. • Entender o conceito de mineralóide. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teste diagnóstico • Análise das imagens dos diapositivos 2 a 4 - características dos minerais. • Diálogo com os alunos sobre a diferença entre minerais e mineraloides, com o apoio dos diapositivos 5 e 6. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rocha • Mineral • Sólido homogéneo • Inorgânico • Natural • Estrutura cristalina • Mineralóide

<p>Propriedades dos minerais</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Distinguir estrutura cristalina de estrutura amorfa. ● Compreender que a estrutura interna dos minerais tem uma disposição regular tridimensional característica. ● Perceber que as propriedades dos minerais refletem a sua estrutura interna. ● Reconhecer a importância dos elementos químicos constituintes dos minerais para a sua classificação. ● Compreender as diferentes propriedades físicas e químicas dos minerais. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exploração das imagens do diapositivo 7 - estrutura que os materiais podem apresentar. ● Diálogo com os alunos apoiado nos diapositivos 8 e 10 - estrutura interna dos minerais. ● Análise das imagens dos diapositivos 11 a 14 - estrutura cristalina dos minerais. ● Exploração das imagens dos diapositivos 15 e 16 - composição química dos minerais e respetiva classificação. ● Exploração do esquema do diapositivo 17, sobre as propriedades 	<ul style="list-style-type: none"> ● Cristal ● Estrutura cristalina ● Estrutura amorfa ● Rede cristalina ● Poliédrico ● Não poliédrico ● Cristal euédrico ● Cristal anédrico ● Textura hemicristalina ● Polimorfismo ● Isomorfismo ● Elementos nativos ● Sulfuretos ● Halóides ● Carbonatos ● Óxidos e Hidróxidos ● Fosfatos ● Silicatos ● Composição química ● Propriedades óticas ● Propriedades mecânicas
----------------------------------	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as propriedades óticas dos minerais. • Conhecer as propriedades mecânicas dos minerais. • Conhecer as propriedades químicas e 	<p>dos minerais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construção no quadro preto, de um esquema demonstrativo das propriedades que contribuem para a identificação dos minerais. • Diálogo orientado, apoiado pelas imagens dos diapositivos 17e 22 - propriedades óticas dos minerais. • Exploração das imagens dos diapositivos 23 a 29 -propriedades mecânicas dos minerais. • Exploração dos diapositivos 30 e 31 - 	<ul style="list-style-type: none"> • Cor • Idiocromáticos • Alócromáticos • Pseudocromáticos • Brilho / Lustre • Brilho Metálico • Brilho não metálico • Risca / Traço • Diafanidade • Luminescência • Fluorescência • Clivagem • Plano de clivagem • Clivagem basal • Clivagem cúbica • Clivagem romboédrica • Fratura • Dureza • Escala de Mohs • Densidade • Sabor
--	--	---	--

Identificação de minerais.	<p>outras propriedades dos minerais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar uma chave dicotômica de identificação de minerais. • Identificar minerais com base nas suas propriedades físicas e químicas. 	<p>propriedades químicas e densidade dos minerais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática - Resolução da ficha de trabalho “Identificação de minerais”, de forma a identificar oito minerais. • Análise e discussão com os alunos acerca da forma como se deve usar a Escala de Mohs na determinação da dureza dos minerais. • Preenchimento de uma tabela com as principais propriedades dos oito minerais identificados usando a chave dicotômica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cheiro • Caulinite • Efervescência • Chave dicotômica • Brilho • Risca • Cor • Escala de Mohs • Dureza relativa • Clivagem • Ácido clorídrico • Efervescência
----------------------------	--	--	--

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres</p> <p>Dinâmica da Terra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a Terra como um planeta geodinâmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualização do filme “O Ciclo das rochas” (duração aprox. 6 min.). • Diálogo orientado com os alunos com base nas imagens dos diapositivos 3 e 4 – modificação da crosta terrestre pela ação 	<ul style="list-style-type: none"> • Geodinâmica externa • Energia solar • Gravidade • Geodinâmica interna • Energia interna

<p>Ciclo geológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a interrelação entre os três tipos de rochas. 	<p>modeladora de agentes externos e internos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos acerca da imagem do diapositivo 5- ciclo contínuo de transformação e inter-dependência dos três grandes grupos de rochas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo geológico • Ciclo litológico • Rochas magmáticas • Rochas plutônicas • Rochas vulcânicas • Sedimentos • Litificação • Rochas sedimentares • Rochas metamórficas
<p>Formação das rochas sedimentares</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a gênese das rochas sedimentares. • Compreender o contributo dos agentes de meteorização e erosão para a alteração do granito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da imagem diapositivos 6 – etapas e processos intervenientes na formação das rochas sedimentares. • Diálogo com os alunos, com base nas imagens dos diapositivos 7 a 11 – influência das condições ambientais na alteração física e química do granito. • Desenhar no quadro preto, um esquema representativo dos processos que intervêm na alteração do granito, quando este aflora à superfície. • Realização da ficha de trabalho, “Alteração do 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentogénese • Meteorização • Erosão • Transporte • Sedimentação • Diagénese • Granito • Meteorização física • Meteorização química • Minerais primários • Erosão • Diaclases • Arenização • Caos de blocos

<p>Rochas sedimentares- arquivos históricos da Terra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer vários ambientes sedimentares. • Compreender a importância das rochas sedimentares na reconstituição da história da Terra e da Vida. 	<p>granito”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos, com base na imagem do diapositivo 12 – deposição de sedimentos em diferentes tipos de ambientes. • Diálogo orientado com os alunos, com base nas imagens dos diapositivos 13 a 17- datação das formações rochosas e reconstrução de ambientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientes continentais • Ambientes de transição • Ambientes marinhos • Princípio do atualismo • Paleoambientes • Marcas de ondulação (“ripple marks”) • Fendas de dessecação ou fendas de retração (“mud crackers”) • Marcas das gotas da chuva • Icnofósseis
--	--	---	---

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS E ATIVIDADES	CONCEITOS
<p>Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres</p> <p>Fósseis e a reconstituição do passado</p> <p>Datação das rochas</p> <p>Datação relativa das rochas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o conceito de fóssil. • Compreender o conceito de fossilização. • Distinguir os diferentes tipos de fossilização. • Perceber as principais diferenças entre datação absoluta e datação relativa das rochas. • Perceber a importância da datação relativa das formações rochosas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo orientado com os alunos com base na imagem do diapositivo 2 – conceito de fóssil, enquanto resto ou vestígio de um ser vivo que viveu viveram em tempos geológicos distantes. • Exploração das imagens dos diapositivos 3 a 9 – sobre o conjunto de processos que leva à preservação de restos ou vestígios de organismos nas rochas. • Diálogo com os alunos acerca das imagens dos diapositivos 10 e 11- dois tipos de datação das rochas. • Diálogo com os alunos acerca das imagens dos diapositivos 12 e 13 – rochas sedimentares 	<ul style="list-style-type: none"> • Fóssil • Fossilização • Conservação • Moldagem • Molde interno • Molde externo • Contramolde • Impressão • Mineralização • Icnofósseis • Datação absoluta • Datação relativa • Estratigrafia • Princípios da estratigrafia • Princípios litostatigráficos

	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a importância dos vários princípios da estratigrafia, na datação relativa das rochas. • Conhecer os princípios litostatigráficos que permitem a datação relativa dos estratos. • Conhecer os princípios biostratigráficos que permitem a datação relativa dos estratos. • Compreender a importância dos fósseis de idade na reconstituição da história da Terra. 	<p>e suas relações espaciais e temporais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da atividade 15, “Como sequenciar no tempo um conjunto de acontecimentos geológicos?” (manual escolar, pág. 91) - determinação da ordem cronológica de uma sequência de acontecimentos pela qual as formações geológicas se constituíram no local onde se encontram. • Análise das imagens dos diapositivos 15 a 22 – rochas sedimentares e suas relações espaciais e temporais. • Análise das imagens dos diapositivos 23 e 24 – rochas sedimentares e suas relações espaciais e temporais. • Diálogo com os alunos acerca das imagens dos diapositivos 25 a 27 – contribuição dos fósseis de idade na datação das formações 	<ul style="list-style-type: none"> • Princípios biostatigráficos • Estratos • Imersão • Emersão • Sequência estratigráfica • Princípio da sobreposição • Superfície de descontinuidade • Lacunas estratigráficas. • Discordância angular • Princípio da continuidade lateral • Princípio da inclusão • Princípio da interseção • Princípio da identidade paleontológica • Fósseis de idade • Fósseis estratigráficos • Amonites
--	---	---	---

Paleoambientes	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a contribuição dos fósseis de fácies na reconstituição de paleoambientes. • Distinguir regressões e transgressões marinhas. 	<p>rochosas que os contêm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos sobre as imagens dos diapositivos 28 a 30 – contribuição dos fósseis de fácies na reconstituição de ambientes em que, no passado, as rochas que os contêm foram geradas. • Diálogo com os alunos sobre a imagem do diapositivo 31 – fenômenos relativos ao aumento ou diminuição do nível médio das águas do mar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trilobites • Paleoambientes • Fácies de rocha • Fósseis de fácies • Regressão • Sequência inversa • Sequência negativa • Transgressão • Sequência normal • Sequência positiva • Princípio das causas atuais
Escala do tempo geológico	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a organização de uma escala de tempo geológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogo com os alunos sobre as imagens do diapositivo 32 – grandes divisões da escala do tempo geológico da Terra. • Realização da atividade 18, “Que relação existe entre a escala de tempo geológico e as grandes extinções?” (manual escolar, pág. 100) - determinação da ordem cronológica de uma sequência de acontecimentos pela qual as formações geológicas se constituíram no local onde se encontram. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eras • Período • Épocas • Pré- Câmbrico • Era Paleozoica • Era Mesozoica • Era Cenozoica

Tabela 7- Respostas dos alunos ao grupo I, do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste) de Biologia.

Teste Diagnóstico Categoria	Pré-teste			Pós-teste		
	1	2	3	1	2	3
CM	22	5	1	16	3	0
C	4	14	0	9	18	0
CP	0	3	4	1	5	1
P	0	4	21	0	0	25

Tabela 8- Respostas dos alunos ao grupo I, do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste) de Geologia.

Teste Diagnóstico Categoria	Pré-teste			Pós-teste		
	1	2	3	1	2	3
CM	16	3	0	19	7	0
C	9	18	0	6	14	1
CP	1	5	1	0	4	2
P	0	0	25	0	0	22

Tabela 9- Respostas dos alunos ao grupo II do teste de avaliação diagnóstico (pré-teste) de Biologia.

Nº da afirmação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Resposta correta	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	F
Nº Aluno																	
1	V	F	V	V	-	V	V	F	V	-	V	V	F	V	V	V	V
2	F	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	F	F
3	F	F	V	-	F	V	F	F	V	V	V	V	F	-	-	F	F
4	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	F	V
5	F	F	V	V	F	V	F	V	F	V	V	V	V	F	F	F	V
6	V	F	V	V	F	V	F	V	V	V	V	V	F	F	F	V	F
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	V	F	V	V	F	F	V	V	V	F	F	F	V	V	V	F	V
9	F	F	V	F	F	V	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	F
10	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	F	F	V	F	V
11	F	F	V	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F
12	V	F	V	F	F	V	F	V	F	V	V	V	V	F	V	F	V
13	V	F	F	V	F	V	V	V	V	V	V	F	V	F	F	F	V
14	F	F	V	F	F	V	V	V	V	F	V	V	F	F	V	F	V
15	V	F	F	V	F	V	F	V	F	V	V	V	V	V	V	F	F
16	V	F	V	F	V	F	V	V	V	F	V	V	F	F	V	F	V
17	F	V	V	F	V	V	V	V	V	F	V	V	V	F	F	F	V
18	F	F	V	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	V	V	F	F
19	F	F	V	F	F	V	V	V	V	F	V	V	V	F	V	F	V
20	F	F	V	V	F	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	F	V
21	F	-	V	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	V	V	F	V
22	V	F	V	F	F	V	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V
23	V	F	V	V	F	F	F	F	V	-	V	V	V	-	-	F	F
24	F	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V
25	V	F	F	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	F	V	F	V
26	V	F	V	F	F	V	V	V	V	V	F	V	V	V	F	F	F
Aluna assistente	V	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	V	F	V	V

Tabela 10- Respostas dos alunos ao grupo II do teste de avaliação diagnóstica (pós-teste) de Biologia.

Nº da afirmação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Resposta correta	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	F
Nº Aluno																	
1	V	F	V	V	F	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	V
2	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	F
3	V	F	V	V	F	V	F	V	F	F	V	V	V	V	V	F	V
4	V	V	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	F
5	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	V	V	F	V
6	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	V	V	F	V
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	V	F	V	V	F	V	F	V	V	F	V	V	F	V	F	V	V
9	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	F
10	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	F	F
11	V	F	V	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	V	V	F	F
12	V	F	V	V	F	V	V	V	V	V	V	V	F	F	V	F	F
13	V	F	V	F	F	V	V	V	V	F	V	F	V	V	F	F	V
14	F	F	V	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	V	F	F	V
15	V	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	F	F
16	V	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	F	V	V	-
17	V	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	F	F
18	V	F	V	V	F	F	V	V	V	F	V	V	F	V	F	V	V
19	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	F	F
20	V	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	F
21	F	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V
22	V	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	V	V	V	F	F	V
23	V	F	V	F	F	V	F	V	V	F	V	V	V	F	V	F	V
24	V	F	V	V	F	V	V	V	F	V	V	V	V	V	F	V	V
25	V	F	V	V	F	V	V	V	V	F	V	V	V	V	F	F	F
26	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V
Aluna assistente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabela 11- Respostas dos alunos ao grupo II, do teste de avaliação diagnóstica (pré-teste), de Geologia.

Nº da afirmação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Resposta correta	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
Nº Aluno																
1	V	F	V	F	F	F	V	V	F	V	F	F	V	F	V	V
2	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	F	F	V	F	V	V
3	V	F	V	V	F	V	-	V	F	F	V	F	V	F	V	V
4	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	F	F	V	F	F	V
5	F	F	V	F	F	V	F	V	F	F	V	V	V	V	V	F
6	V	F	V	F	F	F	V	V	F	V	F	F	V	F	V	V
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	F	F	V	V	F	V	F	V	F	F	V	F	V	V	F	V
9	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	-	F	V	F	V	F
10	F	F	F	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	V
11	F	F	V	V	F	V	F	V	F	F	V	F	V	V	F	F
12	F	F	V	V	V	V	V	-	V	F	V	-	-	V	F	V
13	F	F	V	V	F	V	F	V	F	V	V	F	V	V	V	F
14	F	F	V	V	F	V	V	V	F	V	F	F	V	F	V	V
15	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	F	V
16	F	F	V	V	V	F	F	V	F	F	V	F	V	F	V	V
17	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
18	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	F	F	V	F	V	V
19	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
20	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
21	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	F	F	F	V	F
22	F	F	V	V	F	V	F	V	F	F	V	F	V	F	V	V
23	F	V	V	V	F	V	-	V	F	V	F	V	V	F	V	F
24	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	V	V	F	V	F
25	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	F	V
26	F	V	V	V	F	V	V	F	F	V	V	V	V	F	V	-
Aluna assistente	F	F	F	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	F	V	F

Tabela 12- Respostas dos alunos ao grupo II, do teste de avaliação diagnóstica (pós-teste), de Geologia.

Nº da afirmação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Resposta correta	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
Nº Aluno																
1	F	F	F	F	F	V	F	V	F	F	V	F	V	F	V	F
2	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
3	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	-	-	-	F	V	F
4	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
5	F	F	V	V	F	V	F	V	F	F	V	F	V	F	V	F
6	F	F	V	V	F	F	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
9	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
10	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	V
11	F	V	F	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	F	F
12	F	F	F	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
13	F	F	V	F	F	V	V	V	F	V	V	F	V	F	V	V
14	F	F	V	F	V	V	V	V	F	V	F	F	F	V	F	V
15	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
16	V	F	V	V	V	V	F	V	F	F	V	V	V	F	V	F
17	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	F	F	V	F	V	F
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	F	F	F	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	V
20	F	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	V	F	F	V	F
21	F	F	F	F	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
22	F	V	F	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	V
23	F	F	V	F	F	V	F	V	F	V	V	F	V	F	V	F
24	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	F	V	F	V	F
25	V	F	V	F	F	V	V	V	F	F	V	V	V	F	V	F
26	F	F	F	F	V	V	-	V	F	F	-	F	V	F	F	V
Aluna assistente	F	F	V	V	F	V	V	V	F	F	V	V	V	F	V	F

Tabela 13- Critérios de avaliação para a atividade relativa ao VIII Congresso de Jovens Geocientistas.

Critérios de Avaliação	1	2	3	4
Rigor Científico	Apresenta incorreções frequentes ao nível dos conceitos e informações recolhidas	Apresenta algumas incorreções ao nível dos conceitos e informações recolhidas	Não apresenta incorreções ao nível dos conceitos e informações recolhidas	Apresenta, relaciona e explica os conceitos de uma forma correta
Conhecimentos	Não revela conhecimentos adquiridos com as tarefas	Releva alguns conhecimentos elementares, mas tem dificuldade com conhecimentos mais complexos	Evidência conhecimentos de natureza diferente, embora tenha dificuldade de aplicação a novas situações	Domina os conhecimentos científicos envolvidos, propondo novas situações de exploração
Organização concetual	Não é capaz de relacionar os conceitos envolvidos na atividade	Relaciona os conceitos, mas tem dificuldade em compreender o significado dessa relação	Relaciona os diferentes conceitos e compreende o significado dessas relações, mas tem dificuldade em explicá-las	Relaciona os diferentes conceitos envolvidos e explica o significado das relações que estabelece
Participação	Não interage ou está sempre a falar e não permite que mais ninguém fale	Está quase sempre a falar e raramente permite que mais alguém fale	Ouve, mas por vezes fala demasiado	Ouve e fala de modo equilibrado
Sistematização da informação	Tem dificuldade em sistematizar a informação que se encontra dispersa por vários registos	Organiza a informação, mas tem dificuldade em categorizá-la, não a aproveitando na totalidade	Organiza a informação em categorias, embora tenha dificuldade em usá-la de novo	Organiza sem dificuldade a informação, usando-a para construir texto novo
Concretização das tarefas	Não realiza nenhuma das tarefas propostas, mesmo incentivado	Raramente realiza espontaneamente as tarefas propostas; precisa de apoio frequente	Normalmente cumpre o seu trabalho. Esforça-se no seu trabalho	Cumpr sempre as suas tarefas sem precisar que lhe recordem os seus deveres
Contribuição pessoal para a realização das tarefas	Raramente apresenta ideias úteis. Recusa-se, por vezes, a trabalhar	Apresenta algumas ideias	Apresenta ideias úteis durante o trabalho. Esforça-se no seu trabalho	Apresenta ideias úteis durante o trabalho e estimula a participação dos colegas
Interação com o grupo	Não interage. Não acompanha a evolução do trabalho	Colabora pontualmente, embora se distraia, por vezes, na interação de grupo	Colabora, sendo responsável pelas tarefas que lhe são destinadas	Colabora com todas as tarefas. Contribui decisivamente para o sucesso do trabalho
Tomada de decisões	Não tenta resolver os problemas nem ajuda os seus colegas a resolvê-los	Não sugere nem melhora soluções, mas dispõem-se a experimentar soluções propostas pelos colegas	Melhora as soluções apresentadas pelos colegas	Procura ativamente e propõe soluções para os problemas em causa

Gestão de tempo	Não conclui as tarefas solicitadas dentro do prazo estipulado e o grupo tem que adiar a entrega do trabalho	Tende a adiar a conclusão das suas tarefas. A qualidade do trabalho é afetada, embora entregue no prazo	Tende a adiar a conclusão das tarefas mas cumpre prazos. O grupo entrega dentro do prazo	Gere bem o tempo e assegura a conclusão das suas tarefas dentro do prazo
Criatividade	Não demonstra criatividade	Demonstra pouca criatividade	Demonstra alguma criatividade	Demonstra uma grande criatividade

Tabela 14- Resultados obtidos no questionário sobre filmes, animações e documentários.

Questões Aluno (Nº)	1		2		3		4		5		6				7				8			
	1	CT	NC	20 a 30	B	PF	1	3	2	4	2	1	3	4	2	3	1	3	4	2	3	1
2	CT	NC	20 a 30	MD	PF	4	1	2	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	3	1	3	
3	C	AV	0	MT	PF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	C	RR	10 a 20	MT	PF	1	2	4	3	1	3	2	4	2	3	1	3	2	4	2	3	
5	C	MV	10 a 20	MD	PF	4	2	1	3	2	3	4	1	1	3	2	4	1	1	3	2	
6	C	AV	10 a 20	B	PF	2	4	3	1	1	2	4	3	3	1	2	4	3	3	1	2	
7	C	AV	0	B	PF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	C	MV	5 a 10	B	PF	1	2	4	3	2	4	3	1	3	1	2	4	3	1	3	2	
9	CT	NC	20 a 30	B	PF	2	1	4	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	3	1	3	
10	I	RR	5 a 10	MT	PF	3	2	4	1	3	2	4	1	1	2	3	4	1	1	2	3	
11	CT	RR	M30	P	AF	1	2	3	4	2	1	3	4	2	3	1	3	4	2	3	1	
12	C	NC	20 a 30	B	MF	3	4	1	2	4	1	3	2	2	1	3	4	2	2	1	3	
13	CT	RR	M30	B	PF	4	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	3	1	3	
14	C	AV	20 a 30	P	PF	3	2	4	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	3	
15	CT	RR	20 a 30	MT	PF	4	2	1	3	3	4	2	1	2	1	3	4	2	1	3	3	
16	CT	AV	5 a 10	MT	PF	4	2	1	3	3	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2	2	
17	C	RR	0	MT	0	4	2	3	1	2	3	4	1	3	1	2	4	1	3	1	2	
18	C	AV	10 a 20	MT	PF	4	2	3	1	3	2	4	1	2	1	3	4	1	2	1	3	
19	C	MV	5 a 10	B	PF	4	2	3	1	2	3	4	1	2	1	3	4	1	2	1	3	
20	D	AV	5 a 10	MD	PF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	D	AV	0	P	PF	1	3	4	2	0	0	0	0	3	1	2	4	0	0	3	2	
22	C	NC	10 a 20	MD	PF	4	3	2	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	
23	C	AV	10 a 20	MT	AF	3	4	2	1	2	1	3	4	3	2	4	1	3	4	3	2	
24	C	AV	5 a 10	MT	PF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	C	AV	20 a 30	B	PF	3	4	1	2	2	1	3	4	2	1	3	4	2	1	3	3	
26	C	AV	5 a 10	MT	PF	3	4	2	1	4	2	3	1	3	1	2	4	2	3	1	2	
Somatório						63	55	55	47	54	44	67	45	49	34	49						

CT-concordo totalmente; C- concordo; I- indeciso; D- discordo; DT-discordo totalmente; NC- nunca; RR- raramente; AV- às vezes; MV- muitas vezes; S-sempre; ;M30- mais de 30 minutos; MP- muito pouco; P- pouco; MD- médio; MT- muito; B-bastante; AF-antes do filme; MF- meio do filme; PF- após filme terminar.

Tabela 15- Resultados obtidos no questionário sobre modelos 3D.

Questão Aluno (Nº)	1						2				3			
	1	2	3	4	5	6	7				8			
1	C	C	MV	C	AV	C	1	2	3	4	2	3	1	
2	C	C	AV	C	MV	D	3	1	4	2	2	1	3	
3	CT	I	S	CT	MV	CT	0	0	0	0	0	0	0	
4	CT	C	MV	C	AV	C	1	4	2	3	2	3	1	
5	C	C	MV	C	AV	C	3	4	1	2	3	2	1	
6	C	C	MV	C	MV	I	2	3	4	1	3	1	2	
7	CT	C	S	CT	MV	C	0	0	0	0	0	0	0	
8	CT	CT	S	CT	MV	CT	4	3	1	2	3	2	1	
9	CT	CT	S	CT	MV	CT	2	1	4	3	2	1	3	
10	D	C	AV	C	MV	C	4	1	3	2	2	1	3	
11	C	D	RR	C	AV	C	3	1	2	4	2	3	1	
12	C	0	0	C	MV	C	3	1	4	2	2	1	3	
13	C	C	MV	C	MV	I	3	2	4	1	2	1	3	
14	D	CT	MV	C	MV	C	1	3	4	2	2	3	1	
15	CT	C	S	CT	S	CT	2	3	4	1	1	2	3	
16	C	CT	S	CT	MV	CT	4	3	2	1	3	1	2	
17	CT	C	MV	C	AV	CT	3	2	4	1	3	1	2	
18	C	I	AV	C	MV	C	2	4	3	1	2	1	3	
19	CT	CT	S	CT	MV	CT	2	4	3	1	2	1	3	
20	C	C	AV	C	MV	I	0	0	0	0	0	0	0	
21	D	D	MV	C	MV	D	1	3	4	2	3	1	2	
22	CT	C	AV	C	MV	CT	1	2	4	3	2	1	3	
23	DT	CT	RR	C	AV	C	3	1	2	4	2	3	1	
24	CT	I	AV	C	S	C	0	0	0	0	0	0	0	
25	C	0	0	0	MV	C	1	2	4	3	0	0	0	
26	CT	C	MV	C	MV	C	1	3	4	2	3	1	2	
Somatório							50	53	70	47	48	34	44	

CT-concordo totalmente; C- concordo; I- indeciso; D- discordo; DT- discordo totalmente; NC- nunca; RR- raramente; NC- nunca; RR- raramente; AV- às vezes; MV- muitas vezes; S-sempre.