



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

**PRÁTICAS LECTIVAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA
REPRODUÇÃO E DAS ROCHAS SEDIMENTARES NO 11º
ANO DE ESCOLARIDADE**

Sofia Manuela dos Santos Ferreira

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

Setembro, 2012



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

**PRÁTICAS LECTIVAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA
REPRODUÇÃO E DAS ROCHAS SEDIMENTARES NO 11º
ANO DE ESCOLARIDADE**

Sofia Manuela dos Santos Ferreira

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 Gomes, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de
Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Isabel Abrantes, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de
Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

Setembro, 2012

*Ao meu pai, que sempre foi meu porto seguro,
mesmo apenas na memória.*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
INTRODUÇÃO	1
I. PRÁTICAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	2
1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	2
1.1. Perspectivas de ensino e aprendizagem das Ciências	2
1.1.1. Ensino por transmissão	2
1.1.2. Ensino por descoberta	3
1.1.3. Ensino para a mudança conceptual	4
1.1.4. Ensino por pesquisa	6
1.2. Biologia - Reprodução	10
1.2.1. Reprodução assexuada	11
1.2.2. Reprodução sexuada	11
1.2.2.1. Fecundação	12
1.2.2.2. Meiose	13
1.2.2.3. Ciclos e padrões reprodutivos	18
1.3. Geologia - Rochas sedimentares	19
1.3.1. Etapas principais de formação das rochas sedimentares	19
1.3.1.1. Factores de alteração das rochas	20
1.3.2. Rochas sedimentares	25
1.3.2.1. Propriedades dos minerais	25
1.3.2.2. Classificação das rochas sedimentares	26
2. METODOLOGIA	27
2.1. Objectivo	27
2.2. Caracterização dos participantes	27
2.3. Recursos didácticos e instrumentos	31
2.3.1. Biologia - Reprodução	33

2.3.2. Geologia - Rochas sedimentares	65
3. RESULTADOS E CONCLUSÕES	85
3.1. Biologia - Reprodução	85
3.1.1. Avaliação diagnóstica	85
3.1.2. Actividade prática laboratorial.	85
3.1.3. Avaliação de conhecimentos	86
3.1.4. Testes intermédios (avaliação final)	88
3.2. Geologia - Rochas sedimentares	88
3.2.1. Avaliação diagnóstica	88
3.2.2. Actividade prática	88
3.2.3. Avaliação de conhecimentos	89
3.2.4. Teste intermédio (avaliação final)	90
3.3. Práticas lectivas	90
3.4. Avaliação das aulas de Biologia e Geologia por parte dos alunos	90
3.4.1. Biologia - Reprodução	91
3.4.2. Geologia - Rochas sedimentares	93
3.5. Avaliação das aulas de Biologia e Geologia por parte do professor	95
3.5.1. Biologia - Reprodução	95
3.5.2. Geologia - Rochas sedimentares	96
4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	99
II. PROPOSTA DE ACTIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DAS UNIDADES DE BIOLOGIA – REPRODUÇÃO E GEOLOGIA – ROCHAS SEDIMENTARES	101
1. BIOLOGIA - REPRODUÇÃO	101
2. GEOLOGIA – ROCHAS SEDIMENTARES	105
III. ANEXOS	111

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço às Professoras Doutoradas Celeste Gomes e Isabel Abrantes pela orientação do meu trabalho.

Às colegas de mestrado, e em particular à Maria Cristina Escalhão e Elsa Borges, pelo seu apoio.

À Dra. Manuela Tavares que, prontamente, se disponibilizou para me ajudar na tradução do resumo.

A todos os alunos que participaram no projecto.

A todos, a minha gratidão e reconhecimento.

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido para avaliar se as estratégias utilizadas contribuíram para o ensino e aprendizagem da reprodução e das rochas sedimentares da disciplina de Biologia e Geologia, no 11º ano de escolaridade. Após ter realizado um enquadramento teórico sobre as perspectivas de ensino e aprendizagem das Ciências e sobre os temas reprodução e rochas sedimentares, foram construídos e implementados recursos didáticos (PowerPoint, esquemas no quadro negro, atividades práticas, fichas informativas, fichas de trabalho) e instrumentos (fichas de avaliação diagnóstica, fichas de avaliação de conhecimentos, testes intermédios, questionário para a caracterização dos participantes, questionário para a avaliação das aulas, ficha de reflexão e avaliação de cada aula). O trabalho foi realizado com 13 alunos, do curso de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, numa escola de Coimbra. A análise dos resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos, a realização de actividades práticas e da avaliação das práticas lectivas, por parte dos alunos e do professor, permitiram concluir que: 1) os alunos revelaram ter um maior conhecimento de conceitos relativos à Geologia; 2) a maioria dos alunos apresentou um nível satisfatório nas respostas fechadas, tendo-se verificado uma melhoria na expressão escrita e estruturação das respostas às questões abertas; 3) apesar da maioria das estratégias utilizadas ter sido adequada, os conteúdos leccionados foram apenas parcialmente compreendidos, tendo os alunos realizado aprendizagens relativas aos temas seleccionados; 4) o professor deve usar estratégias diversificadas para desenvolver as competências essenciais dos alunos nos domínios conceptual e procedimental. Em suma, as estratégias utilizadas contribuíram para a melhoria do ensino e das aprendizagens dos alunos.

Palavras-chaves: ensino da Biologia e da Geologia, ensino e aprendizagem, perspectivas de ensino, práticas lectivas.

ABSTRACT

This study was designed to assess whether the strategies used contributed to the education of 11th grade' students about reproduction and sedimentary rocks taught in Biology and Geology. Having performed a theoretical perspective on teaching and learning of science, and in the topics of reproduction and sedimentary rocks, teaching resources were built and applied (PowerPoints, diagrams on the blackboard, practical activities, additional fact sheets, worksheets) and instruments (diagnostic evaluation sheets, evaluation tests, exams, questionnaire to characterize the participants, questionnaire for the assessment of teaching, reflection and evaluation form for each class) were implemented. The study was conducted with thirteen students which were enrolled in the course of Science and Technology in a High School located in Coimbra. The results obtained from the enforcement of the instruments, practical activities and evaluation for each class revealed that: 1) students had a deeper understanding of concepts related to Geology; 2) most students showed a satisfactory level in the closed answers and there was an improvement in the writing and in the structure of the answers to open questions; 3) although most of the strategies used have been adequate, the contents taught were only partially understood; 4) the teacher should use several strategies in order to develop students' basic skills in the field of concepts and proceeding. In summary, the strategies used contributed to the improvement of teaching and of student's education.

Keywords: teaching Biology and Geology, education and teaching, teaching perspectives, teaching practices.

INTRODUÇÃO

É inegável o papel relevante que as Ciências desempenham nos nossos dias. É urgente, no entanto, reconhecer a inexistência de uma cultura científica, capaz de esclarecer e justificar este papel, especialmente junto das gerações mais novas. Muitas vezes, não conseguimos responder às expectativas pedagógicas, nem aos desafios que a Ciência nos coloca e deparamo-nos com um desinteresse preocupante, por parte dos alunos do ensino secundário, na aprendizagem das Ciências por, amiúde, não entenderem a utilidade de alguns conteúdos leccionados.

A disciplina bianual de Biologia e Geologia, do Curso de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, tem como objectivos principais a ampliação de conhecimentos e o desenvolvimento de competências relativas às áreas científicas leccionadas. Pretende, igualmente, criar novos estímulos que poderão implicar novas estratégias de ensino.

Se a sala de aula não pode ser considerada como um laboratório de investigação, as estratégias a adoptar têm que ter legitimidade quer pedagógica quer filosófica (Cachapuz *et al.*, 1992, citados em Praia *et al.*, 2002).

Com este trabalho, pretendeu-se avaliar se a utilização de diferentes estratégias no ensino e aprendizagem da reprodução e rochas sedimentares, leccionados na disciplina de Biologia e Geologia, do 11º ano de escolaridade, contribuíram para diminuir o insucesso escolar. Além disso, são propostas duas actividades práticas que poderão ser incluídas no ensino dos temas reprodução e minerais e rochas.

Sendo este trabalho ligado às práticas lectivas, tornou-se pertinente fazer um enquadramento teórico com uma síntese sobre perspectivas de ensino e aprendizagem das Ciências (ensino por transmissão, descoberta, mudança conceptual e pesquisa) e temas de Biologia e Geologia escolhidos.

Através da construção e aplicação de instrumentos foi possível a obtenção de resultados que foram alvo de análise e interpretação e a partir dos quais se retiraram as conclusões apresentadas neste trabalho.

I. PRÁTICAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Perspectivas de ensino e aprendizagem das Ciências

Os professores recorrem a várias perspectivas de ensino com o objectivo de desenvolver atitudes e valores, motivar os alunos e proporcionar-lhes uma melhor compreensão dos conceitos científicos. Ao longo dos últimos quarenta anos, foram desenvolvidas várias perspectivas de ensino que foram classificadas como: 1) Ensino Por Transmissão (EPT); 2) Ensino Por Descoberta (EPD); 3) Ensino para a Mudança Conceptual (EMC); e 4) Ensino Por Pesquisa (EPP) considerado um ensino inovador e portador de uma concepção diferente de ensinar as ciências (Cachapuz *et al.*, 2002).

1.1.1. Ensino por transmissão

A perspectiva EPT baseia-se numa visão behaviorista da aprendizagem. O EPT pressupõe o princípio da transmissão oral de conteúdos pelo professor aos alunos que são considerados como tendo um papel passivo. Estes, após ouvirem com atenção os conteúdos leccionados, irão armazená-los e, posteriormente, serão capazes de os reproduzir. Nesta perspectiva, considerada como sendo uma didáctica repetitiva, baseada na memória do aluno, a avaliação é do tipo normativo, de índole classificatório, para medir os conhecimentos memorizados, sendo o erro entendido como negativo (Cachapuz *et al.*, 2002; Santos & Praia, 1992).

O professor, detentor dos saberes académicos, possui uma postura dogmática e impositiva que frequentemente se reflecte no material educativo utilizado. Privilegia o material didáctico “bonito” em detrimento do manual escolar, tornando-se o aluno cognitivamente passivo (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002). Os trabalhos experimentais são ocasionais, meramente ilustrativos e demonstrativos. Embora o professor possa recorrer ao *feedback*, este não é utilizado como meio de detecção de dificuldades encontradas pelos alunos, sendo o trabalho desenvolvido, por estes, individual (Cachapuz *et al.*, 2002).

A comunicação, baseada no currículo e no manual escolar, é geralmente efectuada num sentido único, do professor para o aluno. É de realçar que esta comunicação unilateral é realizada sem ter em conta as diferenças dos alunos, quer estas sejam individuais, sociais

e/ou pessoais. As exposições orais do discurso didático, quando envolvem questões, estas são essencialmente de um nível cognitivo reduzido (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

Segundo Cachapuz *et al.*, (2002, p. 146), “(...) esta perspectiva de ensino é (...) ainda dominante, nomeadamente quando nos aproximamos dos níveis mais elevados do sistema de ensino”.

1.1.2. Ensino por descoberta

Por volta de 1970, desenvolveu-se a perspectiva EPD segundo a qual os alunos, por conta própria e com base em observações de trabalhos experimentais, aprendem construindo activamente o seu conhecimento. Nesta perspectiva, embora guiado pelo professor, o aluno observa factos e vai construindo progressivamente os conceitos, criando a ilusão de que o método científico é universal e espontâneo (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002; Santos & Praia, 1991, citados em Cachapuz *et al.*, 2002).

Através do positivismo e do método científico, o professor destaca essencialmente a análise da estrutura dos conceitos a adquirir, realçando pouco o contexto de aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

Esta perspectiva apresenta aspectos que conferem aos alunos uma ilusão de serem potenciais “investigadores”. Segundo esta perspectiva, pode-se salientar que o trabalho científico aparece como sendo: 1) um caminho em que a verdade é atingida mecanicamente, de forma invariável, e cujo trajecto dos factos para as ideias é atingido linearmente; 2) o método científico é atingido seguindo as instruções do professor e 3) uma mera imitação da metodologia da investigação científica (Santos & Praia, 1991, citados em Cachapuz *et al.*, 2002).

Ao desenvolver as suas estratégias, o professor define um único caminho possível para a descoberta pelos alunos que chegam todos aos mesmos resultados. Contudo, o erro e a conflitualidade cognitiva não são valorizados, podendo dizer-se que são excluídos no processo de aprendizagem dos alunos (Cachapuz *et al.*, 2002).

Este modelo pedagógico tem permanecido até hoje, sobretudo no Ensino Básico devido a cinco factores associados entre si: 1) o EPD é uma perspectiva de ensino que aparece como sendo mais simples, pelo facto de se aproximar da essência da Ciência, bem como da sua representação multifacetada; 2) esta perspectiva de ensino centra-se no aluno, onde funciona um modelo científico empirista e indutivista; 3) a experiência de aprendizagem e de formação contínua do professor fazem com que este tenha umas representações e concepções quanto à natureza da Ciência, empirista e indutivista; 4) a existência de um

método científico, que orienta as investigações do aluno, e de uma estratégia de excelência - o trabalho experimental e 5) a simplificação da aprendizagem que não necessita de um grande esforço, sustentada pela crença na objectividade e neutralidade dos factos (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

O trabalho experimental no EPD aparece como sendo uma estratégia de excelência pelo facto dos alunos, ao aplicar um método científico exercitarem as suas capacidades processuais, melhorando, assim, a sua capacidade de aprender e pensar. No entanto, ao seguir esta perspectiva, a problematização aparece como inexistente, enquanto são valorizados, essencialmente os resultados esperados. Ao considerar a estrutura do V de Gowin (1981), pode-se afirmar que o EPD corresponde a componente da metodologia, ignorando o tratamento dos dados que fundamentam e questionam os resultados (Cachapuz *et al.*, 2002).

A avaliação deste modelo pedagógico, bem como dos seus fundamentos epistemológicos, no final dos anos 1970, em conjunto com a tentativa de introdução de outros quadros teóricos de referência, levaram à aceitação de outro modelo de ensino (Cachapuz *et al.*, 2002).

1.1.3. Ensino para a mudança conceptual

A perspectiva EMC apresenta raízes epistemológicas racionalistas e construtivistas. O EMC valoriza as concepções alternativas dos alunos relativas a conceitos científicos (Cachapuz *et al.*, 2002).

O aluno já não é visto como um sujeito pré-constituído, mas como um sujeito que através de uma auto-regulação e auto-transformação dos seus conceitos, se constitui. Através de uma troca conceptual dos seus conhecimentos por conhecimentos científicos, o aluno desenvolve novas atitudes, relativamente aos seus próprios conceitos. A transformação progressiva da informação em conhecimentos científicos permite-lhe desenvolver competências que o ajudam a pensar melhor (Cachapuz *et al.*, 2002).

O papel principal do professor, como organizador de estratégias intencionais, é muitas vezes o de provocar um conflito cognitivo nos alunos, ao estimular a problematização e a interrogação dos seus saberes. Ao sugerir e referir propostas alternativas às dos alunos, o professor provoca-lhes dúvidas, estimula a interacção e cooperação entre eles e obriga-os a “aprender a pensar”. Esta nova função leva o professor a ter que aprofundar os seus conhecimentos, bem como a linguagem utilizada pelos alunos, de modo a corrigir e erradicar o erro. Ao acompanhar esta mudança a partir do conhecimento prévio, é

necessário ajudar o aluno nas suas dificuldades pessoais, motivá-lo a esforçar-se na procura de uma mudança dos seus conhecimentos, mas sobretudo, que ele reconheça os novos conhecimentos científicos como os mais plausíveis (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

O erro aparece, no EMC, como necessário e constitutivo da situação didáctica, permitindo ao aluno avançar, mesmo correndo o risco de errar. Neste contexto, o professor deverá ter em conta as possíveis dificuldades de aprendizagem dos alunos, a partir das chamadas concepções alternativas (CA). Pelo diagnóstico prévio das CA dos alunos, o professor encontrar-se-á na possibilidade de adequar as suas estratégias de ensino, de modo a contribuir para a mudança conceptual. Para auxiliar o professor, este tem à sua disposição recursos como: 1) o mapa de conceitos que permite avaliar o progresso do conhecimento conceptual do aluno; 2) a exploração de elementos da História das Ciências e 3) o trabalho experimental (TE) que pode permitir a diminuição das dificuldades de aprendizagem através das questões e da discussão existentes entre os alunos (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

O modelo alostérico de Giordan & Vecchi (1987) é um dos modelos que permite explicar de que modo o professor pode desencadear estratégias de Mudança Conceptual (MC). Segundo este modelo, a MC vai sucessivamente: 1) induzir um desequilíbrio conceptual no aluno; 2) levar o aluno a interrogar-se e a explicitar o seu pensamento; 3) contribuir para a confrontação de ideias e opiniões; e 4) recorrer a esquemas, gráficos e sínteses, permitindo, deste modo, ao aluno reflectir e reconstruir o seu pensamento (Cachapuz *et al.*, 2002).

No contexto do modelo alostérico, o conhecimento do aluno é construído por ele próprio e é ele que gere a sua aprendizagem, sendo as concepções as ferramentas da actividade mental. Quem se encontra no centro da aprendizagem é o próprio aluno que, ao confrontar o sistema conceptual com o novo conhecimento, vai originar novos conceitos mais eficientes e adequados às suas interrogações. Este modelo tem a sua relevância pelo facto de permitir prever obstáculos que podem surgir, no decorrer da aprendizagem, e que se devem essencialmente à falta de elementos necessários a uma boa compreensão por parte do aluno (Cachapuz *et al.*, 2002).

O campo conceptual vai sofrer alterações que incluem várias etapas: 1) o conhecimento familiar tem que ser constantemente posto em causa; 2) apenas ao ser confrontado com novos argumentos, o aluno poderá alterar a(s) concepção(ões) inicial(is); 3) a concepção do aluno será alterada apenas se este possuir um quadro de referência e de organização que lhe permita reconstruir o seu conhecimento; e 4) o novo conhecimento em elaboração deve

ser diferenciado gradualmente e novamente aplicado (Giordan, 1987, citado em Cachapuz *et al.*, 2002).

A aprendizagem a realizar pelo aluno é um processo complexo que encerra conflitos de modo a ultrapassar as contradições que lhe vão surgindo. É uma estratégia que tende a sobrevalorizar os conceitos e domínios metodológicos para lidar exclusivamente com novos conceitos. Embora o EMC constitua um avanço significativo na conceptualização do ensino das Ciências, relativamente ao EPT e EPD, esta perspectiva apresenta duas grandes fraquezas: 1) razões de ordem interna que levam a uma desvalorização das finalidades educacionais culturais; e 2) razões de ordem externa, pelo facto da formação inicial e contínua dos professores não ter acompanhado as alterações ligadas à perspectiva de EMC (Cachapuz *et al.*, 2000b, 2002).

1.1.4. Ensino por pesquisa

Ao fim de cerca de quinze anos de uma intensa investigação didáctica sobre o EMC, foi proposta a perspectiva EPP. Esta perspectiva de ensino baseia-se numa mudança de atitudes, dos processos metodológicos e organizativos de trabalho. Com a ajuda do professor, da discussão dos alunos nasce uma informação de conteúdo inter e transdisciplinar. A discussão dos problemas na sala de aula envolve cognitivamente e afectivamente os alunos que, através de uma pesquisa dita de partilha, vão caminhando para soluções provisórias culturalmente e educacionalmente relevantes (Cachapuz *et al.*, 2002).

Segundo a perspectiva de EPP, para que ocorram saltos qualitativos na aprendizagem, é necessário não esquecer os aspectos seguintes: 1) a introdução da inter e transdisciplinaridade; 2) a abordagem de situações-problema do dia-a-dia; 3) a importância a nível das estratégias de trabalho e do pluralismo metodológico; e 4) a importância central da avaliação educativa.

A introdução da inter e transdisciplinaridade visa que o mundo possa ser entendido na sua globalidade e complexidade. Nesta perspectiva de pós-mudança conceptual, os conteúdos são necessários para formular e dar resposta a problemas (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

A abordagem de situações-problema do dia-a-dia permite uma reflexão dos processos da ciência e da tecnologia e suas inter-relações com a sociedade e o ambiente. Através deste método o aluno desenvolve atitudes e valores bem como a tomada de decisões informada (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

A Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), que se enquadra nesta perspectiva, tem sido vista como uma via promissora, na qual se verifica uma maior motivação e preparação dos alunos, para responderem aos problemas científico-tecnológicos actuais. Assim, a aprendizagem pelo ensino CTSA aparece como sendo uma necessidade dos alunos em responder adequadamente a situações-problema. O EPP coloca os conteúdos ao serviço da educação em e para a Ciência e não unicamente com fins instrucionais. Além disso, o ensino CTSA envolve a inter e transdisciplinaridade para uma compreensão mais alargada dos problemas relevantes do quotidiano (Cachapuz *et al.*, 2002). Nesta perspectiva, para que o aluno possa responder a uma situação-problema, a aprendizagem dos conceitos e dos processos aparece, naturalmente, como necessária. Num percurso desta ordem, a construção do conhecimento desenvolve a criatividade e atitudes de interesse pela aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002). No ensino tradicional, as situações-problema apresentadas aos alunos são simplificações da realidade, sendo as variáveis isoladas para uma melhor compreensão (Millar, 1994, citado em Cachapuz *et al.*, 2002). Num ensino dito de contexto, como é o caso do EPP, a finalidade de todo o processo de aprendizagem é a de que o aluno tenha uma visão mais global e sobretudo transdisciplinar do problema. Para que o EPP não seja redutor, não pode ser confinado exclusivamente à sala de aula e/ou escola (Cachapuz *et al.*, 2002).

Com intuito de confrontar os alunos com as várias implicações da Ciência, o professor deve recorrer a materiais didácticos seleccionados adequadamente, de modo a permitir o desenvolvimento de discussões e potenciar questões filosóficas, existenciais, éticas, entre outras. O papel do professor é o de auxiliar o aluno a transformar a informação em conhecimento e, para isso, é necessário que promova e incentive a criação de situações-problema que introduzam a reflexão participada e a tomada de posição (Cachapuz *et al.*, 2002; Praia *et al.*, 2002).

A nível das estratégias de trabalho, o pluralismo metodológico é importante, sendo o trabalho experimental (TE) a estratégia de trabalho mais utilizada. O TE tem como finalidade o desenvolvimento de actividades abertas em que os resultados, obtidos experimentalmente, constituem a base para uma possível discussão, juntamente com outras fontes (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002). O papel do professor deve ser o de orientador da pesquisa, ajudando os alunos, através da formulação de questões para a reflexão, e tendo em conta as suas dificuldades, motivações, desempenhos e pontos de vista (Cachapuz *et al.*, 2002). Segundo Cachapuz *et al.*, (2002, p. 180), “trata-se assim de desenvolver processos metodológicos mais abertos, mais diferenciados, que articulem e comprometam

as componentes epistemológicas, de sentido externalista, e didáctica”. O importante é ajudar o aluno na compreensão dos percursos da construção do conhecimento científico, para que ele possa, ao ser colocado numa situação de cidadão activo, desempenhar funções e partilhar responsabilidades com os seus pares (Cachapuz *et al.*, 2002).

Na perspectiva do EPP, a avaliação educativa assume uma importância central. A avaliação da aprendizagem do aluno é formadora, individual, reguladora e orientadora, permitindo uma orientação das metodologias de trabalho e sendo um mecanismo constante de alerta que, pela recolha de informações, conduza a uma reformulação e a respostas mais pertinentes e apropriadas (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

O professor, ao realizar paragens sistemáticas para fazer o balanço das aprendizagens, detecta as dificuldades e os progressos dos alunos que são essenciais para o êxito da avaliação. Pela participação de todos os intervenientes, capazes de esclarecerem as suas dúvidas, a avaliação pode tornar-se integradora de novas atitudes. Deste modo, o *feedback*, processo imprescindível na informação e na formação de atitudes, é fundamental entre alunos e entre professor-alunos, para uma aprendizagem clara e para superar as dificuldades (Cachapuz *et al.*, 2002).

Os três momentos da perspectiva do EPP (figura 1) não se organizam de acordo com uma sequência estrita, mas articulam-se em ciclos de ensino e aprendizagem de modo a permitirem ao professor a possibilidade de retorno.

1) A problematização é constituída por três pólos que interagem reciprocamente: i) o pólo do currículo intencional que representa os saberes de uma disciplina para um dado nível de ensino e que compreende os conhecimentos, as capacidades, as atitudes e os valores; ii) o pólo dos saberes que os alunos já têm (académicos, pessoais e sociais) que vão estar na origem da diversificação da formulação de um problema; e iii) o pólo das situações problemáticas relacionadas com o ensino CTSA (Cachapuz *et al.*, 2002). Verifica-se a existência de tensões triangulares entre os três pólos que traduzem uma concepção sistémica das interações: i) o esforço educativo a realizar sob orientação do professor, com a finalidade de promover o desenvolvimento dos alunos, tendo em conta uma Educação em Ciência actual (vertente currículo intencional ↔ saberes dos alunos); ii) a proposta do professor e/ou alunos para o desenvolvimento de uma situação-problema, para uma unidade didáctica (vertente currículo intencional ↔ situações problemáticas no âmbito do ensino CTSA); e iii) após verificar os conhecimentos, capacidades, atitudes e valores dos alunos, o professor deverá dar prioridade a um determinado trabalho (relação entre as vertentes saberes dos alunos ↔ situações problemáticas no âmbito do ensino

CTSA) (Cachapuz *et al.*, 2002). Do relacionamento existente entre os três pólos e da interacção entre o professor e os alunos, irão destacar-se algumas questões-problema que servirão posteriormente para os processos de ensino e aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

2) As metodologias de trabalho apresentam vários percursos possíveis para dar resposta ou respostas às questões-problema previamente colocadas. Em função dos objectivos do seu ensino, dos alunos constituintes da turma, da natureza das unidades didácticas e através de diversas actividades e recursos (simbolizados por linhas “diacrónicas” que oscilam quando se aproximam quer do professor, quer do aluno) o professor tem sempre a decisão final sobre a alternativa a seguir (Cachapuz *et al.*, 2002). O papel do professor é propor actividades e recursos variados, organizar o ambiente e os processos de trabalho e analisar o que vai sendo realizado para melhorar o desenvolvimento do raciocínio dos alunos. Seja qual for a actividade ou recurso proposto pelo professor, a linguagem utilizada, as questões colocadas, a utilização de analogias e metáforas, o ambiente que propicia, entre outros, deve ajudar os alunos na estruturação do seu pensamento e no alcance de confiança nas suas capacidades de aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

3) A componente da avaliação da aprendizagem e do ensino procura verificar se para determinadas questões-problema foram ou não encontradas respostas. Esta avaliação final culmina todo um percurso que envolveu as avaliações diagnóstica, formativa e sumativa (Nunziatti, 1990, citado em Cachapuz *et al.*, 2002). Ao serem avaliados os conhecimentos, capacidades, atitudes e valores, ou o modo como decorreu o ensino e a aprendizagem, a avaliação tem que ter como referência os objectivos educacionais que foram previamente definidos (Cachapuz *et al.*, 2002).

Os três momentos referidos, por se articularem em ciclos, não seguem um trajecto linear (figura 1). O professor, ao dar-se conta que subsistem dificuldades, pode e deve voltar a momentos anteriores (Cachapuz *et al.*, 2002). A aprendizagem em ciências deve ser, para além de uma mera aprendizagem de conhecimentos ou de processos, a garantia de que se tornam úteis, no sentido de contribuírem para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens (Cachapuz *et al.*, 1994).

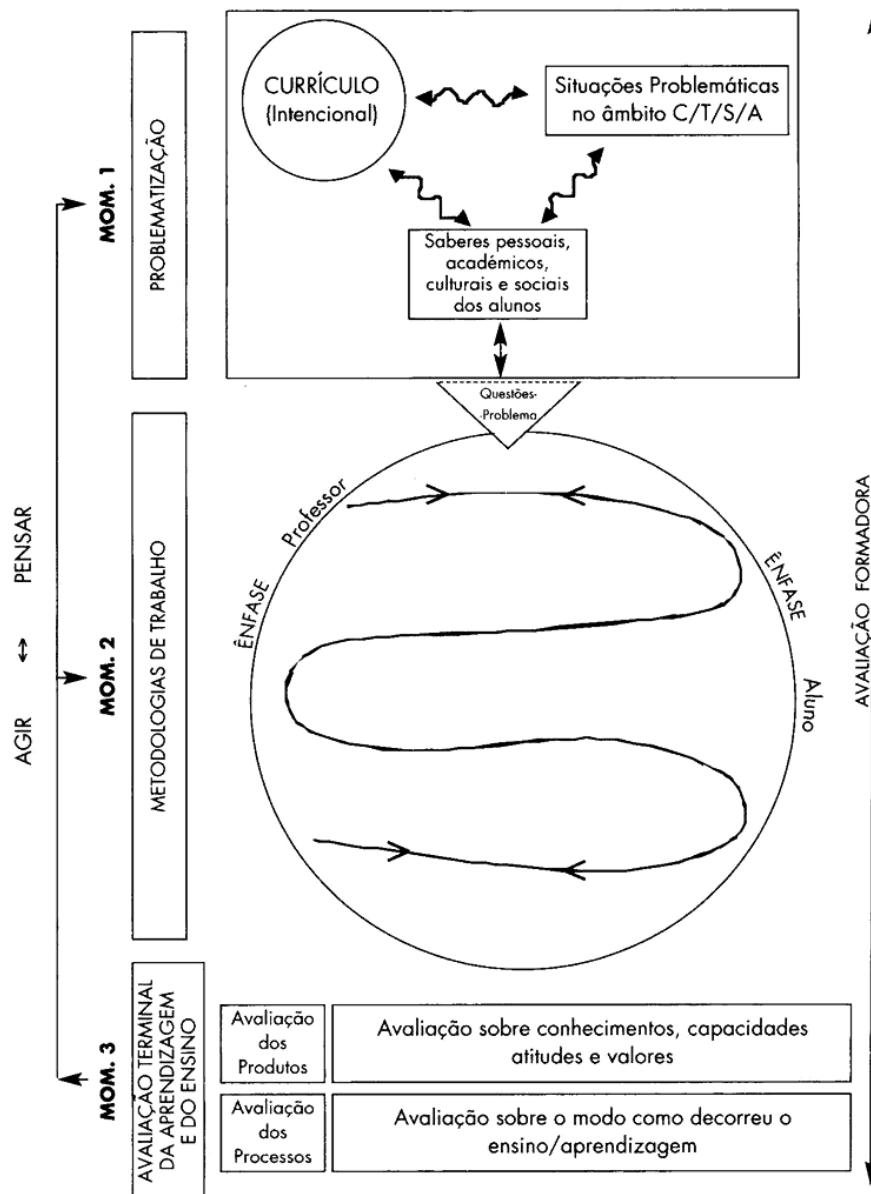


Fig. 1 - Esquema do ensino por pesquisa (Cachapuz *et al.*, 2000a, 2002).

1.2. Biologia - Reprodução

No reino animal podem existir dois tipos de reprodução: 1) reprodução assexuada que consiste na formação de novos indivíduos, por processos de divisão celular ou mitoses, em que os seus descendentes apresentam uma hereditariedade uniparental; 2) a reprodução sexuada, em que os organismos produzem células sexuais (gâmetas femininos e masculinos) haplóides, através de um processo de meiose, dando origem a uma célula diplóide, o zigoto, através do processo de fecundação (fusão das células sexuais haplóides), os descendentes apresentam uma hereditariedade biparental (Robertis & Robertis, 1996; Campbell *et al.*, 2008).

1.2.1. Reprodução assexuada

A reprodução assexuada, também designada por reprodução vegetativa activa ou reprodução clonal, baseia-se no processo de divisão mitótica dos núcleos (Sadava *et al.*, 2011), sendo os descendentes geneticamente idênticos ao progenitor. No entanto, nestes indivíduos podem ocorrer, ocasionalmente, alterações do DNA ou mutações (Campbell *et al.*, 2008).

Os invertebrados utilizam estratégias diversificadas de reprodução assexuada (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008). A bipartição consiste na separação de um organismo em dois com um tamanho semelhante como, por exemplo, na anémone-do-mar *Anthopleura elegantissima*. Na gemiparidade, processo comum entre os invertebrados, os novos indivíduos formam-se a partir de gomos resultantes da divisão celular do corpo dos progenitores, como é o caso da hidra e de alguns corais. Nos corais, os indivíduos, originados por gemiparidade, permanecem ligados formando colónias com mais de mil indivíduos. Noutras estratégias de reprodução assexuada, alguns invertebrados, como algumas esponjas, formam gémulas, grupos de células especializadas, que vão dar origem a novos indivíduos. Existe também um processo de reprodução assexuada que envolve duas etapas: a fragmentação do corpo em várias partes e a sua regeneração. Por exemplo, nas estrelas-do-mar do género *Linckia*, um braço isolado do corpo pode regenerar um organismo completo. Algumas esponjas e cnidários também se reproduzem por fragmentação e regeneração. A partenogénese é também considerada uma forma de reprodução assexuada em que o gâmeta feminino se desenvolve sem ser fertilizado. A descendência pode ser haplóide ou diplóide. No caso de ser haplóide, os adultos produzem gâmetas femininos ou masculinos sem ter ocorrido meiose. Este tipo de reprodução ocorre, com frequência, nalgumas espécies de insectos, como as abelhas, vespas e formigas. No caso das abelhas-do-mel, o zangão é originado por partenogénese e é haplóide e fértil, enquanto as fêmeas, obreiras estéreis ou as rainhas férteis, são diplóides que se desenvolveram a partir de ovos fertilizados. A partenogénese ocorre igualmente noutros invertebrados, principalmente nalgumas espécies de nemátodes, rotíferos e gastrópodes e, mais raramente, em vertebrados. Como exemplo, podemos citar o dragão de Komodo e uma espécie de tubarão martelo.

1.2.2. Reprodução sexuada

A maioria das espécies eucarióticas reproduz-se sexualmente, o que favorece o sucesso reprodutivo e a sobrevivência das espécies. A vantagem deste tipo de reprodução está

relacionada com as combinações dos genes parentais que ocorrem durante a recombinação meiótica e a fertilização. Ao produzir descendentes com fenótipos variados, a reprodução sexuada aumenta o sucesso reprodutivo dos progenitores quando determinados factores ambientais se alteram rapidamente. A reprodução assexuada será mais vantajosa em ambientes estáveis porque perpetua os genótipos que forem bem sucedidos.

1.2.2.1. Fecundação

A fecundação consiste na união de um espermatozóide (gâmeta masculino) e de um óvulo (gâmeta feminino), podendo ser interna ou externa.

A fecundação externa, geralmente, requer um habitat húmido, para evitar a desidratação dos gâmetas e permitir que os masculinos possam nadar. Muitos invertebrados aquáticos libertam os seus gâmetas no meio e a fecundação ocorre na ausência dos progenitores. No entanto, a altura da libertação dos gâmetas é crucial para assegurar que haja fecundação (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

Nalgumas espécies com fecundação externa, os indivíduos que vivem em grupos, numa mesma área, libertam os gâmetas na água ao mesmo tempo (desova). Nalguns casos, o sinal químico, gerado por um indivíduo quando liberta os gâmetas, faz com que os indivíduos à sua volta também os libertem. Noutros casos, são os factores ambientais, como a temperatura ou o fotoperíodo, que estimulam a libertação dos gâmetas ao mesmo tempo (Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011). Quando a fecundação externa não é sincronizada, os indivíduos podem ter comportamentos específicos para que haja fecundação, o que permite a selecção dos parceiros. Além disso, a libertação simultânea dos gâmetas aumenta a probabilidade do sucesso da fecundação (Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

A fecundação interna é uma adaptação que permite a união dos gâmetas masculinos e femininos. Requer comportamentos de cooperação que levam à copulação bem como ao desenvolvimento de sistemas reprodutores sofisticados e compatíveis. Na copulação, os machos libertam os gâmetas masculinos e as fêmeas têm, muitas vezes, estruturas para armazenar e encaminhar os gâmetas masculinos para os gâmetas femininos (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

De um modo geral, todas as espécies produzem mais descendentes do que os que conseguem sobreviver e reproduzir-se. Nas espécies com fecundação externa, a produção de gâmetas é grande, mas o número de zigotos que sobrevive é geralmente menor. Nas espécies com fecundação interna, a produção de zigotos é muito pequena e está associada

com a variedade de mecanismos que existe para proteger o embrião e os cuidados que os progenitores têm com os descendentes (Campbell *et al.*, 2008).

1.2.2.2. Meiose

A meiose é um processo constituído por duas divisões celulares sucessivas e complementares – meiose I e meiose II, que ocorre nas células germinais e contribui para a diversidade dos seres vivos. É responsável pela estabilidade e continuidade do cariótipo de cada espécie ao longo das gerações.

A meiose faz parte do ciclo celular meiótico e é precedida pela interfase pré-meiótica, a fim de garantir o crescimento da célula germinal e a replicação semi-conservativa do DNA. A primeira divisão ou meiose I é reducional ou heterotípica, dá origem a duas células haploides, que são geneticamente diferentes da célula-mãe, enquanto a segunda divisão da meiose ou meiose II é equacional ou homotípica e consiste na separação dos cromátídeos-irmãos das células haploides. Cada divisão meiótica compreende quatro fases (Tabelas 1 e 2). Embora nem sempre presente, na maioria das espécies, a intercinese aparece como um estado transitório entre as duas divisões meióticas (Teixeira & Carneiro, 2005; Sadava *et al.*, 2011).

Tabela 1 - Meiose I. As microfotografias apresentam a meiose no órgão reprodutor masculino na flor de coroa-de-rei; os esquemas representam as fases correspondentes em animais (adaptado de Teixeira & Carneiro, 2005; Sadava *et al.*, 2011).


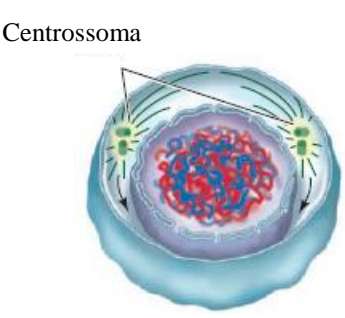

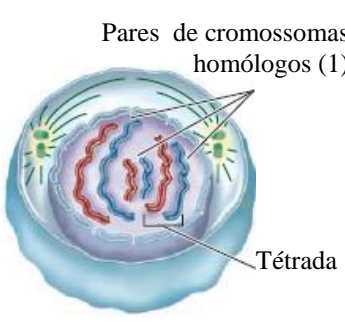
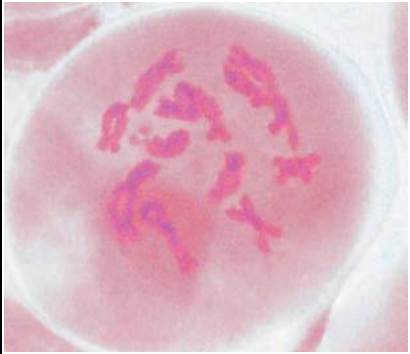
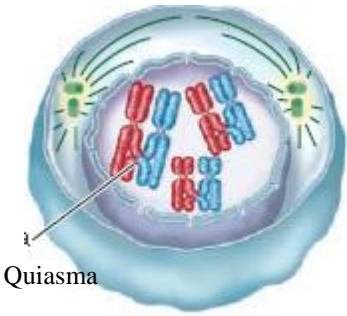
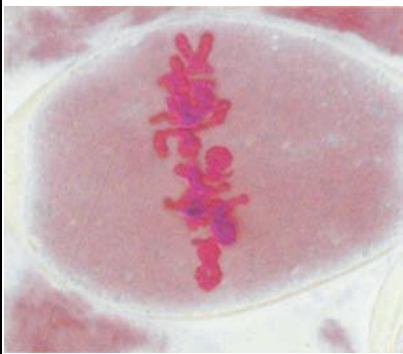
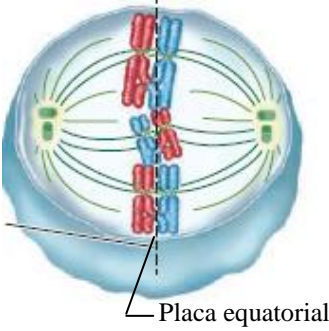

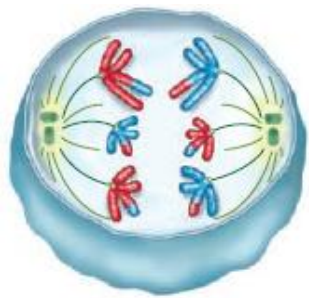
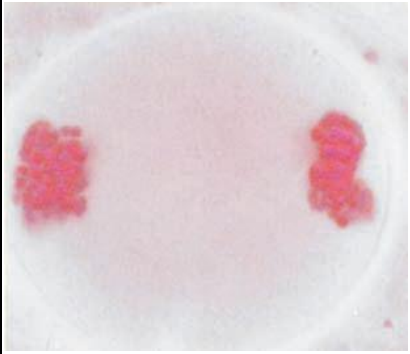
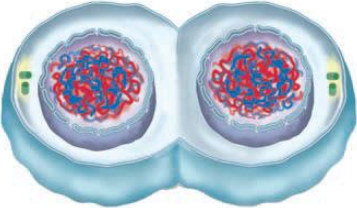
Fase	Microfotografia	Esquema	Características
Profase I (início)		 Centrossoma	Condensação da cromatina.
Profase I (meio)		 Pares de cromossomas homólogos (1) Tétrada	Emparelhamento dos cromossomas homólogos (sinapse).

Tabela 1 - Meiose I. As microfotografias apresentam a meiose no órgão reprodutor masculino na flor de coroa-de-rei; os esquemas representam as fases correspondentes em animais (adaptado de Teixeira & Carneiro, 2005; Sadava *et al.*, 2011) (continuação).

Fase	Microfotografia	Esquema	Características
Profase I (fim)			Os cromossomos continuam a espiralizar e a encurtar. Formação de quiasmas, ocorrendo <i>crossing-over</i> (troca de material genético entre cromátídeos não-irmãos). Dissociação do nucléolo e do invólucro nuclear.
Metáfase I			Diferenciação do fuso meiótico e alinhamento dos pares de cromossomos homólogos na placa equatorial ou metafásica I.
Anáfase I			Separação dos pares de cromossomos homólogos e migração para os polos do fuso meiótico.
Telofase I			Diferenciação de novo invólucro nuclear à volta de cada grupo haplóide de cromossomos filhos. Condensação da cromatina e diferenciação dos nucléolos. Formação de duas células haplóides.

1) azul – cromossomos de um dos progenitores; vermelho – cromossomos do outro progenitor.

Tabela 2 - Meiose II. As microfotografias apresentam a meiose no órgão reprodutor masculino na flor de coroa-de-rei; os esquemas representam as fases correspondentes em animais (adaptado de Teixeira & Carneiro, 2005; Sadava *et al.*, 2011).

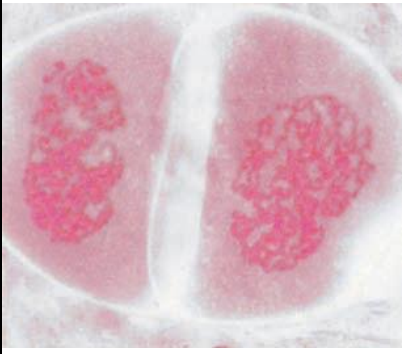
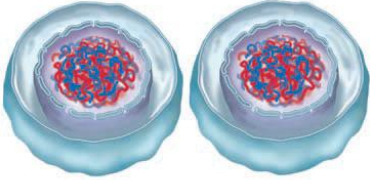
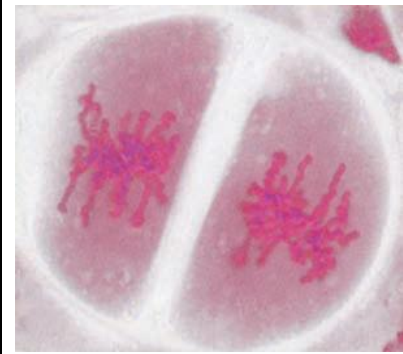
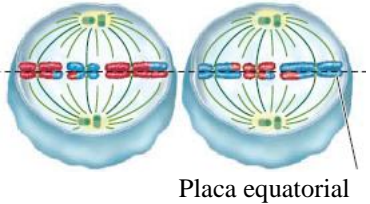
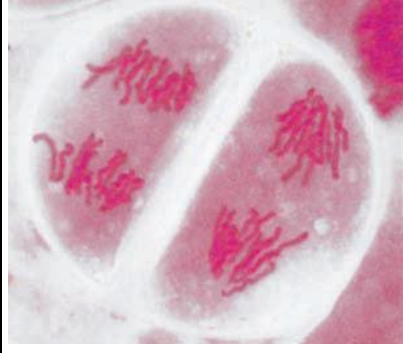
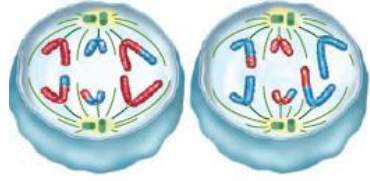
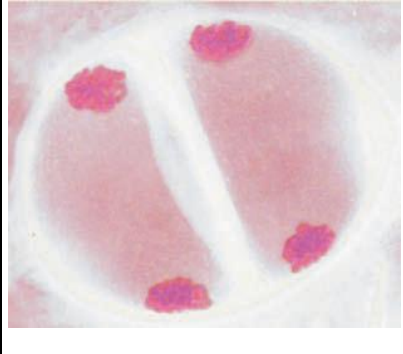
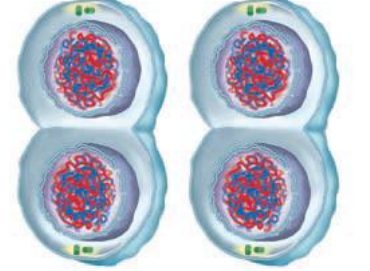
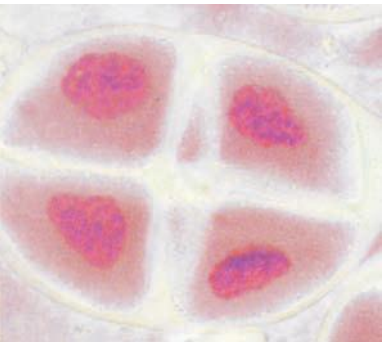
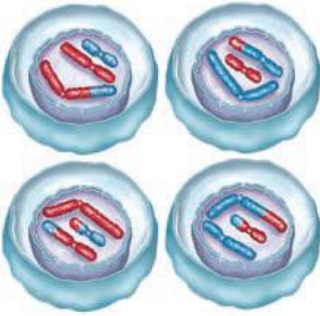
Fase	Microfotografia	Esquema	Características
Profase II			Condensação progressiva da cromatina em cromossomas, designados univalentes. Cada cromossoma é constituído por dois cromatídeos unidos pelo centrómero.
Metafase II		 Placa equatorial	Diferenciação do fuso meiótico. Deslocação dos univalentes para o fuso meiótico bipolar. Alinhamento dos cromossomas na placa equatorial.
Anafase II			Migração dos cromatídeos-irmãos para os polos opostos do fuso meiótico.
Telofase II e citocinese			Diferenciação de novos invólucros nucleares à volta dos cromossomas filhos. Divisão do citoplasma por citodiérese ou citocinese iniciada no final da anafase II.

Tabela 2 - Meiose II. As microfotografias apresentam a meiose no órgão reprodutor masculino na flor de coroa-de-rei; os esquemas representam as fases correspondentes em animais (adaptado de Teixeira & Carneiro, 2005; Sadava *et al.*, 2011) (continuação).

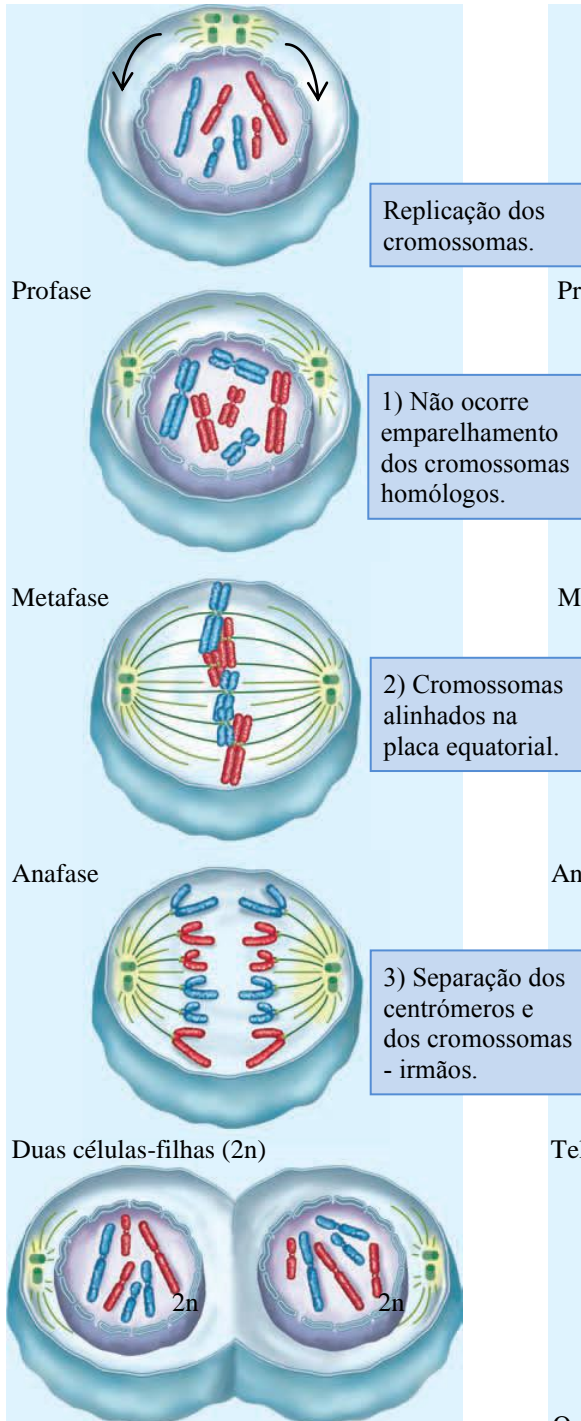
Fase	Microfotografia	Esquema	Características
Telofase II e citocinese			<p>Formação de quatro células com um número haplóide de cromossomas.</p> <p>Nas células vegetais, a expansão da placa celular para a superfície, perpendicularmente ao fuso, e sua fusão com a membrana celular da célula-mãe, leva à divisão desta em células-filhas.</p> <p>Nas células animais, a separação das células-filhas é mediada por um anel contrátil constituído por filamentos de actina e miosina. À medida que se dá a contracção na célula-mãe, forma-se um sulco de divisão ou constrição até que ocorre a clivagem das células-filhas haplóides.</p>

1) azul – cromossomas de um dos progenitores; vermelho – cromossomas do outro progenitor.

As diferenças principais entre meiose e mitose estão caracterizadas na figura 2.

MITOSE

Célula somática (2n)



Profase

Metáfase

Anáfase

Duas células-filhas (2n)

Por cada divisão celular, resultam duas células somáticas diplóides geneticamente idênticas à célula parental.

Replicação dos cromossomas.

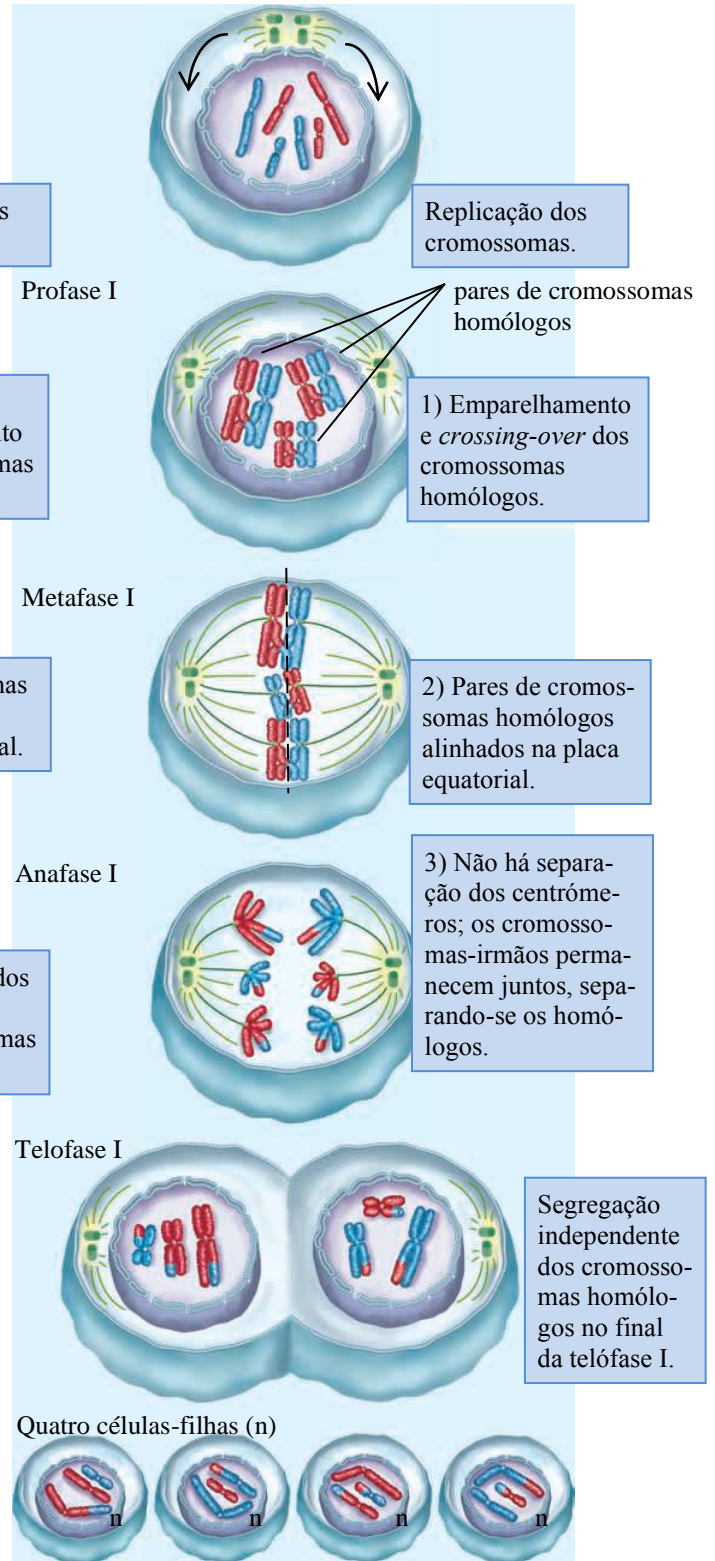
1) Não ocorre emparelhamento dos cromossomas homólogos.

2) Cromossomas alinhados na placa equatorial.

3) Separação dos centrómeros e dos cromossomas - irmãos.

MEIOSE

Célula germinal (2n)



Profase I

Metáfase I

Anáfase I

Telófase I

Quatro células-filhas (n)

A meiose II dá origem a tétradas cromossômicas haplóides e geneticamente distintas, contribuindo, deste modo, para a diversidade genética das espécies.

Replicação dos cromossomas.

1) Emparelhamento e *crossing-over* dos cromossomas homólogos.

2) Pares de cromossomas homólogos alinhados na placa equatorial.

3) Não há separação dos centrómeros; os cromossomas-irmãos permanecem juntos, separando-se os homólogos.

Segregação independente dos cromossomas homólogos no final da telófase I.

Fig. 2 – Comparação entre mitose e meiose em células diplóides (adaptado de Sadava *et al.*, 2011).

1.2.2.3. Ciclos e padrões reprodutivos

A maioria dos animais tem ciclos de actividade reprodutiva que estão, muitas vezes, relacionados com as estações do ano. Estes ciclos são controlados por hormonas que, por sua vez, são reguladas por factores ambientais. Alguns animais podem reproduzir-se por reprodução sexuada ou por reprodução assexuada, ou pelos dois processos alternadamente. Por exemplo, nas pulgas de água (género *Daphnia*), as fêmeas podem produzir ovos de dois tipos. Uns necessitam de fertilização para se desenvolverem, enquanto outros se desenvolvem por partenogénese. Neste caso, a reprodução sexuada ocorre em períodos de stress ambiental e a reprodução assexuada quando as condições ambientais são favoráveis. Vários géneros de peixes, anfíbios e répteis reproduzem-se exclusivamente por uma forma complexa de partenogénese que envolve a duplicação dos cromossomas após a meiose, dando origem a descendentes diplóides (Campbell *et al.*, 2008).

Por exemplo, cerca de quinze espécies de lagartos cauda-de-chicote do género *Aspidoscelis* reproduzem-se exclusivamente por partenogénese. Nesta espécie, apesar de não existirem machos, os lagartos executam a corte e comportamentos de acasalamento típicos das espécies sexuadas do mesmo género. Na época de acasalamento, uma das fêmeas imita o macho e cada membro do casal vai alternando o seu papel, duas a três vezes, durante a estação. Este comportamento está relacionado com os níveis hormonais de estradiol e progesterona que os animais apresentam durante o ciclo reprodutivo. Assim, quando os níveis de estradiol são elevados, na altura da ovulação, o lagarto comporta-se como um indivíduo de sexo feminino, mudando o seu comportamento após a ovulação, devido aos níveis elevados de progesterona (figura 3) (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008).

A reprodução sexuada que envolve indivíduos do sexo oposto constitui um problema para os animais sedentários, como as cracas, bivalves e alguns parasitas. Uma solução evolutiva para resolver este problema é o hermafroditismo, em que cada indivíduo tem os dois sistemas reprodutores. O mesmo indivíduo produz gâmetas femininos e masculinos podendo, nalgumas espécies, haver auto-fertilização (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008).

Outra estratégia, consiste na reversão de sexo ou hermafroditismo sequencial, na qual o indivíduo tem a capacidade de alterar o seu sexo durante o ciclo de vida, como o bodião de cabeça azul, *Thalassoma bifasciatum*, um peixe dos recifes de corais. Estes peixes vivem em grupos constituídos por um macho e várias fêmeas. Quando o macho morre, a fêmea com maiores dimensões torna-se o macho (Solomon *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2008; Sadava *et al.*, 2011).

Algumas espécies de ostras podem ter um comportamento idêntico. Inicialmente, os indivíduos produzem gâmetas masculinos e quando atingem maiores dimensões tornam-se fêmeas, maximizando a produção de gâmetas e, conseqüentemente, um maior número de descendentes (Campbell *et al.*, 2008).

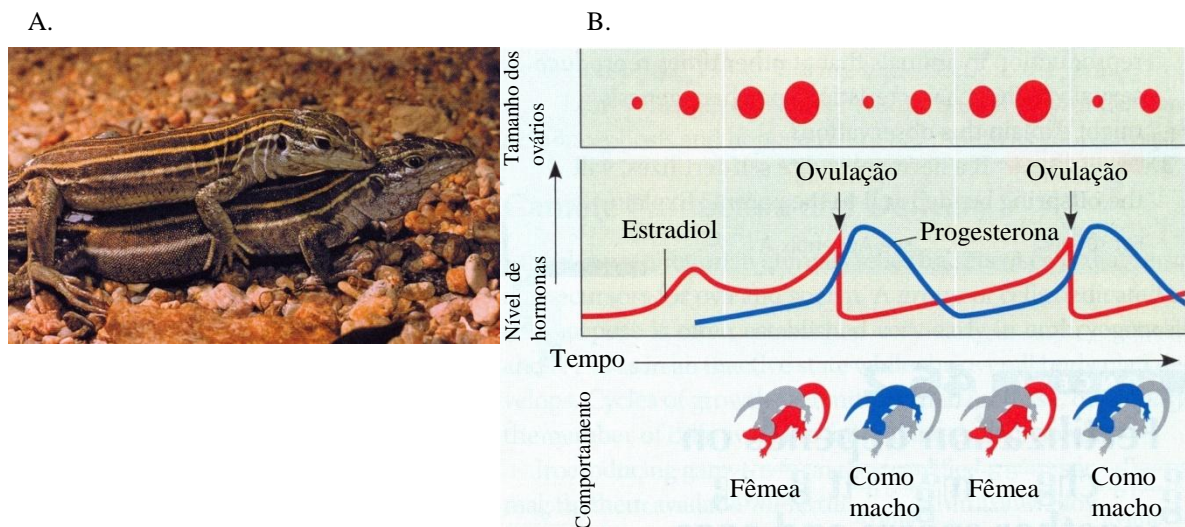


Fig. 3 - Comportamento do lagarto cauda-de-chicote, *Aspidoscelis uniparens*, na época reprodutiva. A. O indivíduo que se encontra na parte superior comporta-se como um macho; B. Relação do comportamento com o ciclo ovular e as hormonas sexuais (Campbell *et al.*, 2008).

1.3. Geologia - Rochas sedimentares

O aspecto geral das rochas deve-se à sua textura, mineralogia e composição química, características da sua origem. As rochas sedimentares apresentam componentes e estruturas que permitem entender os processos e as condições do seu ambiente de formação, levando à reconstituição da paleogeografia de ambientes antigos.

1.3.1. Etapas principais da formação das rochas sedimentares

O ciclo das rochas ou ciclo litológico descreve as inter-relações existentes entre os diferentes tipos de rochas: magmáticas ou ígneas, metamórficas e sedimentares (Press & Siever, 2001).

O processo de formação das rochas envolve uma transferência de material entre a litosfera, a hidrosfera e a atmosfera, através da energia interna da Terra e da energia solar. Neste processo, as rochas sedimentares são formadas a partir de componentes de rochas pré-existentes, ígneas, metamórficas ou sedimentares. Ao serem expostas à superfície, elas poderão sofrer desagregação, meteorização física e/ou química e, posteriormente, os

materiais resultantes podem sofrer transporte, depositar ou precipitar (figura 4) (Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).

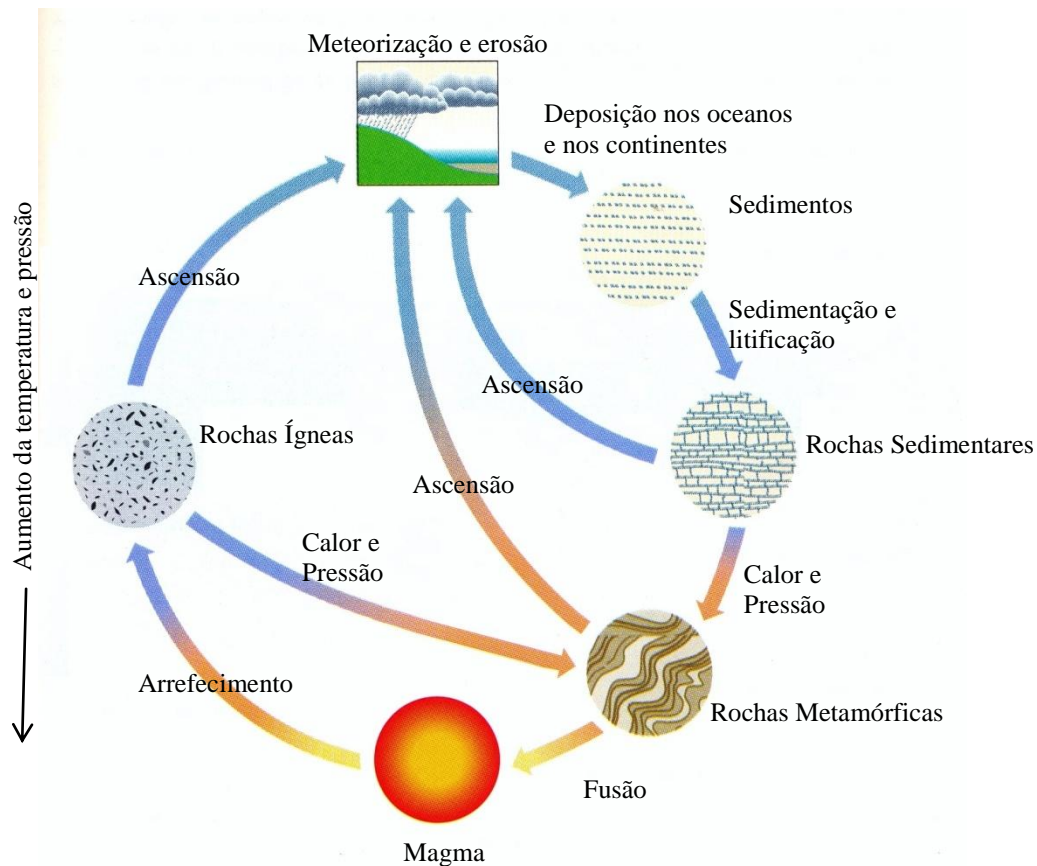


Fig. 4 - O ciclo das rochas (Press & Siever, 2001).

1.3.1.1. Factores de alteração das rochas

Todos os materiais expostos à superfície da Terra estão sujeitos a processos de alteração destrutivos ou meteorização. Assim, quer um edifício, quer um afloramento podem ser alterados fisicamente, quimicamente ou através da acção de agentes biológicos.

Os maciços possuem superfícies de anisotropia pelas quais tendem a abrir, formando-se fracturas mais ou menos profundas e extensas. Nas rochas sedimentares, como por exemplo nos arenitos e argilitos, os planos de estratificação constituem superfícies de anisotropia que podem facilitar a alteração. Conforme as fendas e fracturas vão abrindo, as rochas ficam expostas ao ataque físico, químico e biológico (Press & Siever, 2001).

Meteorização física ou mecânica

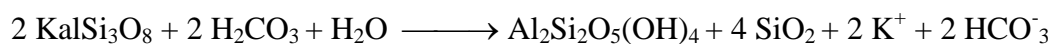
A meteorização física ou mecânica pode ser causada por vários processos: 1) alternância de períodos húmidos com períodos secos, a acção da água conduz à expansão e contracção da textura da rocha em que a escorrência da água e dos sedimentos transportados,

juntamente com a acção do vento, leva ao aparecimento de estruturas típicas, por exemplo, as chaminés-de-fada; 2) alteração da temperatura ou termoclastia, em que elevadas temperaturas levam à expansão da rocha e as baixas à contracção; 3) crioclastia, pela acção de períodos sucessivos de gelo-degelo, em que a expansão do gelo nos interstícios, poros, fendas e fracturas das rochas induz um aumento da pressão nestes locais, levando à desagregação da rocha; 4) crescimento de minerais ou haloclastia, através da precipitação e crescimento de sais dissolvidos, como é caso do carbonato de cálcio ou da halite; 5) actividade biológica de microorganismos e/ou de organismos de maior porte que colonizam o meio rochoso; 6) alívio de pressão das camadas suprajacentes que pode dar origem, pela sua expansão, a esfoliações, fracturas e diáclases (Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).

Meteorização química

A meteorização química deve-se a reacções induzidas nos minerais constituintes das rochas que podem ser dissolvidos ou combinar-se com a água, dióxido de carbono e oxigénio atmosférico (Press & Siever, 2001).

Os feldspatos são minerais muito frequentes em vários tipos de rochas como é o caso das sedimentares. É um dos vários silicatos que através de reacções químicas pode ser alterado em minerais de argila como por exemplo a caulinite. Na reacção de caulinizacção, a água é o composto essencial da reacção química.



Feldspato	Ácido carbónico	Água	Caulinite	Sílica	Ião potássio	Ião hidrogeno-carbonato
-----------	-----------------	------	-----------	--------	--------------	-------------------------

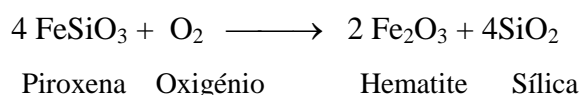
Antes da formação dos produtos finais, existe uma sucessão de etapas intermédias complexa em que se podem formar minerais estáveis. O feldspato sofre o processo de hidratação, ganhando água e vai perdendo vários compostos químicos através de reacções de hidrólise. A caulinite contém água na sua estrutura cristalina, sendo um silicato de alumínio hidratado (Prothero & Schwab, 1997; Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002). Esta reacção permite-nos inferir sobre os ganhos e as perdas resultantes da meteorização de componentes como os feldspatos. Por um lado, o potássio e a sílica, extraídos do feldspato, aparecem como material em solução e, por outro, através de uma reacção de hidratação, forma-se a caulinite. O ácido carbónico é um ácido natural presente na superfície da Terra, responsável pelo aumento da taxa de meteorização química. Este ácido fraco é formado pela acidificação das águas da chuva, pelo dióxido de carbono

atmosférico. Relativamente à reacção de caulinização podemos, dizer que: 1) os iões hidrogénio e bicarbonato formados levam a uma ligeira diminuição da acidificação da água; 2) a água acidificada dissolve os iões potássio e a sílica do feldspato, originando a caulinite; 3) a solução vai-se tornando cada vez menos ácida à medida que decorre a reacção; e 4) a sílica dissolvida, os iões potássio e bicarbonato são transportados com as águas da chuva, enquanto a caulinite torna-se parte integrante do solo ou é transportada como sedimento (Press & Siever, 2001).

Nas regiões húmidas, os calcários, constituídos por calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$), são das rochas que sofrem maior meteorização. Através da reacção de carbonatação, o ácido carbónico proveniente das águas acidificadas vai alterar e destruir os calcários, dando origem a produtos solúveis (iões de cálcio, de magnésio e de bicarbonato) que são posteriormente removidos em solução.

Estas reacções químicas provocam o alargamento das fissuras nas quais a água se infiltra e circula, podendo conduzir à formação de uma rede de galerias e de grutas subterrâneas.

Através da reacção de oxidação, o ferro libertado pela dissolução de minerais silicatados, ricos em ferro, como por exemplo a piroxena e a olivina, combina-se com o oxigénio atmosférico dando origem a óxidos de ferro (Prothero & Schwab, 1997; Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).



Na meteorização química, os processos principais são a dissolução, a hidratação/desidratação, a hidrólise e a oxidação/redução.

As alterações das rochas variam em função: 1) da sua constituição mineralógica, quanto à sua solubilidade, taxa de dissolução e estabilidade química; 2) do clima, com as alterações de temperatura, chuva e vento; 3) da presença ou ausência de sol; e 4) do tempo de exposição das rochas às condições atmosféricas, aumenta o seu desgaste, dissolução e fracturas. O clima vai influenciar os organismos, os microorganismos e a vegetação que têm um papel importante nas alterações químicas induzidas nas rochas. Elevadas temperaturas e chuvas abundantes aumentam a taxa de crescimento dos organismos e, como consequência, as alterações químicas. Não podemos esquecer que o solo é constituído por material inorgânico e orgânico, minerais, fragmentos rochosos, sais dissolvidos e microorganismos. Este pode ser considerado como um agente geológico acelerador da meteorização das rochas. Através do seu papel de retenção das águas da chuva, aumentam as taxas de crescimento da vegetação, das bactérias e outros organismos.

Estas formas de vida vão criar um ambiente ácido que, combinado com a humidade, promove alterações químicas que, por sua vez, vão alterar ou dissolver minerais pré-existentes. O sistema radicular das plantas, bem como as escavações dos organismos no solo, aumentam as alterações físicas. As alterações físicas e químicas levam à formação de mais solo (Press & Siever, 2001).

A meteorização e a erosão são o resultado das interações existentes entre a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera (figura 5).

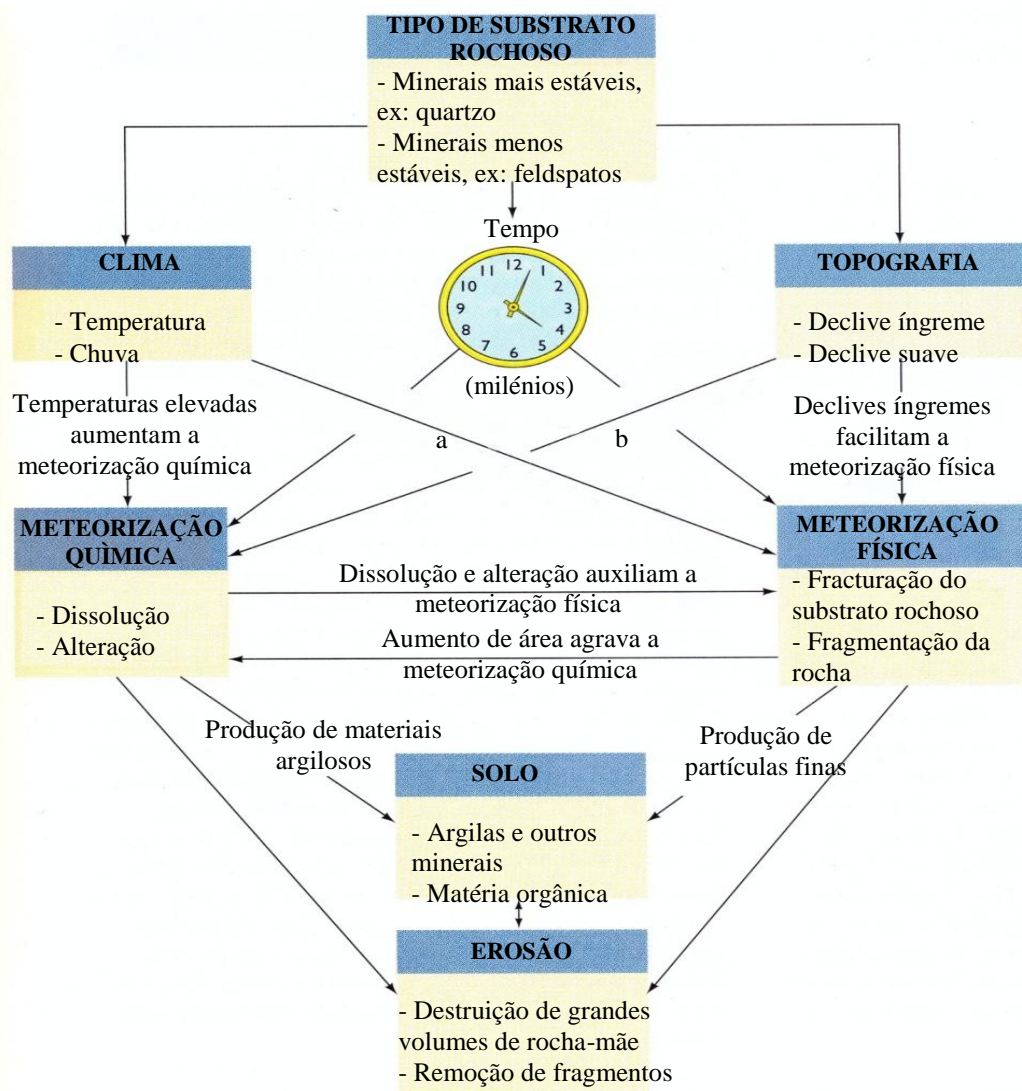


Fig. 5 - Interações entre os factores de alteração das rochas, o solo e a erosão (a) inclusão de gelo, expansão térmica e contracção; b) Declives suaves facilitam a meteorização química (adaptado de Press & Siever, 2001).

Transporte dos sedimentos.

Se alguns dos materiais resultantes da meteorização podem permanecer nos locais de origem, formando depósitos residuais, outros são transportados pela acção do vento, das águas, dos movimentos dos glaciares e da própria gravidade. Alguns são transportados em solução enquanto outros na forma de fragmentos de tamanho variável. Deste modo, os sedimentos podem ser classificados em: 1) clásticos, constituídos por fragmentos ou clastos de rochas e minerais, cujo tamanho varia desde o bloco à argila; 2) químicos e bioquímicos.

Ao longo do seu transporte, os sedimentos podem sofrer: 1) arredondamento das suas arestas e vértices, ficando a superfície mais lisa e curva; 2) calibragem que consiste no grau de mistura das partículas sedimentares de diferente granulometria. Pelo grau de arredondamento pode inferir-se sobre a duração do transporte e, pela calibragem, pode inferir-se sobre a velocidade da corrente.

Geralmente, os agentes de transporte levam os sedimentos seguindo o declive do terreno. No entanto, não podemos excluir o facto de as partículas muito finas e leves serem transportadas diariamente, através da acção do vento, para locais de maior altitude.

As correntes de água e de ar transportam partículas clásticas. Quanto maior for a corrente, maior será a velocidade de transporte e maior será o porte dos sedimentos deslocados. A deposição e sedimentação irão iniciar-se quando parar o transporte. Assim sendo, as partículas de maior tamanho tendem a depositar-se em primeiro lugar, em reposta à acção da gravidade. À medida que a corrente vai perdendo energia, vão-se depositando partículas cada vez mais pequenas, permanecendo em suspensão, as mais leves que irão ser depositadas em locais mais afastados da rocha-mãe.

Sedimentação e diagénese

A maioria dos fragmentos clásticos, transportados pelo vento, glaciares e rios, bem como a maioria dos componentes químicos e bioquímicos, sedimentam e precipitam no fundo dos oceanos, embora parte deles dêem origem a rochas em lagos e pântanos. Os sedimentos, armadilhados nos fundos oceânicos, serão enterrados e preservados por um longo período (Press & Siever, 2001).

Através dos processos de subsidência, várias camadas sedimentares vão-se acumulando e afundando progressivamente, quer pelo peso dos sedimentos suprajacentes que se vão acumulando, quer por mecanismos tectónicos. Aos locais de acumulação de depósitos sedimentares e de ocorrência de subsidência dá-se o nome de bacias de sedimentação. A

maior parte das rochas sedimentares encontram-se nestes locais e podem constituir grandes reservatórios de gás e petróleo (Press & Siever, 2001; Debelmas & Mascle, 2000, citados em Pereira, 2002).

Através dos processos diagenéticos, os sedimentos dão origem às rochas sedimentares. O afundamento dos sedimentos promove alterações físico-químicas, mais ou menos complexas, que se acentuam com o aumento da temperatura e da pressão.

A compactação é a alteração física mais importante que ocorre durante a diagénese. A aproximação dos sedimentos, provocada pela pressão exercida pelas camadas superiores, leva a uma diminuição do seu volume e da porosidade. A água que se encontrava entre os interstícios dos sedimentos não consolidados, com a pressão e o aumento da temperatura, é expulsa progressivamente, levando à perda de água. Muitas vezes, a compactação é acompanhada por alterações químicas incluídas no processo de cimentação. Os espaços vazios entre os sedimentos são preenchidos por materiais de neoformação, resultantes da precipitação de substâncias dissolvidas na água de circulação. Estes materiais constituem um cimento que liga os fragmentos, formando uma rocha consolidada. A cimentação diminui a porosidade da rocha e resulta na litificação (Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).

1.3.2. Rochas sedimentares

1.3.2.1. Propriedades dos minerais

Um mineral é um corpo sólido natural e inorgânico com uma estrutura interna cristalina, com composição química bem definida e podendo adoptar formas poliédricas. A caracterização e identificação de um mineral podem ser realizadas através do estudo das suas propriedades físicas e químicas (Press & Siever, 2001).

As propriedades físicas (cor, brilho, traço ou risca, dureza, clivagem, propriedades magnéticas e densidade) são facilmente determinadas em amostras de mão, sendo geralmente utilizadas para uma primeira identificação. Quando os minerais apresentam uma cor característica e praticamente constante entre as amostras, designam-se idiocromáticos e quando apresentam várias cores, designam-se de alochromáticos. O brilho é a intensidade da luz reflectida por uma fractura recente do mineral e pode ser metálico, sub-metálico e não-metálico. O traço ou risca é a cor do mineral quando reduzido a pó. A dureza é a resistência que um mineral oferece a ser riscado por outro mineral ou objecto alternativo. A escala de referência utilizada para medições de dureza é a escala de Mohs,

constituída por um conjunto de minerais de dureza conhecida, desde 1 a 10. Considera-se que um mineral apresenta clivagem quando ocorre ruptura segundo direcções planas, bem definidas e constantes. No entanto, quando ocorre a ruptura sem direcções bem definidas, apresentando irregularidades, designa-se fractura. As propriedades magnéticas são verificadas através da utilização de um íman ou de uma bússola. Os minerais atraídos pelo íman são designados de ferromagnéticos enquanto os outros são designados diamagnéticos e paramagnéticos. A densidade de um mineral define-se como a concentração de massa em determinado volume e pode ser medida com uma balança de Jolly (Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).

Na determinação expedita das propriedades, utilizam-se tabelas e/ou chaves dicotómicas. De entre as propriedades químicas podemos destacar a efervescência com ácidos e o sabor salgado da halite (Press & Siever, 2001).

1.3.2.2. Classificação das rochas sedimentares

Os fragmentos de rochas ou clastos são os principais constituintes das rochas detríticas, enquanto os precipitados químicos e bioquímicos compõem as rochas quimiogénicas e biogénicas.

Teoricamente, todos os minerais resultantes da meteorização da rocha-mãe podem entrar na fracção detrítica da rocha, no entanto, os mais frequentes são os mais resistentes como o quartzo. Para além do quartzo, as rochas sedimentares podem ser constituídas por feldspatos, micas (essencialmente moscovite), anfíbulas, piroxenas, calcite, etc. Como minerais de neoformação, são frequentes a calcite, dolomite, sílica, minerais de argila, halite e gesso.

A textura, nas rochas sedimentares detríticas, serve de base para a sua classificação, que tem em conta: 1) a granulometria, sendo os clastos classificados em função do seu tamanho (balastro > 2 mm, areia entre 0,0625 e 2 mm, silte entre 0,005 e 0,0625 mm, argila < 0,005 mm); 2) a esfericidade; 3) o arredondamento ou rolamento; e 4) a calibragem.

As rochas quimiogénicas, apresentam-se geralmente homogéneas e compactas, sendo na maioria dos casos impossível individualizar os seus componentes (Press & Siever, 2001).

Das rochas sedimentares detríticas destacam-se: 1) os conglomerados e as brechas resultantes da consolidação de balastros bem rolados e de balastros de arestas vivas, respectivamente, formadas em ambientes de elevada energia; 2) os arenitos resultantes da consolidação de areias, constituídos essencialmente por quartzo, formados em ambientes de energia moderada; 3) os siltitos resultantes da consolidação de siltes, formados em

ambientes de baixa energia; e 4) os argilitos resultantes da consolidação de argilas, formados em ambientes de baixa energia.

Das rochas sedimentares quimiogénicas destacam-se: 1) os calcários resultantes da precipitação de carbonato de cálcio; e 2) as rochas salinas ou evaporitos resultantes da precipitação de sais dissolvidos e da evaporação da água.

Das rochas sedimentares biogénicas destacam-se: 1) o calcário resultante da precipitação de carbonato de cálcio devido a actividade de seres vivos; 2) o calcário recifal resultante da edificação de carbonato de cálcio por seres vivos (por exemplo, os corais); 3) o calcário conquífero resultante da acumulação de conchas de moluscos; e 4) o carvão resultante da decomposição anaeróbia de componentes de plantas superiores (Press & Siever, 2001; Tarbuck & Lutgens, 2002).

2. METODOLOGIA

2.1. Objectivo

O objectivo deste estudo foi avaliar a utilização de diferentes estratégias no ensino e aprendizagem dos temas reprodução e rochas sedimentares, leccionados na disciplina de Biologia e Geologia, do 11º ano de escolaridade.

2.2. Caracterização dos participantes

A caracterização da amostra foi baseada nas respostas ao questionário “Quem sou eu...” (Anexo I, figura 1), aplicado no início do ano lectivo 2008/2009.

Este trabalho foi realizado com 13 alunos do 11º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de uma escola de Coimbra. Estes alunos tinham idades entre 15 e 19 anos, sendo 9 do sexo masculino (figura 6).

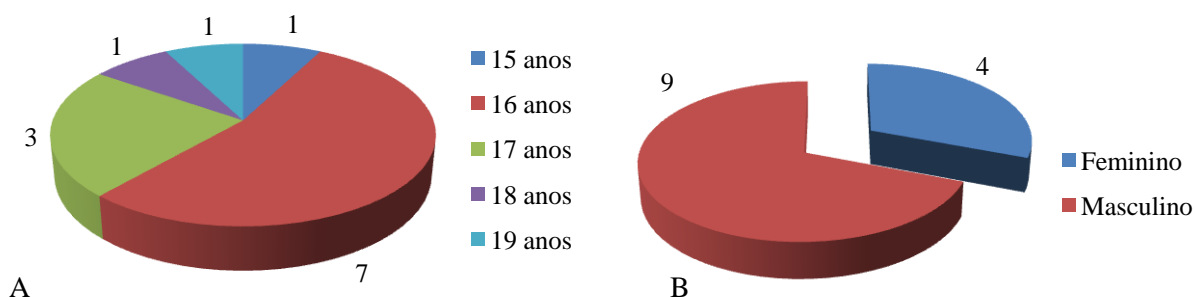


Fig. 6 - Idade (A) e sexo (B) dos participantes.

Os alunos, geralmente, estudavam sozinhos e ocupavam os tempos livres essencialmente a praticar desporto, no computador (jogos), a ver televisão e a ouvir música. Relativamente à questão “o que menos gostas de fazer”, a maioria dos alunos respondeu estudar (figura 7).

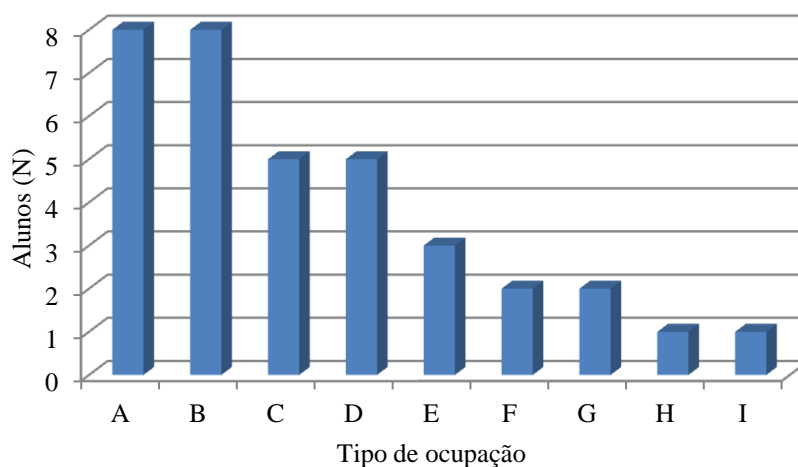


Fig. 7 - Ocupação dos tempos livres dos participantes. A - Praticar desporto; B - Jogar no computador; C - Ver televisão; D - Ouvir música; E - Ler; F - Aulas de inglês; G - Ir à catequese; H - Sair com os amigos; I - Estudar.

A disciplina preferida foi a Educação Física (5 alunos), seguida de Biologia e Geologia (3 alunos) (figura 8). Relativamente à disciplina de Biologia e Geologia, os alunos referiram que esta abrange temas variados e interessantes, bem como permite aumentar a sua cultura geral.

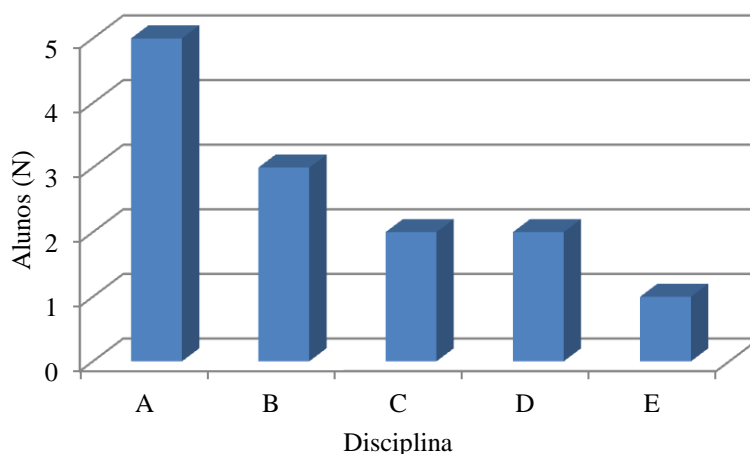


Fig. 8 - Disciplina preferida dos participantes. A - Educação Física; B - Biologia/Geologia; C - Matemática; D - Nenhuma; E - Inglês.

Grande parte dos alunos não sabia que curso universitário gostaria de frequentar, no entanto, aqueles que o referiram, indicaram um leque diversificado de cursos, essencialmente ligados às ciências (figura 9).

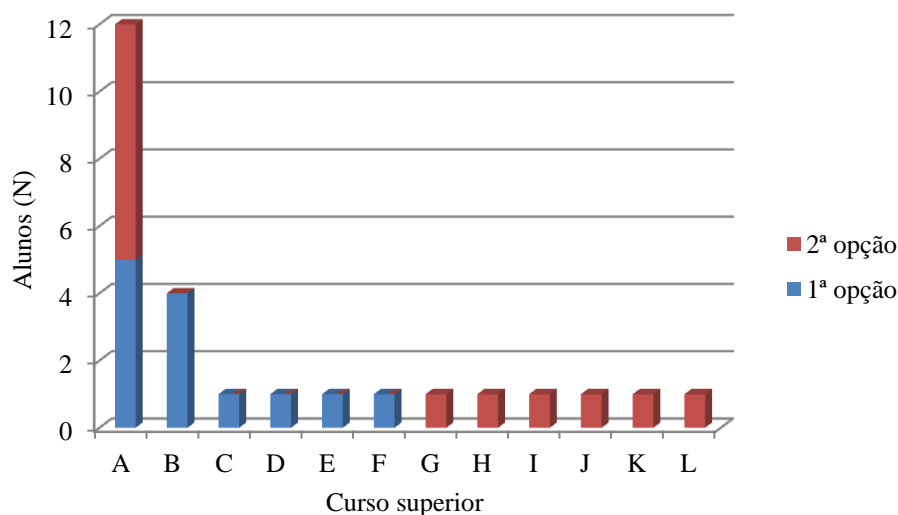


Fig. 9 - Cursos que os alunos gostariam de frequentar. A - Não sabia; B - Desporto; C - Medicina; D - Veterinária; E - Medicina dentária; F - Enfermagem; G - Fisioterapia; H - Geologia; I - Engenharia alimentar; J - Psicologia; K - Acção Social; L - Formação de actores.

As qualidades que os alunos mais apreciavam num professor eram: 1) a capacidade de comunicação (consideravam como muito importante que um professor soubesse transmitir de forma simples assuntos complexos); 2) a simpatia/amizade (facilita um bom relacionamento professor-aluno); 3) o empenho (permitia estarem mais motivados); e 4) a paciência (figura 10).

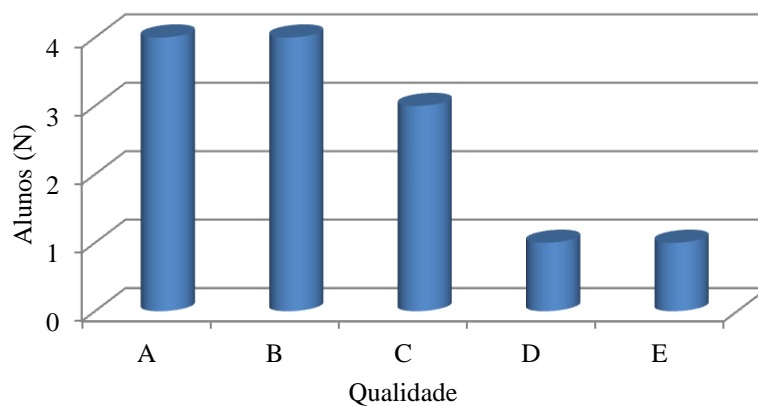


Fig. 10 - Qualidades que os alunos mais apreciavam num professor. A - Não respondeu; B - Capacidade de comunicação; C - Simpatia/amizade; D - Empenho; E - Paciência.

Por outro lado, as características que os alunos menos apreciavam num professor eram: 1) a arrogância (pode levar ao desinteresse e à desmotivação); 2) explicar demasiado depressa; 3) a falta de humor; 4) a antipatia; 5) demasiado rigor; e 6) não tirar dúvidas (figura 11).

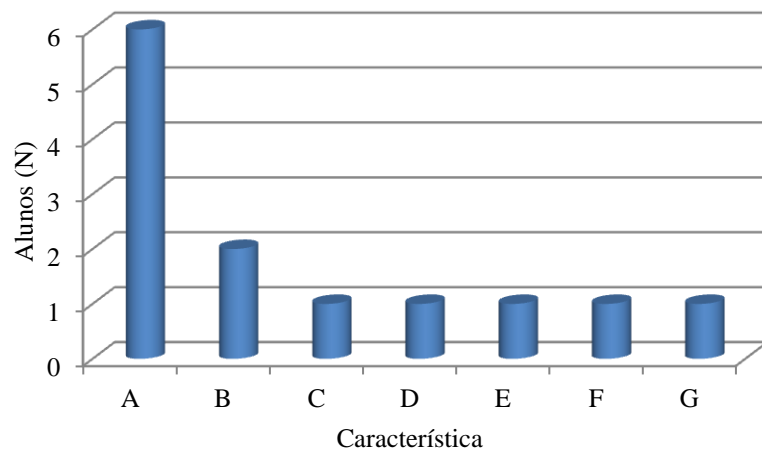


Fig. 11 - Características que os alunos menos apreciavam num professor. A - Não respondeu; B - Arrogância; C - Explicar demasiado depressa; D - Falta de humor; E - Antipatia; F - Demasiado rigoroso; G - Não tirar dúvidas.

As actividades que mais gostavam de ver dinamizadas nas aulas eram a utilização de materiais audiovisuais, o trabalho de grupo e a realização de pesquisa (figura 12).

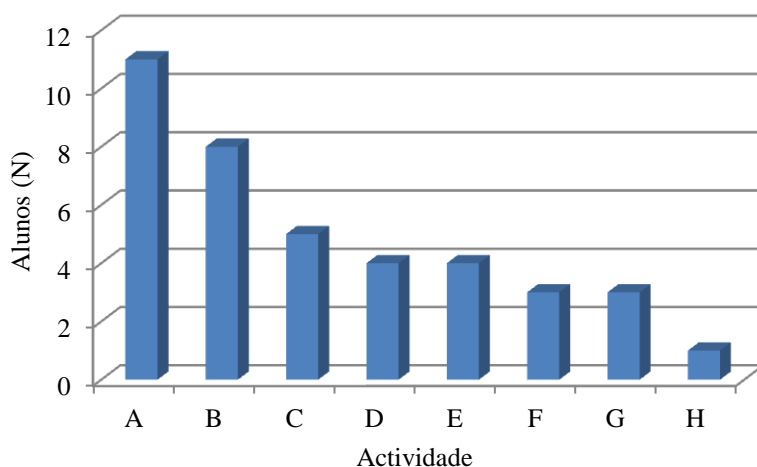


Fig. 12 - Actividades que os alunos mais gostam de ver dinamizadas nas aulas. A - Aulas com materiais audiovisuais; B - Trabalho de grupo; C - Pesquisa; D - Aulas expositivas; E - Fichas de trabalho; F - Aulas com interação professor-aluno e aluno-aluno; G - Trabalho de pares; H - Outras.

Sobre o modo de estudo, a maioria dos alunos (9) referiu que ia às aulas de apoio tirar dúvidas e que lia a matéria várias vezes, enquanto 7 alunos utilizavam os materiais fornecidos pela professora. Apenas 3 alunos utilizavam manuais de preparação para testes e exames nacionais (figura 13). Além disso, 5 alunos referiram estudar três vezes por semana, 3 todos os dias, 3 antes dos testes e apenas 2 ao fim de semana.

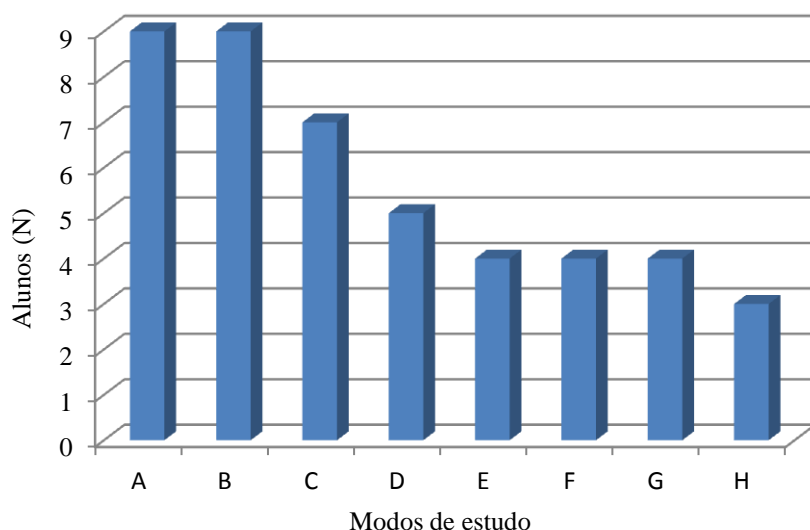


Fig. 13 - Modos de estudo adoptados pelos alunos. A - Vou às aulas de apoio; B - Leio a matéria várias vezes; C - Utilizo os materiais da professora ; D - Resolvo os exercícios do manual escolar e do caderno de actividades; E - Utilizo os apontamentos da aula; F - Faço resumos; G - Leio a matéria uma vez; H - Utilizo manuais de preparação para testes e exames nacionais.

2.3. Recursos didácticos e instrumentos

Antes do início de cada unidade curricular (reprodução e rochas sedimentares), foi aplicada uma ficha de avaliação diagnóstica (figuras 14, 15, 24 e 25). Em seguida, foram elaboradas as planificações das aulas, seguindo as recomendações das orientações curriculares para o 11º ano de escolaridade.

Os conteúdos das unidades foram leccionados recorrendo a apresentações em PowerPoint (figuras 16 e 26), esquemas no quadro negro, fichas complementares/informativas (figuras 17 e 27). Os alunos resolveram exercícios do manual escolar e do caderno de actividades, individualmente ou em pares, e fichas de trabalho (figuras 18, 19, 28 e 29). Realizaram ainda actividades práticas (figuras 20, 21, 30 e 31). Relativamente à actividade prática de reprodução é importante referir que o processo de meiose, sendo semelhante nas células animais e nas células vegetais, optou-se por um material biológico de fácil disponibilidade, a flor de coroa-de-rei.

No desenvolvimento deste estudo foram aplicados dois instrumentos para a avaliação das aulas. O primeiro, destinava-se aos alunos (Anexo II, figura 1) e o segundo ao professor que pretendia analisar o cumprimento/incumprimento da aula, bem como registar reflexões sobre o decorrer da aula (Anexo II, figura 2).

Por último, foram realizadas fichas de avaliação de conhecimentos (figuras 22, 23, 32 e 33) e testes intermédios, de carácter nacional, elaborados pelo Gabinete de Avaliação

Educacional (GAVE), considerado neste estudo como instrumento de avaliação final (Anexo III, figuras 1, 2, 3 e 4).

Relativamente às fichas de avaliação de conhecimentos (figuras 22, 23, 32 e 33), a tipologia das questões, bem como os critérios de correcção, encontram-se em conformidade com as utilizadas nos testes intermédios e nos exames nacionais. As questões foram de resposta fechada (escolha múltipla, ordenamento, associação ou correspondência, verdadeiras ou falsas) e de resposta aberta. Para as questões de itens de resposta aberta, os critérios de correcção seguiram as recomendações do GAVE (Anexo III, Tabelas 1 e 2).

2.3.1. Biologia - Reprodução

Ficha de avaliação diagnóstica de Biologia

1. Faça corresponder a cada um dos termos da chave I as definições correspondentes da chave II.

Chave I	Chave II
1. Clone. 2. Mitose. 3. Reprodução sexuada. 4. Reprodução assexuada. 5. Citocinese.	A. Processo pelo qual um indivíduo é originado pela união de duas células especializadas, denominadas gâmetas. B. Ser geneticamente idêntico ao progenitor. C. Processo de divisão do citoplasma. D. Processo que permite que um núcleo se divida, originando dois núcleos filhos, cada um contendo uma cópia de todos os cromossomas do núcleo original e, conseqüentemente, de toda a informação genética. E. Processo pelo qual um indivíduo dá origem a outros sem que ocorra fecundação.

2. Classifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) cada uma das seguintes afirmações.

- A. O que caracteriza o genoma de um indivíduo é a sua estabilidade.
- B. As mutações génicas resultam da substituição, do desaparecimento ou da adição de um nucleótido da sequência que constitui o gene.
- C. Os agentes mutagénicos só interagem com o RNA.
- D. As mutações genéticas podem conduzir à produção de proteínas diferentes das normais.
- E. A anemia falciforme é uma doença que resulta de uma mutação genética.

3. Complete o quadro seguinte.

ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO AO SUBSTRATO	EXEMPLOS
1. Estolho	A. _____
2. _____	B. Lírio
3. _____	C. Batata
4. Bolbo	D. _____

Fig. 14 - Ficha de avaliação diagnóstica de Biologia - Reprodução.

4. Classifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) cada uma das seguintes afirmações.

A. A reprodução assexuada está dependente da fecundação.

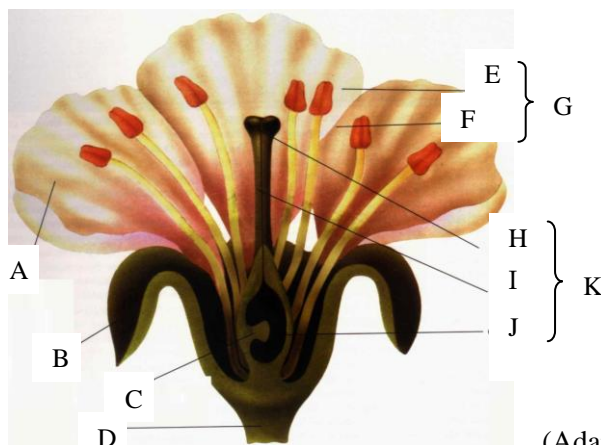
B. O ciclo celular é constituído pela meiose e a interfase.

C. O tempo que decorre entre duas mitoses designa-se de interfase.

D. As fases que constituem a mitose são, por ordem de acontecimentos, profase, anafase, metafase e telofase.

E. Ocorre replicação do DNA durante a fase S da interfase.

5. Legende a figura seguinte, relativa às partes fundamentais de uma flor.



(Adaptado de Muñoz, 2000).

6. Classifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) cada uma das seguintes afirmações.

A. As angiospérmicas são o grupo mais complexo de plantas e caracterizam-se por não possuírem flor.

B. Na maioria dos animais, os gâmetas formam-se em órgãos especializados denominados gónadas.

C. Nos animais, os ovários são as gónadas masculinas onde se produzem os espermatozóides.

D. Um indivíduo que produz dois tipos de gâmetas é designado por hermafrodita.

E. Nas plantas, os grãos de pólen localizam-se nas anteras.

Fig. 14 - Ficha de avaliação diagnóstica de Biologia - Reprodução (continuação).

7. Assinale a opção mais correcta que completa a frase seguinte.

7.1. O ser humano reproduz-se ...

- A. (...) de forma sexuada e assexuada, consoante as condições do meio.
- B. (...) exclusivamente de forma sexuada e apresenta dimorfismo sexual.
- C. (...) de forma complexa.
- D. (...) em qualquer altura da sua vida.
- E. (...) exclusivamente de forma sexuada e não apresenta dimorfismo sexual.

8. Leia, atentamente, o texto que se segue e responda à seguinte questão.

“De acordo com o que se passa na fecundação, cada indivíduo resulta da união de um gâmeta masculino com um gâmeta feminino, dando-se a fusão do núcleo do espermatozóide com o núcleo do óvulo. É, pois, natural admitir que é no núcleo dos gâmetas que se localiza a informação genética que os pais passam aos descendentes e que essa informação se reúne no núcleo da célula-ovo.”

8.1. Onde se localiza a informação genética?

9. Complete as frases que se seguem, escrevendo nos espaços deixados em branco, o termo adequado.

9.1. Um carácter que se transmite de geração em geração diz-se _____. A unidade de informação genética que determina esse carácter designa-se por _____, e pode assumir duas ou mais formas.

9.2. O cariótipo humano apresenta _____ pares de cromossomas, tendo cada um dos seus sexos, um par diferente, os cromossomas _____. Na mulher, esses cromossomas são dois cromossomas _____ e, no homem, um cromossoma _____ e um cromossoma _____.

10. Comente a seguinte afirmação:

“Para que da fecundação resulte um ovo diplóide, isto é, com $2n$ cromossomas, torna-se necessário que cada gâmeta seja haplóide, isto é, possua apenas metade destes cromossomas (n).”

Muñoz, P. (2000). Atlas de Botânica. F. G. P. Editores, Espanha.

Fig. 14 - Ficha de avaliação diagnóstica de Biologia - Reprodução (continuação).

Correcção da ficha de avaliação diagnóstica de Biologia

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

2. A-Falso, B-Verdadeiro, C-Falso, D-Verdadeiro, E-Verdadeiro.

3. 2. Rizoma, 3. Tubérculo, A. Morangueiro, D. Cebola.

4. A-Falso, B-Verdadeiro, C-Verdadeiro, D-Falso, E-Verdadeiro.

5. A-Pétala, B- Sépala, C- Óvulo, D- Receptáculo ou tálamo, E- Antera, F- Filamento, G- Estame, H- Estigma, I- Estilete, J- Ovário, K- Carpelo.

6. A-Falso, B-Verdadeiro, C-Falso, D-Verdadeiro, E-Verdadeiro.

7.1. B

8.1. A informação genética localiza-se na molécula de DNA (ácido desoxirribonucleico).

9.1. Um carácter que se transmite de geração em geração diz-se hereditário. A unidade de informação genética que determina esse carácter designa-se por gene, e pode assumir duas ou mais formas.

9.2. O cariótipo humano apresenta 23 pares de cromossomas, tendo cada um dos seus sexos um par diferente, os cromossomas sexuais. Na mulher, esses cromossomas são dois cromossomas X e, no homem, um cromossoma X e um cromossoma Y.

10. O aluno deverá referir:

- a fecundação consiste na união de um gâmeta masculino com um gâmeta feminino, contendo cada um n cromossomas;
- se ambos os gâmetas tivessem $2n$ cromossomas o ovo teria $4n$ cromossomas;
- um processo terá que ocorrer para que um indivíduo $2n$ possua só n cromossomas nos seus gâmetas.

Fig. 15 - Correcção da ficha de avaliação diagnóstica de Biologia - Reprodução.



Reprodução assexuada / Reprodução sexuada

- Reprodução assexuada**
 - sem intervenção de células sexuais e sem fecundação;
 - descendência a partir de um único progenitor: clones;
 - os descendentes são geneticamente idênticos entre si e ao progenitor.
- Reprodução sexuada**
 - ocorre fecundação, com fusão de células especializadas: os gametas que geralmente, são provenientes de dois progenitores diferentes, e formação de um ovo;
 - os descendentes são únicos, geneticamente diferentes entre si e dos progenitores.

Reprodução assexuada - Partenogênese

Partenogênese

- formação de um novo indivíduo a partir de um óvulo não fecundado.
- ocorre em plantas, em animais (ex. abelhas, pulgões, alguns peixes, anfíbios, répteis e mamíferos).

Reprodução sexuada - Fecundação

Fecundação

- fusão (cariogamia) de duas células sexuais (gametas) resultando o ovo ou zigoto, portador da soma dos cromossomas transportados pelos gametas – duplicação cromossômica;
- células diplóides (2n) – possuem núcleos com pares de cromossomas homólogos, tendo cada par forma e estrutura idênticas e genes com informação para as mesmas características;
- o número de cromossoma de cada espécie permanece constante ao longo das gerações devido à meiose.

MITOSE	MEIOSE
- uma divisão nuclear;	- duas divisões nucleares, sendo uma delas reducional e a outra equacional;
- origina 2 células-filhas com igual nº de cromossomas da célula-mãe;	- origina 4 células-filhas com metade do nº de cromossomas da célula-mãe;
- a informação genética das células-filhas é igual à da célula-mãe;	- a informação genética das células-filhas é diferente entre si e da célula-mãe;
- não há emparelhamento de cromossomas;	- há emparelhamento de cromossomas homólogos com possibilidade de ocorrer crossing-over;
- a quantidade de DNA presente nas células-filhas é a mesma existente na célula-mãe, antes de ocorrer a replicação;	- a quantidade de DNA presente nas células-filhas é metade da existente na célula-mãe, antes de ocorrer a replicação
- ocorre divisão do centrômero na anafase.	- só ocorre divisão do centrômero da anafase II. Na anafase I ocorre separação dos cromossomas homólogos – segregação dos homólogos.

Mutações cromossômicas numéricas

Alterações genéticas causadas por aneuploidia:

- geralmente, muito graves;
- embriões inviáveis;
- os embriões que sobrevivem apresentam síndrome.

Fig. 16 - Exemplos de PowerPoints utilizados durante as aulas de Biologia - Reprodução.



Fig. 16 - Exemplos de PowerPoints utilizados durante as aulas de Biologia – Reprodução (continuação).

Reprodução sexuada e variabilidade genética

Na reprodução sexuada, a meiose e a fecundação asseguram a manutenção do número de cromossomas de uma espécie de geração em geração. Esses dois processos contribuem, além disso, para a variabilidade genética entre os indivíduos da mesma espécie, pois cada ovo e, portanto, cada indivíduo adulto que surge após o respectivo desenvolvimento embrionário apresenta uma mistura de genes paternos e maternos. Desse modo, os descendentes são semelhantes, mas não são iguais.

As quatro células haplóides resultantes de uma meiose, apesar de apresentarem o mesmo número de cromossomas, não possuem entre si a mesma informação genética. Durante a Anáfase I, os diferentes pares de cromossomas homólogos separam-se, independentemente uns dos outros, de modo que diversas combinações de cromossomas de origem materna e paterna podem ocorrer. A separação dos cromossomas, ao acaso, dirigida para cada pólo da célula contribui para a variação genética das células resultantes da meiose.

O número de combinações possíveis dos cromossomas de origem paterna e de origem materna nas células haplóides depende do número cromossómico da célula diplóide. Por exemplo, no caso de dois pares de cromossomas homólogos, o número possível de combinações e, portanto, de tipos de gâmetas é de quatro (2^2).

Generalizando, o número possível de combinações é 2^n , sendo n o número de pares de cromossomas homólogos. Na espécie humana, com 23 pares de cromossomas homólogos, o número total de combinações possíveis é 2^{23} , ou seja, cerca de 8 milhões de tipos de gâmetas, o que significa ser pouco provável que um gâmeta tenha apenas cromossomas de origem materna ou de origem paterna.

Porém, o número de combinações genéticas é ainda mais elevado devido ao fenómeno de *crossing-over* que ocorre na Profase I (figura 1).

Fig. 17 - Exemplo de ficha complementar/informativa de Biologia - Reprodução.

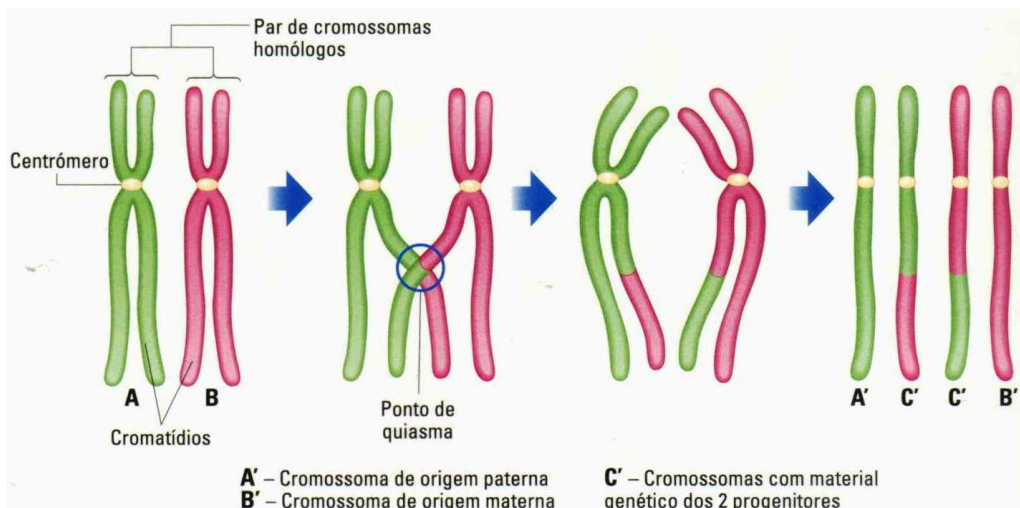


Fig. 1- Recombinação genética como resultado do *crossing-over* (Silva *et al.*,2008).

A troca de segmentos entre cromatídios não irmãos de cromossomas homólogos permite novas combinações de genes paternos e maternos no mesmo cromossoma. Consequentemente, a descendência pode receber, no mesmo cromossoma, associações de genes que nunca antes tinham ocorrido.

Assim, a meiose, para além de assegurar a estabilidade do número de cromossomas próprio de cada espécie, de geração em geração, permite novas recombinações genéticas, contribuindo para uma acentuada variabilidade de características da descendência produzida por reprodução sexuada.

Quando ocorre uma fecundação, o número de possibilidades diferentes de combinações genéticas, possíveis no ovo, é igual ao produto das combinações genéticas possíveis nos dois gametas que se fundem.

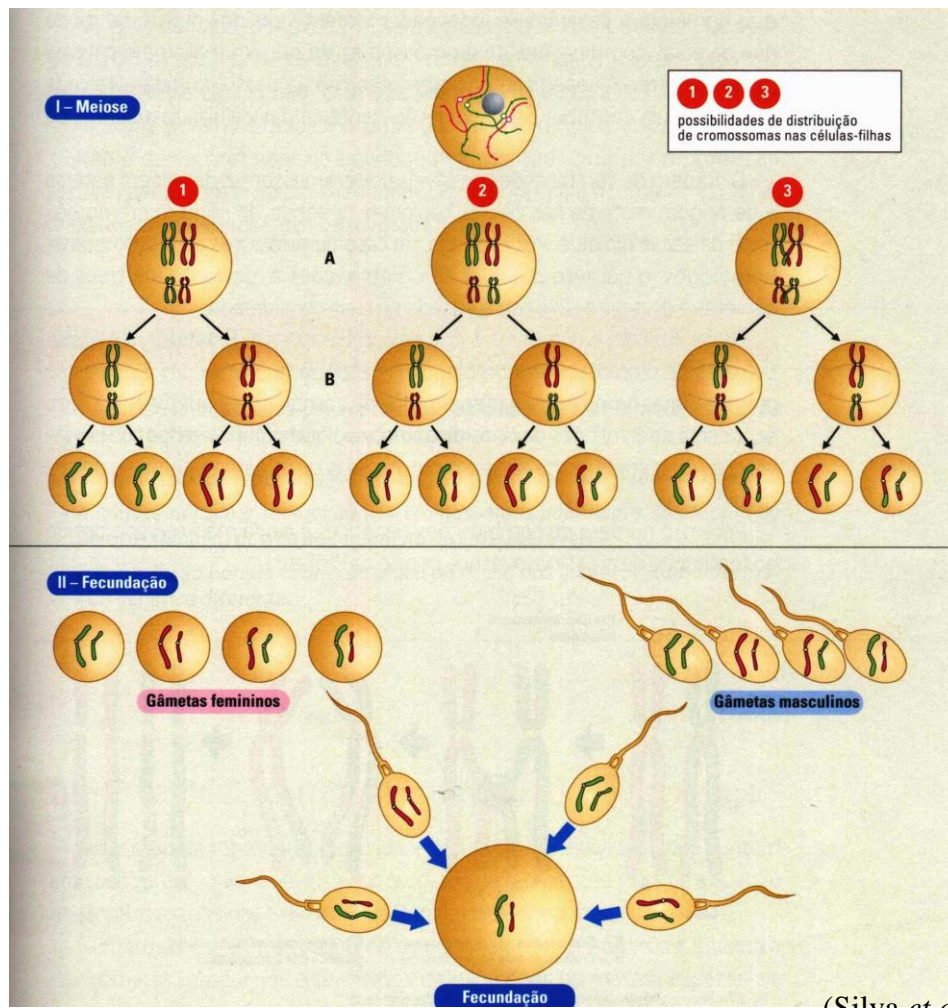
No caso humano, por exemplo, será cerca de $8 \times 10^6 \times 8 \times 10^6$, ou seja, 64×10^{12} possibilidades de diferentes combinações genéticas por cada ovo formado. Neste cálculo, não foram considerados os fenómenos de *crossing-over*, o que aumenta extraordinariamente o número referido.

Não é de surpreender que cada indivíduo produzido por reprodução sexuada possua um programa genético que contribui para o tornar único, diferindo dos progenitores e dos seus irmãos.

Silva, A.D., Santos, M. E., Gramaxo, F., Mesquita, A. F., Baldaia, L. & Félix, J. M. (2008). Terra, Universo de Vida – 1ª Parte Biologia. Porto Editora, Porto.

Fig. 17 - Exemplo de ficha complementar/informativa de Biologia - Reprodução (continuação).

Qual o contributo da meiose e da fecundação para a variabilidade genética?



(Silva *et al.*, 2008).

Responda às seguintes perguntas:

1. Identifique as fases de meiose assinaladas por A e B.
2. Quantos tipos de combinações genéticas se podem verificar nas células resultantes de meiose no caso considerado (conjunto das situações 1 e 2)?
3. Explique as diferenças observadas nas duas situações.
4. O fenómeno de *crossing-over* (3) aumenta a variabilidade genética das células-filhas.

Justifique esta afirmação.

5. Porque pode considerar-se que a fecundação contribui também para a variabilidade genética dos indivíduos?

6. Refira quantos tipos de ovos têm possibilidade de se formar no caso considerado.

Silva, A.D., Santos, M. E., Gramaxo, F., Mesquita, A. F., Baldaia, L. & Félix, J. M. (2008). Terra, Universo de Vida – 1ª Parte Biologia. Porto Editora, Porto.

Fig. 18 - Exemplo de ficha de trabalho de Biologia - Reprodução.

Correcção da ficha de trabalho - Qual o contributo da meiose e da fecundação para a variabilidade genética?

1. A- Metáfase I.

B- Metáfase II.

2. $2^2 = 4$

3. Como a separação dos cromossomas dos diferentes pares de homólogos ocorre ao acaso, verifica-se:

- Na situação 1, como os bivalentes estão orientados com os cromossomas provenientes do mesmo progenitor para o mesmo pólo da célula, as células –filhas apresentam apenas cromossomas de origem materna ou de origem paterna.

- Na situação 2, os bivalentes estão orientados de modo diferente e desse arranjo resultam células-filhas com cromossomas provenientes dos dois progenitores.

4. Devido à troca de segmentos de cromatídios entre os dois cromossomas de cada par de homólogos, as células resultantes possuem cromossomas formados por segmentos de cromossomas de origem materna e de origem paterna.

5. A união ao acaso de dois gâmetas com diferentes combinações de genes permite a formação de ovos com diversas associações de genes.

6. Como se podem formar quatro tipos de gâmetas masculinos e quatro tipos de gâmetas femininos, a possibilidade é de $2^2 \times 2^2 = 16$.

Fig. 19 – Correcção da ficha de trabalho de Biologia - Reprodução.

**ESTRUTURAS REPRODUTORAS DE PLANTAS COM FLOR
E DAS SUAS CÉLULAS EM MEIOSE**

Nas plantas, as estruturas onde são formados os gâmetas designam-se por gametângios, havendo gametângios masculinos que produzem gâmetas masculinos e gametângios femininos que produzem gâmetas femininos.

Tal como nos animais, nas plantas ocorrem diversas estratégias que permitem o sucesso da reprodução sexuada. A reprodução sexuada está associada a fenómenos de meiose. A finalidade da meiose é a formação de esporos ou de gâmetas.

Nesta actividade, utilizam-se células das anteras da flor de coroa-de-rei, uma vez que a meiose ocorre durante a formação dos grãos de pólen.

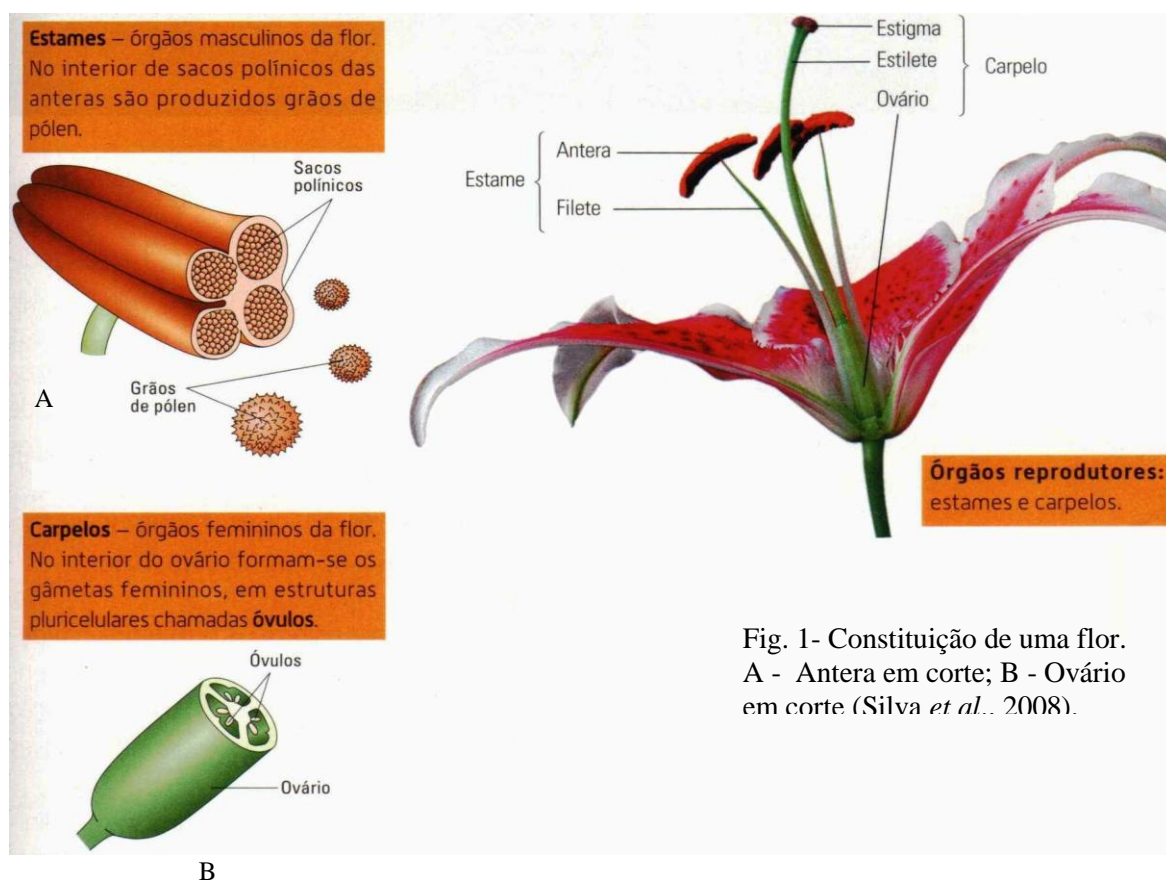


Fig. 20 - Actividade prática de Biologia - Reprodução.

Correcção da actividade prática laboratorial

Objectivos

- Identificar e descrever as estruturas reprodutoras das angiospérmicas.
- Identificar e descrever as diferentes fases da meiose.
- Compreender o significado biológico da meiose.

Fundamentos teóricos

- Nas angiospérmicas, os órgãos reprodutores são os estames e os carpelos.
- A meiose consiste em duas divisões celulares sucessivas.
- Em cada divisão da meiose ocorrem quatro fases: profase, metafase, anafase e telofase.
- A primeira divisão da meiose é reducional e a segunda é equacional.
- No final da meiose formam-se quatro células haploides, os gâmetas.

Materiais

- Flores de coroa-de-rei;
- Preparações definitivas de células vegetais em meiose;
- Microscópio óptico;
- Lâminas e lamelas;
- Pinça;
- Bisturi;
- Agulha de dissecação;
- Lamparina;
- Papel de filtro;
- Carmim acético (corante que cora os cromossomas com um tom avermelhado).

Procedimentos

1. Observaram-se, atentamente, as flores de coroa-de-rei e descreveram-se as estruturas reprodutoras.
2. Retiraram-se, com uma pinça, anteras das flores, que foram colocadas sobre uma lâmina.
3. Cortaram-se as anteras a meio, com o bisturi e, adicionou-se uma gota de carmim acético.

Fig. 21 – Correcção da actividade prática de Biologia - Reprodução.

4. Dissociaram-se as anteras, pressionando-as com a agulha de dissecação e, retiraram-se as paredes das anteras. Cobriu-se a preparação com a lamela.
5. A preparação foi passada pela chama da lamparina, tendo o cuidado de não a deixar aquecer demasiado.
6. Com o papel de filtro, absorveu-se o excesso de corante da preparação.
7. A preparação foi observada ao microscópio óptico e foram efectuados os registos necessários para posterior tratamento de dados.
8. Por fim, observou-se ao microscópio óptico as preparações definitivas e foram registadas as observações.

Resultados

- A observação da flor – coroa-de-rei – permitiu identificar os vários órgãos reprodutores, o estame (gametângio masculino) e o carpelo (gâmetângio feminino) (figura).
- A preparação realizada na aula não permitiu distinguir as diferentes fases da meiose. No entanto, foi possível a observação dos sacos polínicos que constituem as anteras e os grãos de pólen (figura).
- A observação das várias preparações definitivas encontra-se esquematizada na figura:
 - . a presença de núcleo e de nucleólo nas células indicam a interfase (figura);
 - . a ausência de núcleo nas células e a presença de cromossomas homólogos constituídos por dois cromatídios indicam a profase I (figura);
 - . a disposição dos cromossomas homólogos, na placa equatorial, ligados pelos centrómeros às fibras do fuso acromático indicam a metafase I (figura);
 - . a ascensão dos cromossomas constituídos por dois cromatídios, para pólos opostos das células, indicam a anafase I (figura);
 - . a acumulação dos cromossomas, constituídos por um dois cromatídios em cada pólo da célula, e a reorganização nucleolar, indicam a telofase I (figura);
 - . a ausência de núcleo nas células e a presença de cromossomas constituídos por dois cromatídios indicam a profase II (figura);
 - . o alinhamento dos cromossomas na zona da placa equatorial, ligados pelos centrómeros às fibras do fuso acromático, indicam a metafase II (figura);

Fig. 21 – Correção da actividade prática de Biologia - Reprodução (continuação).

- . a ascensão dos cromatídios para pólos opostos nas células indicam a anafase II (figura);
- . a acumulação dos cromossomas, constituídos por um só cromatídio em cada pólo da célula e a reorganização nucleolar, indicam a telofase II (-), a que se segue a citocinese (figura).
- . a visualização dos centríolos em metafase e anafase, bem como a visualização das pontes de quiasma e *crossing-over*, não foram possíveis pelo facto da ampliação do microscópio óptico ser demasiada pequena (400x).
- . a meiose permitiu que de uma célula-mãe se formassem quatro células-filhas, cada uma contendo uma cópia de todos os cromossomas do núcleo original, ou seja, de toda a informação genética (figura).

Discussão/Conclusões

- As anteras revelaram ser um bom material de estudo para a observação e identificação das várias fases que constituem a meiose.
- O papel fundamental da meiose (ao longo de duas divisões, cada uma delas constituídas por profase, metafase, anafase e telofase) é originar quatro núcleos haplóides.
- A divisão das células sexuais, através do processo de meiose, permite a redução para metade do número de cromossomas que, por sua vez, será compensada pela duplicação registada na fecundação.
- A meiose constitui um processo biológico que contribui para a variabilidade das espécies dado que:
 - . ocorre separação ao acaso dos cromossomas homólogos em anafase I e separação ao acaso dos cromatídios em anafase II, possibilitando a formação de células-filhas com constituição genética diferente da célula-mãe.
 - . ocorre recombinação genética em cada geração através do processo de *crossing-over* (profase I).

Fig. 21 – Correção da actividade prática de Biologia - Reprodução (continuação).

Ficha de avaliação de conhecimentos

Grupo I

Em Janeiro, no Zoo de Chester, no Reino Unido, oito crias de dragões de Komodo deverão sair dos ovos postos por Flora, uma fêmea que não foi fecundada por um macho, revelam biólogos na revista Nature.

Estes répteis originários de uma pequena ilha vulcânica da Indonésia, da qual receberam o nome, são capazes de se reproduzir por partenogénese (ou autofecundação), revelam os investigadores dirigidos por Phillip Watts, da Universidade de Liverpool.

Ameaçada em estado selvagem, a espécie é alvo de um programa internacional de criação em cativeiro. Os primeiros quatro dragões de Komodo “europeu” nasceram em Março no Zoo de Londres, graças a uma fêmea enviada pelo parque francês de Thoiry para evitar problemas de consanguinidade.

A análise genética aos ovos das fêmeas de Londres e de Chester revelou que elas se podem reproduzir sem ter contacto com um macho.

“A partenogénese constitui um fenómeno que ainda não é reconhecido para a gestão genética das populações ameaçadas”, notam os investigadores. Uma única fêmea, não fertilizada, pode fundar uma colónia no âmbito da qual pode ser retomada a reprodução sexual. Estima-se que apenas existam na natureza quatro mil dragões de Komodo, mil dos quais fêmeas adultas.

(Cunha & Fragoeiro, 2008).

1. Um dos conceitos mais importantes da Biologia a reprodução que permite a perpetuação da vida.

Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (5 pontos)

1.1. O modo de reprodução dos dragões de Komodo é uma forma de reprodução _____ que gera descendentes geneticamente _____ ao progenitor.

- A. sexuada (...) diferentes.
- B. assexuada (...) diferentes .
- C. sexuada (...) iguais.
- D. assexuada (...) iguais.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução.

2. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações. (8 pontos)
- A. A união de duas células haplóides para formar um indivíduo diplóide caracteriza uma forma de reprodução dos seres vivos.
 - B. A gemiparidade é uma forma de reprodução que favorece a diversidade genética dos seres vivos.
 - C. Gemiparidade e regeneração são processos pelos quais novos indivíduos e novas células são produzidos por meio de mitoses.
 - D. A reprodução assexuada dá origem a clones de um indivíduo e pode ser observada em bactérias, algas, fungos, plantas e animais.
 - E. Tanto a bipartição como a fragmentação contribuem para um aumento rápido da população.
 - F. A regeneração de uma porção ou secção de um organismo, gerando um indivíduo completo, não pode ser considerada uma forma de reprodução.
 - G. Os gametas são produzidos a partir de células somáticas.
3. Existem espécies que realizam normalmente a reprodução assexuada mas, quando sujeitas a stress ambiental, reproduzem-se sexualmente.
- Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (5 pontos)
- 3.1. A vantagem nesta mudança de comportamento é _____.
- A. (...) o aumento do número de descendentes de cada vez que se reproduzem.
 - B. (...) a não necessidade de produção de gametas.
 - C. (...) o aumento da variabilidade genética.
 - D. (...) o aumento da velocidade de reposição da população.
4. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)
- 4.1. Os dois processos que ocorrem na meiose, responsáveis pela variabilidade genética dos organismos que se reproduzem sexualmente, são _____.
- A. (...) duplicação dos cromossomas e emparelhamento dos cromossomas homólogos.
 - B. (...) segregação independente dos pares de cromossomas homólogos e *crossing-over* entre os cromossomas homólogos.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

C. (...) replicação da dupla-hélice da molécula de DNA e permutação entre os cromossomas homólogos.

D. (...) duplicação dos cromossomas e segregação independente dos pares de cromossomas homólogos.

4.2. Supondo que por hipótese a determinação do sexo no dragão de Komodo segue o sistema XY e $2n = 80$, qual o número de autossomas que poderá encontrar nos espermatozóides dos indivíduos da espécie em questão?

A. 40.

B. 39.

C. 22.

D. 41.

5. Atendendo a que a espécie está ameaçada no seu estado selvagem, analise as implicações do processo de reprodução referido ao nível da variabilidade e sobrevivência das populações. (20 pontos)

Grupo II

1. As nereides (figura 1) são pequenos animais marinhos que vivem na zona inter-marés, nos fundos arenosos. Quando atingem a maturidade sexual libertam os gâmetas na água do mar.



Número de espermatozóides libertados por machos	Número de óvulos emitidos por uma fêmea	Número de ovos	Número de larvas	Número de jovens	Número de adultos
40 000 000	160 000	50 000	400	160	8

Fig. 1- Nereides (Silva *et al.*, 2005).

1.1. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)

1.1.1. As nereides são animais unissexuados porque _____.

A. (...) possuem testículos e ovários no mesmo animal.

B. (...) são animais marinhos.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

C. (...) há indivíduos com testículos e indivíduos com ovários.

D. (...) no mesmo indivíduo há órgãos que produzem óvulos e espermatozóides.

1.1.2. Relativamente aos dados da figura, referentes ao processo reprodutivo de nereides, fizeram-se as seguintes afirmações:

I. A produção de numerosos gâmetas permite uma maior possibilidade de se verificar fecundação.

II. A taxa de sobrevivência até ao estado adulto é reduzida.

III. A fecundação é interna.

IV. É de admitir que os seres mais jovens estejam mais sujeitos à acção de predadores.

Está correcto o que se afirma em _____.

A. I, apenas.

B. I, III e IV.

C. I e III.

D. I, II e IV.

2. A reprodução assexuada é altamente eficiente porque não se efectua acasalamento, como, em regra, na reprodução sexuada, a qual requer dispêndio de energia e envolve riscos. Além disso, por reprodução assexuada, uma população cresce tão rapidamente quanto os recursos do meio o permitem.

Os rotíferos, por exemplo, são animais microscópicos que abundam, na sua maioria, em charcos e lagos, alimentando-se de algas, bactérias e protozoários (figura 2.A). Em regra, quando há muito alimento e a temperatura da água é favorável, reproduzem-se assexuadamente. Os óvulos produzidos por mitose originam directamente fêmeas.

Os machos das rãs coxam para atrair as fêmeas. O abraço da fêmea pelo macho desencadeia a libertação na água, dos óvulos, que são imediatamente envolvidos pelo esperma (figura 2.B).

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

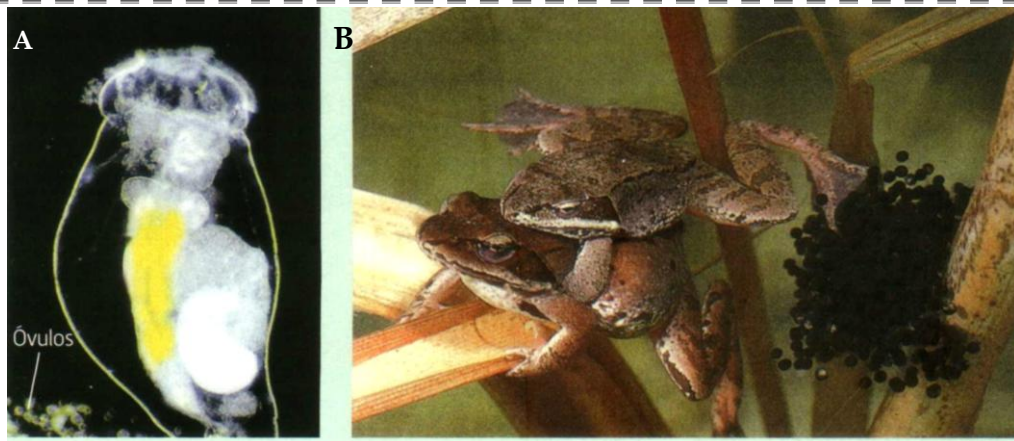


Fig. 2 - A - Rotíferos em postura; B - Postura na rã (Silva *et al.*, 2008).

2.1. Selecciona a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)

2.1.1. O coaxar dos machos das rãs faz parte do (a) _____.

- A. (...) processo de formação dos espermatozóides.
- B. (...) postura de óvulos.
- C. (...) ritual de acasalamento.
- D. (...) fecundação.

2.1.2. As rãs são animais _____.

- A. (...) hermafroditas em que a fecundação é externa.
- B. (...) unissexuados em que a fecundação é interna.
- C. (...) hermafroditas em que a fecundação é interna.
- D. (...) unissexuados em que a fecundação é externa.

2.2. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes relativas à formação de óvulos por mitose em rotíferos. (7 pontos)

- A. O número de cromossomas dos óvulos é metade do número de cromossomas das células-mães.
- B. Os cromossomas homólogos da célula-mãe emparelham durante a profase.
- C. A divisão por mitose origina duas células-filhas.
- D. O material genético da célula-mãe é repartido igualmente pelos óvulos produzidos.
- E. Durante a anafase ocorre a separação dos cromossomas homólogos.
- F. No início da interfase, tanto as células-filhas como a célula-mãe têm a mesma quantidade de DNA.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

2.3. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (5 pontos)

2.3.1. A reprodução assexuada dos rotíferos assegura a formação de _____, visto que a _____ é o processo celular que ocorre. Não se verifica grande dispêndio de energia e os indivíduos formados estão bem adaptados às _____ condições do meio. A _____ dos indivíduos produzidos é praticamente nula, não favorecendo a _____ da espécie.

- A. clones (...) meiose (...) novas (...) uniformidade (...) manutenção.
- B. clones (...) mitose (...) constantes (...) diversidade (...) evolução.
- C. mutantes (...) meiose (...) novas (...) uniformidade (...) manutenção.
- D. mutantes (...) mitose (...) constantes (...) diversidade (...) evolução.

(...)

Grupo III

Um ser humano adulto tem mais de 100 biliões de células (10^{14} , ou seja, 1 seguido de 14 zeros), todas formadas a partir de uma célula única, o ovo, por sucessivas divisões celulares. Mesmo no estado adulto, uma grande proporção das células continua em divisão para substituir as células que morrem. Antes de se dividir, cada célula aumenta de tamanho, duplica o seu DNA (contido nos cromossomas) e divide-o equitativamente pelas duas células-filhas.

Este processo, dito ciclo celular, é extremamente bem coordenado e finamente regulado, pois qualquer defeito ou desregulação pode resultar na morte das células ou no desenvolvimento de tumores (caso as células passem a dividir-se descontroladamente). No Laboratório de Mitose do Instituto Gulbenkian de Ciência, estudam-se algumas das moléculas que controlam alguns pontos chave do ciclo celular. Num dos seus trabalhos, os investigadores descobriram que a proteína Mob4 desempenha um papel muito importante nas fases de segregação dos cromossomas e de separação das células-filhas.

Nas células em que a Mob4 não existe, as duas células-filhas não se conseguem separar uma da outra.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

Surpreendentemente, mesmo enquanto estão ligadas, cada uma destas células volta a dividir-se. As células resultantes continuam por sua vez unidas, formando-se assim cadeias de três ou quatro células - algo que nunca acontece em condições normais.

O fenómeno, apesar de fantástico ao microscópio, é acompanhado pela ocorrência de erros na segregação dos cromossomas que podem levar a situações de morte celular ou de cancro.

(Cunha & Fragoeiro, 2008).

1. Seleccione a alternativa que permite preencher os espaços e obter uma afirmação correcta. (15 pontos)

1.1. Quando fazemos um corte num dedo, a cicatrização envolve um processo de divisão celular denominado _____, que também se encontra directamente relacionado com a _____.

- A. (...) mitose (...) variabilidade genética.
- B. (...) meiose (...) variabilidade genética.
- C. (...) mitose (...) reprodução assexuada.
- D. (...) meiose (...) reprodução sexuada.

1.2. A etapa representada na figura 3 é _____.

- A. (...) metafase II da meiose.
- B. (...) profase I da meiose.
- C. (...) metafase da mitose.
- D. (...) metafase I da meiose.

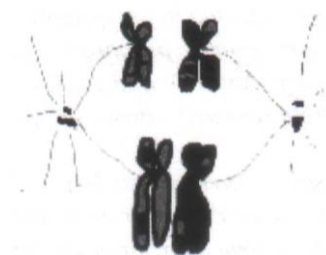


Fig. 3- (Cunha & Fragoeiro, 2008).

1.3. Na etapa representada (figura 3), a célula possui _____ número de cromossomas e _____ quantidade DNA da célula-mãe.

- A. (...) o dobro do (...) igual.
- B. (...) igual (...) o dobro da.
- C. (...) o dobro do (...) o dobro da.
- D. (...) igual (...) metade.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

2. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações, relacionada com fenómenos ocorridos durante os processos de divisão celular. (9 pontos)
- A. A meiose e a mitose resultam na divisão de uma célula-mãe diplóide, obtendo-se quatro células-filhas haplóides.
 - B. Durante a segunda divisão da meiose ocorre emparelhamento dos cromossomas homólogos que permite a recombinação entre os cromossomas maternos e paternos.
 - C. Como na mitose, a meiose inicia-se depois da fase G2 se completar e dos cromossomas parentais se terem replicado para produzir cromatídios-irmãos idênticos.
 - D. A meiose I é seguida da meiose II, idêntica à mitose, uma vez que os cromossomas homólogos se separam e segregam para as diferentes células-filhas.
 - E. As quatro células-filhas resultantes da meiose contêm um membro de cada par de homólogos que estava presente na geração diplóide parental.
 - F. Se um organismo de reprodução sexuada deixasse de realizar meiose e produzisse gâmetas diplóides conservaria invariáveis as características da espécie.
 - G. O processo de divisão celular de uma célula somática humana dará origem a duas células com 46 cromossomas.
 - H. Na profase da meiose, os cromossomas são filamentos duplos, enquanto na profase da mitose, são filamentos simples.
3. Analise as afirmações que se seguem relativas a acontecimentos da divisão reducional da meiose. Reconstitua a sequência temporal dos acontecimentos mencionados, colocando por ordem as letras que os identificam. (5 pontos)
- A. Ocorre segregação independente dos cromossomas homólogos que migram para pólos opostos da célula.
 - B. Os bivalentes dispõem-se na placa equatorial.
 - C. Ocorre *crossing-over* entre cromatídios de cromossomas homólogos.
 - D. Condensação dos cromossomas e emparelhamento dos cromossomas homólogos.
 - E. Ocorre reorganização da membrana nuclear dos nucléolos.
4. A vinblastina é um quimioterápico usado no tratamento de pacientes com cancro. Sabe-se que essa substância impede a formação de microtúbulos.
- Selecione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (5 pontos)

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

4.1. Pode concluir-se que a sua acção ao nível da multiplicação celular ocorre na _____.

- A. (...) condensação dos cromossomas.
- B. (...) descondensação dos cromossomas.
- C. (...) duplicação dos cromossomas.
- D. (...) migração dos cromossomas.

5. No início da divisão celular, uma proteína especializada (cinetócoro), localizada em cada cromátido, captura os microtúbulos que vêm de cada um dos dois pólos do fuso acromático. Para que a segregação cromossómica seja correcta, cada proteína especializada deve estar ligada a microtúbulos que se originam em pólos opostos do fuso.

Se a célula iniciar a anafase sem que todos os cromátídios-irmãos tenham estabelecido conexões com ambos os pólos do fuso, algumas células irão herdar duas cópias de um cromossoma, enquanto outras nenhuma.

Explique as consequências a nível do erro referido e da meiose, se ocorrer uma anafase nas condições referidas no texto. (15 pontos)

Grupo IV

1. Observe, atentamente, os esquemas da figura 4.

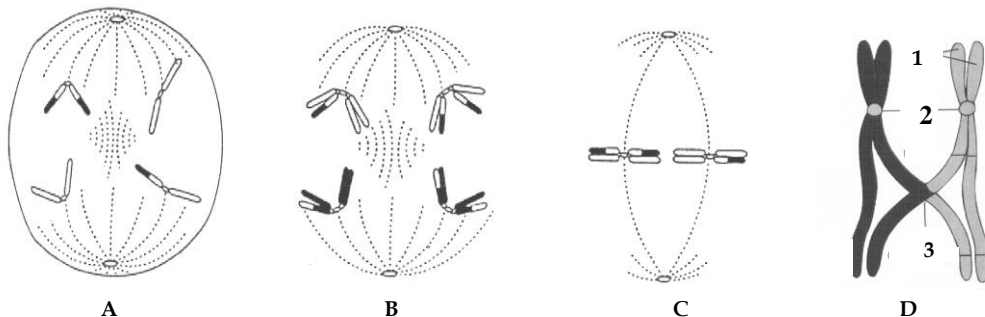


Fig. 4

1.1. Identifique as fases (A, B e C) representadas em cada um dos esquemas. (3 pontos)

1.2. Estabeleça a sequência correcta de acontecimentos. (3 pontos)

1.3. Atendendo ao esquema D:

1.3.1. Faça a legenda dos números da figura 1. (3 pontos)

1.3.2. Designe cada conjunto de cromossomas formado. (2 pontos)

1.3.3. Identifique o fenómeno representado no esquema D. (2 pontos)

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

- 1.3.4. Justifique a importância do fenómeno mencionado na alínea anterior. (6 pontos)
- 1.3.5. Indique a(s) fase(s) da divisão representada nos esquemas que pode(m) corresponder à mitose. (2 pontos)
- 1.4. Refira dois dados da figura 4 que permitam identificar como meiose, o processo representado. (4 pontos)
2. O esquema da figura 5 representa a variação na quantidade de DNA durante a meiose.
- 2.1. Faça a correspondência possível entre os esquemas da figura 4 e os números correspondentes aos intervalos do gráfico. (3 pontos)
- 2.2. Justifique o traçado do gráfico nos momentos 3 e 7. (8 pontos)

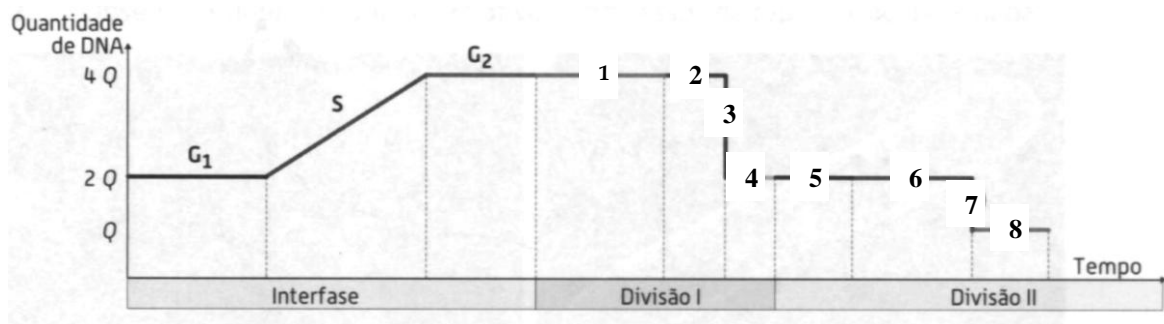


Fig. 5-

3. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)
- 3.1. Admitindo que um núcleo diplóide apresenta 18 pares de cromossomas, o número de cromátídios de um dos núcleos em Profase II é _____.
- A. 9.
B. 18.
C. 36.
D. 72.
- 3.2. Na metafase I da meiose do Homem existem _____.
- A. 23 cromossomas com dois cromátídios.
B. 46 cromossomas.
C. 23 cromossomas com um cromátídeo cada.
D. 23 bivalentes.
E. 46 centrómeros.
F. 23 centrómeros.

4. Estabeleça uma relação entre cada uma das afirmações e uma das letras da seguinte chave. (9 pontos)

Chave	Afirmação
A- Mitose	1- Formação de tétradas.
B- Meiose	2- Há alteração qualitativa dos cromossomas.
C- Mitose e Meiose	3- Os centrómeros dividem-se duas vezes.
D- Nem Mitose nem Meiose	4- Impede que o número de cromossomas de uma espécie duplique em cada geração. 5- Mantém as características genéticas da célula-mãe. 6- Visualizam-se cromossomas formados por dois cromatídios. 7- O número de cromossomas duplica em cada célula-filha. 8- Há replicação do DNA. 9- Forma-se o fuso acromático.

5. A reprodução sexuada, que é típica na maior parte dos seres vivos, compreende dois fenómenos complementares.

5.1. Indique os fenómenos a que se refere a afirmação e apresente a razão da sua ocorrência. (6 pontos)

Cunha, F. & Fragoeiro, M. P. (2008). Exercícios de Biologia e Geologia. Editorial Presença, Lisboa.

Silva, A.D., Gramaxo, F., Santos, M. E., Mesquita, A. F., Baldaia, L. & Félix, J. M. (2005). Terra, Universo de Vida - Manual de auto-avaliação. Porto Editora, Porto.

Silva, A.D., Santos, M. E., Gramaxo, F., Mesquita, A. F., Baldaia, L. & Félix, J. M. (2008). Terra, Universo de Vida - 1ª Parte Biologia. Porto Editora, Porto.

Fig. 22 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

Correcção da ficha de avaliação de conhecimentos

Grupo I

1.1. Opção **D**

2. A-V

B-F

C-F

D-V

E-V

F-F

G-F

Nº de afirmações correctas	Cotação (pontos)
7	8
5 ou 6	6
3 ou 4	4
0 ou 1 ou 2	0

3.1. Opção **C**

4.1. Opção **B**

4.2. Opção **B**

5. A resposta deve conter os seguintes tópicos.

- A autofecundação possibilita a estes seres vivos a sobrevivência num determinado ambiente diferente ou mesmo stressante.
- Os indivíduos concebidos são férteis e podem reproduzir-se sexuadamente se as condições ambientais se alterarem.
- Apresentam variabilidade genética obtida a partir do genoma materno, possuindo dois conjuntos idênticos de cromossomas. Por esta razão, em termos populacionais, a autofecundação diminui a variabilidade genética.
- O facto de estes seres vivos poderem alternar reprodução sexuada e assexuada possibilita recombinações genéticas periódicas, preservando as suas possibilidades de adaptação a longo prazo.

Fig. 23 - Correcção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução.

Níveis de organização lógico-temática

Organização \ Conteúdo	Nível 3	Nível 2	Nível 1
A resposta contempla os 4 tópicos.	20	19	18
A resposta contempla os 3 tópicos.	16	15	14
A resposta contempla os 2 tópicos.	11	10	9
A resposta contempla apenas 1 tópico.	7	6	5

Grupo II

1.1.1. Opção **C**

1.1.2. Opção **B/D**

2.1.1. Opção **C**

2.1.2. Opção **D**

2.2. A-F

B-F

C-V

D-V

E-F

F-V

2.3.1. Opção **B**

Nº de afirmações correctas	Cotação (pontos)
6	7
4 ou 5	5
2 ou 3	3
0 ou 1	0

Grupo III

1.1. Opção **C**

1.2. Opção **D**

1.3. Opção **B**

Fig. 23 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

2. **A-F**

B-F

C-V

D-F

E-F

F-F

G-V

H-F

Nº de afirmações correctas	Cotação (pontos)
7 ou 8	9
5 ou 6	6
3 ou 4	3
0 ou 1 ou 2	0

3. **D, C, B, A e E**

4.1. Opção **D**

5. A resposta deve conter os seguintes tópicos:

- Se este acontecimento ocorrer durante a mitose, poderemos estar perante o aparecimento de um tumor;
- Se ocorrer durante a meiose implicará a formação de gâmetas anormais;
- Esses gâmetas alterados poderão dar origem a crianças com deficiências cromossómicas ou a zigotos inviáveis.

Níveis de organização lógico-temática

Organização	Nível 3	Nível 2	Nível 1
Conteúdo			
A resposta contempla os 3 tópicos.	15	14	13
A resposta contempla os 2 tópicos.	10	9	8
A resposta contempla apenas 1 tópico.	6	4	3

Fig. 23 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

Grupo IV

1.1. A- Anafase II

B- Anafase I

C- Metáfase II

1.2. B, C e A

1.3.1. 1. Cromatídios

2. Centrómero

3. Ponto de quiasma

1.3.2. Bivalente / Cromossoma homólogo

1.3.3. *Crossing-over*

1.3.4. A resposta deve conter os seguintes tópicos:

- Com a ocorrência dos pontos de quiasma (contacto entre cromatídios de cromossomas homólogos) há possibilidade de ocorrer *crossing-over*.
- Havendo *crossing-over* (trocas de porções entre cromossomas homólogos) há maior variabilidade genética na descendência.

Níveis de organização lógico-temática

Organização	Nível 3	Nível 2	Nível 1
Conteúdo			
A resposta contempla os 2 tópicos.	6	5	4
A resposta contempla apenas 1 tópico.	3	2	1

1.3.5. A e C

1.4. A resposta deve conter os seguintes tópicos:

- Apresenta a ocorrência de *crossing-over* visível no aspecto dos cromossomas;
- Presença de duas anafases (I e II) o que implica ocorrência de duas divisões.

(Estes dois aspectos são exclusivos da meiose).

Fig. 23 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

Níveis de organização lógico-temática

Organização \ Conteúdo	Nível 3	Nível 2	Nível 1
A resposta contempla os 2 tópicos.	6	5	4
A resposta contempla apenas 1 tópico.	3	2	1

2.1. A- 7

B- 3

C- 6

D-1

2.2. A resposta deve conter os seguintes tópicos:

- Em 3 e em 7, ocorre redução da quantidade de DNA;
- Em 3 (anafase I), ocorre redução da quantidade de DNA de 4Q para 2Q, devido à separação dos cromossomas homólogos para pólos opostos;
- Em 7 (anafase II), ocorre nova redução da quantidade de DNA de 2Q para Q porque os cromossomas (anteriormente com dois cromatídios) passam a ser constituídos por um cromatídio.

Descriptor		Cotação (pontos)
Níveis	A resposta contempla três tópicos Redacção coerente. Utilização de linguagem científica adequada.	8
	A redacção contempla três tópicos Redacção coerente. Utilização de linguagem científica não adequada Ou Redacção não coerente. Utilização de linguagem científica correcta.	6
	A resposta contempla dois tópicos Redacção coerente. Utilização de linguagem científica adequada.	5
	A redacção contempla dois tópicos Redacção coerente. Utilização de linguagem científica não adequada Ou Redacção não coerente. Utilização de linguagem científica correcta.	4
	A resposta contempla apenas um tópico Utilização de linguagem científica adequada.	2
	A resposta contempla um tópico Utilização de linguagem científica não adequada.	1

Fig. 23 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

3.1. Opção C

3.2. Opções D e/ou E

4. 1-B

2-B

3-D

4-B

5-A

6-C

7-D

8-C

9-C

Nº de afirmações correctas	Cotação (pontos)
8 ou 9	9
5 ou 6 ou 7	6
2 ou 3 ou 4	3
0 ou 1	0

5.1. A resposta deve conter os seguintes tópicos:

- Com a ocorrência da fecundação (união de duas células) ocorre a duplicação cromossómica;
- A meiose reduz o número de cromossomas para metade, permitindo manter constante o número de cromossomas de cada espécie ao longo das gerações.

Níveis de organização lógico-temática

Organização	Nível 3	Nível 2	Nível 1
Conteúdo			
A resposta contempla os 2 tópicos.	6	5	4
A resposta contempla apenas 1 tópico.	3	2	1

Fig. 23 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Biologia - Reprodução (continuação).

2.3.2. Geologia – Rochas sedimentares

Ficha de avaliação diagnóstica de Geologia

1. Resolve o crucigrama com a chave que se segue.

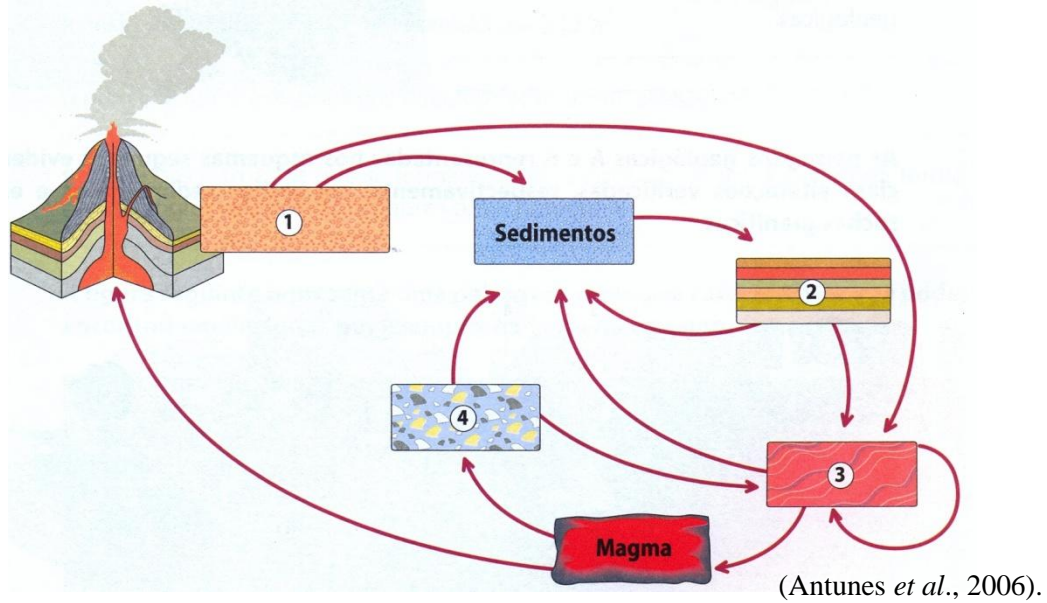
1. É uma propriedade manifestada por alguns minerais que tendem a partir-se segundo direcções bem definidas, características desse mineral.
2. São constituídas por minerais.
3. Substâncias sólidas, homogéneas, cristalinas, formadas na natureza sem intervenção do Homem.
4. Os minerais fazem parte da sua constituição.
5. Formados sem intervenção do Homem.
6. Também se designa traço.
7. No granito é fanerítica.
8. Da sua composição também fazem parte os minerais.
9. Alguns minerais apresentam-se sob esta forma e, geralmente, são muito belos.
10. A composição química dos minerais possui esta característica.
11. É o mineral mais duro da natureza.
12. Permite, conjuntamente com outras características, classificar um mineral.
13. Denominação de uma escala de dureza dos minerais.



(Antunes *et al.*, 2006).

Fig. 24 - Ficha de avaliação diagnóstica de Geologia - Rochas sedimentares.

2. O esquema que se segue representa o ciclo das rochas



2.1. Complete o esquema.

1- _____

3- _____

2- _____

4- _____

2.2. Diga o que entende por ciclo das rochas.

3. Para que se forme uma rocha sedimentar é necessário que se verifiquem diferentes fases, esquematizadas na figura que se segue.



3.1. Identifique as fases representadas pelos números 1 a 4.

3.2. Explique em que consiste a fase identificada com o nº1.

3.3. Explique em que consiste a fase identificada com o nº3.

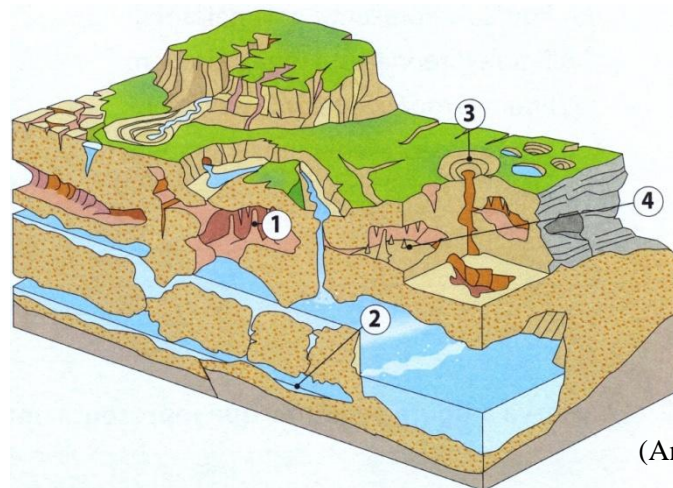
(Ramos & Albuquerque, 2006).

Fig. 24 - Ficha de avaliação diagnóstica de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

4. A cada uma das classificações da coluna I faça corresponder as rochas da coluna II.

Coluna I	Coluna II
	1- Argila
	2- Calcário conquífero
	3- Carvão
A- Rochas sedimentares detriticas	4- Areias
B- Rochas sedimentares de origem química	5- Sal-gema
C- Rochas sedimentares biogénicas	6- Gesso
	7- Calcário comum
	8- Arenito

5. A figura seguinte representa várias formações geológicas de uma paisagem calcária característica que pode encontrar em Portugal.



(Antunes *et al.*, 2006).

5.1. Legenda a figura.

1- _____

3- _____

2- _____

4- _____

5.2. Indique a designação da paisagem representada na figura.

5.3. Indique o principal agente responsável pela formação destas paisagens.

Antunes, C., Bispo, M. & Guindeira, P. (2006). Novo Descobrir a Terra 7 - Caderno de actividades. Areal Editores, Porto.

Ramos, J. C. & Albuquerque, F. (2006). Geovida - Terra no Espaço, Terra em Transformação - Caderno de actividades. Lisboa Editora, Lisboa.

Fig. 24 - Ficha de avaliação diagnóstica de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

Correcção da ficha de avaliação diagnóstica de Geologia

1. 1-Clivagem, 2-Rochas, 3-Minerais, 4-Solo, 5-Naturais, 6-Riscas, 7-Textura, 8-Crusta, 9-Cristais, 10-Definida, 11-Diamante, 12-Dureza, 13-Mohs.

2.1. 1- Rocha magmática vulcânica 3- Rocha metamórfica
2- Rocha sedimentar 4- Rocha magmática plutónica

2.2. O ciclo das rochas é um ciclo contínuo de transformações a que as rochas estão sujeitas e que demora, geralmente, muitos milhões de anos.

3.1. 1- Meteorização 3- Sedimentação
2- Transporte 4- Diagéneze

3.2. A meteorização constitui a primeira fase de formação de uma rocha sedimentar e é desencadeada pelos agentes erosivos; pode ser subdividida em meteorização mecânica, que corresponde à desagregação física da rocha, e em meteorização química que diz respeito à alteração da composição química da rocha.

3.3. A sedimentação consiste na acumulação de sedimentos que ocorre geralmente em zonas deprimidas (como o fundo do mar ou de um lago).

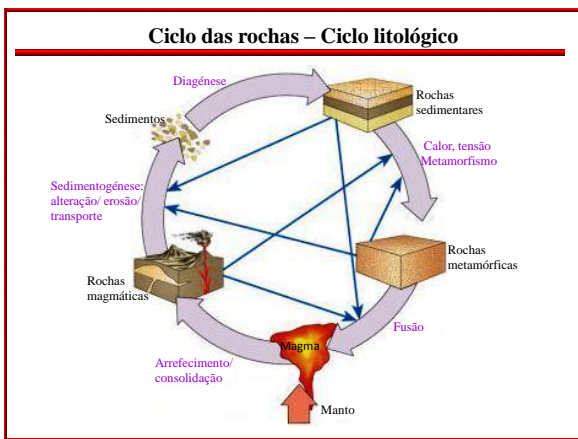
4. A-1, 4, 8 B-5, 6, 7 C-2,3

5.1. 1- Estalagmite 3- Algar
2- Curso de águas 4- Gruta

5.2. Cárstica

5.3. A água

Fig. 25 - Correção da ficha de avaliação diagnóstica de Geologia - Rochas sedimentares.



Meteorização Física

Ação da água e Ação do gelo ou crioclastia

- a água é o factor mais importante da alteração;
- variação cíclica do teor em água das rochas (aumento e retração do volume);
- variação cíclica da temperatura da água (aumento e retração do volume das fissuras existentes nas rochas);
- as tensões provocadas pela sua acção pode levar a fracturação/fragmentação e eventualmente a desagregação do material rochoso

Meteorização Física

Alívio da pressão

- formação de esfoliações e domos:
- . separação das rochas segundo superfícies planas ou curvas;
- . quando as rochas formadas em profundidade são aliviadas da pressão suprajacente, expandem-se à superfície enquanto que a parte profunda continua sob pressão;
- . a expansão produz diáclases paralelas à superfície que favorecem a separação do maciço rochoso.

Nas regiões graníticas podem formar-se domos como, por exemplo, na serra da Peneda (A), que resultam de rochas mais resistentes à meteorização (B).

Meteorização Química

Meteorização química

- instabilidade da estrutura dos minerais formados em profundidades, nas condições superficiais;
- remoção ou introdução de elementos químicos na sua estrutura interna;
- conversão noutros minerais mais estáveis ou em produtos solúveis;
- água, oxigénio, dióxido de carbono são agentes de meteorização química;
- substâncias produzidas pelos seres vivos são agentes de meteorização bioquímica.

Transporte

Modificações ao longo do transporte

GRAU DE ARREDONDAMENTO

GRANDSSELEÇÃO

Diagenese

Principais processos que ocorrem durante a diagenese

Fig. 26 - Exemplos de PowerPoints utilizados durante as aulas de Geologia - Rochas sedimentares.

Classificação das rochas sedimentares

Classificação das rochas sedimentares

- constituem uma fina camada da crosta terrestre;
- representam 75% das rochas expostas à superfície;
- classificação baseada em dois critérios:
 - . composição química e mineralógica;
 - . gênese dos sedimentos que as originaram.

Tipos de sedimentos	Origem	Tipo de rocha
Detritos	Física e química	Detrítica
Substâncias dissolvidas na água	Química	Quimiogénica
Seres vivos ou resultante da sua actividade	Biológica	Biogénica

Rochas sedimentares detríticas

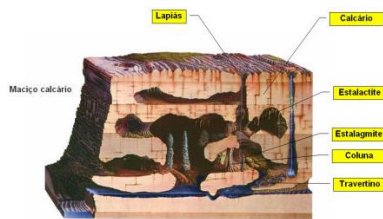
Classificação química de Udden e Wentworth (simplificada)

Designação do detrito	Dimensões (mm)	Designação do sedimento	Rocha consolidada
Balastos	Grosseiro > 2 mm	Cascalheira de elementos angulosos	Brecha
		Cascalheira de elementos rolados	Conglomerado
Areia	Médio $\frac{1}{16}$ a 2 mm	Areia	Arenito ou grés
Silte ou limo	Fino $\frac{1}{16}$ a $\frac{1}{256}$ mm	Silte	Siltito
Argilas ¹	Muito fino < $\frac{1}{256}$ mm	Argila	Argilito

Rochas sedimentares quimiogénicas

Rochas carbonatadas ou calcários de precipitação

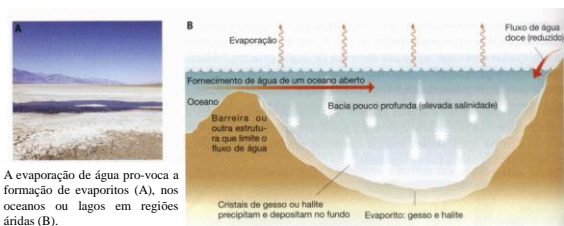
- formados por precipitação de CaCO_3 , dando origem a calcite;
- modelação do calcário pelas águas acidificadas:
 - . lapiaz;
 - . grutas calcárias.



Rochas sedimentares quimiogénicas

Rochas salinas ou evaporitos

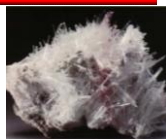
- formados por precipitação de sais dissolvidos;
- precipitação provocada pela evaporação de:
 - . águas marinhas retidas em lagoas;
 - . águas salgadas de lagos de zonas áridas.



Rochas sedimentares quimiogénicas

Gesso

- quimicamente é sulfato de cálcio hidratado;
- formado por:
 - . cristais transparentes;
 - . massas brancas ou amareladas, com aspectos diferentes.
- utilização: indústria do cimento, estuques e ornamentação de paredes, escultura, odontologia, etc.



Gesseira de Soure

Formação e Tipos de Produtos Petrolíferos

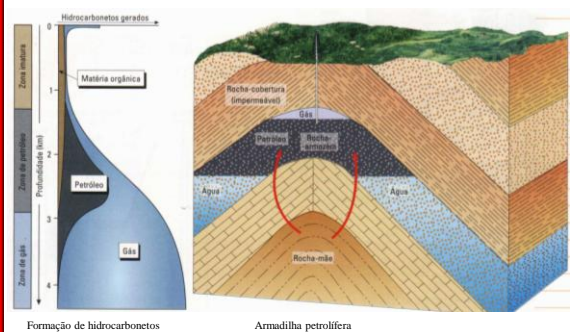


Fig. 26 - Exemplos de PowerPoints utilizados durante as aulas de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

A meteorização química – Acção dos seres vivos

Os seres vivos também influenciam a ocorrência de meteorização química. Assim, as raízes das árvores (figura 1), para além de promoverem a meteorização mecânica, contribuem para o aumento da circulação de água no solo e libertam elevadas quantidades de dióxido de carbono, permitindo diminuir o pH e aumentar a hidrólise ou dissolução dos minerais. Os restantes seres vivos, que habitam no solo e subsolo, também contribuem para a meteorização, pois são responsáveis pela mobilização do material, expondo-o à água e ao ar atmosférico (por exemplo através da construção de galerias/tocas) (figura 2).

Dada a intervenção dos seres vivos no processo de decomposição dos minerais, usa-se, muitas vezes, a expressão meteorização bioquímica para este processo.



Fig. 1- Acção das raízes das árvores.

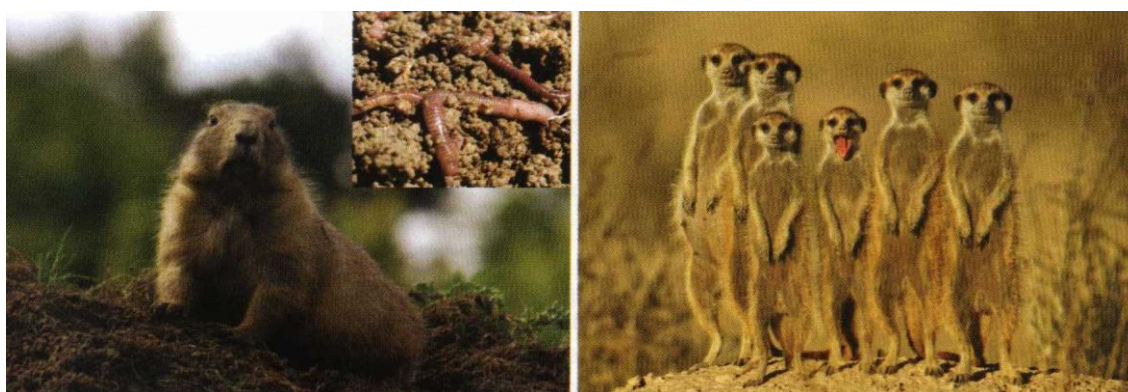


Fig. 2- Muitos animais que habitam o solo contribuem para a meteorização química.

(Silva *et al.*, 2008)

Silva, J. C., Ribeiro, E. & Oliveira, O. (2008). Desafios – Biologia e Geologia, Vol. 2. Edições ASA, Porto.

Fig. 27 - Exemplo de ficha complementar/informativa de Geologia - Rochas sedimentares.

Quais as informações fornecidas pelos estratos?

O perfil estratigráfico apresentado resultou de um depósito fluvial formado há vários milhões de anos. O local em que afloram estas rochas caracteriza-se por ser um deserto onde não existe actualmente nenhum curso de água capaz de originar os depósitos agora descobertos pelos cientistas.



45 Perfil estratigráfico.

1. Identifique os sedimentos que foram depositados pelo rio.
2. Indique, justificando, a ordem de deposição dos diferentes estratos.
3. Os depósitos apresentados sofreram diagénese. Comente a afirmação.
4. Colocando-se no papel de um geólogo, responda às seguintes questões:
 - a. Como varia a granulometria dos sedimentos ao longo do tempo?
 - b. A que se deve a variação detectada?
 - c. Em que medida, o perfil representado indica que o rio que formou os depósitos drenava uma região que apresentava temperaturas amenas responsáveis pela intensa meteorização química?
 - d. Em que secção do rio (troço superior, médio ou inferior) terá ocorrido a formação dos depósitos?
 - e. Que estudos efectuar para obter informações sobre as rochas parentais que originaram os sedimentos depositados?

5. Comente criticamente a afirmação: “A sequência apresentada representa um acontecimento contínuo de deposição”.

6. Em síntese, resuma a história geológica regional com base no registo estratigráfico apresentado.

(Silva *et al.*, 2008)

Silva, J. C., Ribeiro, E. & Oliveira, O. (2008). Desafios – Biologia e Geologia, Vol. 2. Edições ASA, Porto.

Fig. 28 - Exemplo de ficha de trabalho de Geologia - Rochas sedimentares.

Correcção da ficha de trabalho - Quais as informações fornecidas pelos estratos?

1. Da base para o topo: balastros – areias – siltes – argilas (sentido granulométrico).

2. Os primeiros estratos formados são os que se encontram na base da sequência, enquanto os mais recentes se encontram no topo. Assim, na base depositaram-se os sedimentos detríticos mais grosseiros (balastros e areias) e no topo os mais finos (siltes e argilas).

3. A afirmação está correcta pois os sedimentos encontram-se agregados sob a forma de rochas sedimentares consolidadas que tiveram que sofrer um processo de diagénese.

4.

a. Diminui.

b. Redução da capacidade de transporte.

c. As temperaturas amenas são importantes para incrementar a meteorização química que é revelada pela presença de minerais de argila, de reduzidas dimensões, que resultam do processo de meteorização química. Em ambiente com reduzidas temperaturas, a meteorização física é predominante.

d. Troço médio porque o agente de transporte perde a capacidade de transportar balastros. A redução da capacidade de transporte (por exemplo, a redução do caudal na época de estiagem) poderá permitir a deposição de materiais mais finos.

e. Analisar, detalhadamente, os balastros e areias presentes no depósito, determinando a sua litologia e grau de meteorização e estudar os minerais de argila e inferir sobre as rochas iniciais (composição, mineralogia, localização, condições ambientais que se encontram expostas).

5. A sequência não corresponde a um fenómeno contínuo de deposição, pois a deposição de areias não foi contínua, existindo fenómenos de erosão que estão registados no topo do estrato de arenitos e que indicam pausas no processo de deposição.

Fig. 29 - Correcção da ficha de trabalho de Geologia - Rochas sedimentares.

6. Um rio, provavelmente no seu percurso médio, possui elevada capacidade de transporte e deposita materiais mais grosseiros misturados com alguns materiais mais finos. Provavelmente, a redução do caudal do rio diminui a sua capacidade de transporte de areias. No topo da camada de arenito ocorreu um processo de erosão e deposição de novo material arenoso com uma estratificação diferente das camadas inferiores. A redução da capacidade de transporte levou à deposição de materiais mais finos, que se formaram por processos de meteorização intensa. Desde a sua formação até à actualidade, as condições climáticas mudaram e a região tornou-se mais árida e sem escoamento superficial nas proximidades do depósito.

Fig. 29 - Correção da ficha de trabalho de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

Actividade prática

Qual o efeito das águas com dióxido de carbono sobre os calcários?

Montou-se um dispositivo experimental de acordo com a figura 1.

Tubo A – água destilada;

Tubo B – água + calcite reduzida a pó;

Tubo C – água + calcite + CO₂;

Tubo C' – tubo C após aquecimento.

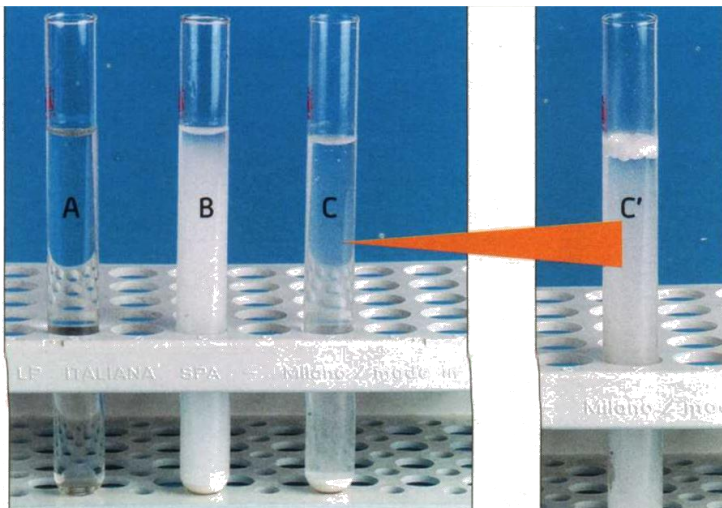
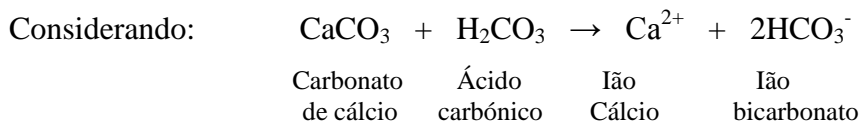


Fig. 1- Dispositivo experimental
(Silva *et al.*, 2008).

Discussão

1. Indique qual o tubo a partir do qual se pode concluir que:

- A elevação da temperatura provoca a precipitação de carbonato de cálcio: ____.
- O carbonato de cálcio não é solúvel na água destilada: ____.
- A água com CO₂ reage com o carbonato de cálcio, formando um produto solúvel: ____.

2. Com base nos resultados, explique como é que na natureza se podem formar calcários quimiogénicos.

3. Com base nos resultados e através de um esquema, explique como é que se formam as estalactites.

Silva, A.D., Santos, M. E., Gramaxo, F., Mesquita, A. F., Baldaia, L. & Félix, J. M. (2008). Terra, Universo de Vida – 1ª Parte Biologia. Porto Editora, Porto.

Fig. 30 - Actividade prática de Geologia - Rochas sedimentares.

Correcção da actividade prática

1. Indique qual o tubo a partir do qual se pode concluir que:
 - a. A elevação da temperatura provoca a precipitação de carbonato de cálcio: C´.
 - b. O carbonato de cálcio não é solúvel na água destilada: B.
 - c. A água com CO₂ reage com o carbonato de cálcio, formando um produto solúvel: C.

2. Com base nos resultados, explique como é que na natureza se podem formar calcários quimiogénicos.
 - As águas podem transportar hidrogenocarbonato de cálcio em solução.
 - Em determinadas condições, por exemplo, devido a variações de temperatura, o hidrogenocarbonato pode precipitar sob a forma de carbonato de cálcio.
 - A deposição e cimentação do carbonato de cálcio formam calcário.

3. Com base nos resultados e através de um esquema, explique como é que se formam as estalactites.
 - As águas que circulam no interior das grutas transportam hidrogenocarbonato de cálcio que, em determinadas condições, pode precipitar sob a forma de carbonato de cálcio e depositar-se, formando calcários de precipitação.
 - Na água que goteja do tecto de uma gruta, cada gota abandona no local de desprendimento uma película de carbonato de cálcio (CaCO₃) que, por acumulação sucessiva, ao longo de muitos milhares de anos, forma estruturas pendentes chamadas estalactites.

Fig. 31 – Correcção da actividade prática de Geologia - Rochas sedimentares.

Ficha de avaliação de conhecimentos

(...)

Grupo II

1. Em zonas oceânicas distintas, foram recolhidas duas amostras de formações sedimentares (A e B), com a mesma massa. Em laboratório, foi feito o estudo granulométrico dessas amostras. A separação dos sedimentos, nas duas amostras, fez-se recorrendo a uma coluna de crivos, cujas malhas, rigorosamente calibradas, eram cada vez mais finas, do topo para a base da coluna. Os sedimentos ficaram retidos nos crivos de acordo com as dimensões que apresentavam. Os resultados do estudo estão expressos no gráfico da Figura 2. Na tabela I, encontram-se as designações dos diferentes sedimentos, de acordo com as suas dimensões.

Tabela I – Escala de Udden e Wentworth

Designação dos sedimentos	Dimensões (mm)
Areão	2 - 8
Areia grosseira	0,5 - 2
Areia média	0,1 - 0,5
Areia fina	0,06 - 0,1
Silte	0,004 - 0,06
Argila	Inferior a 0,004

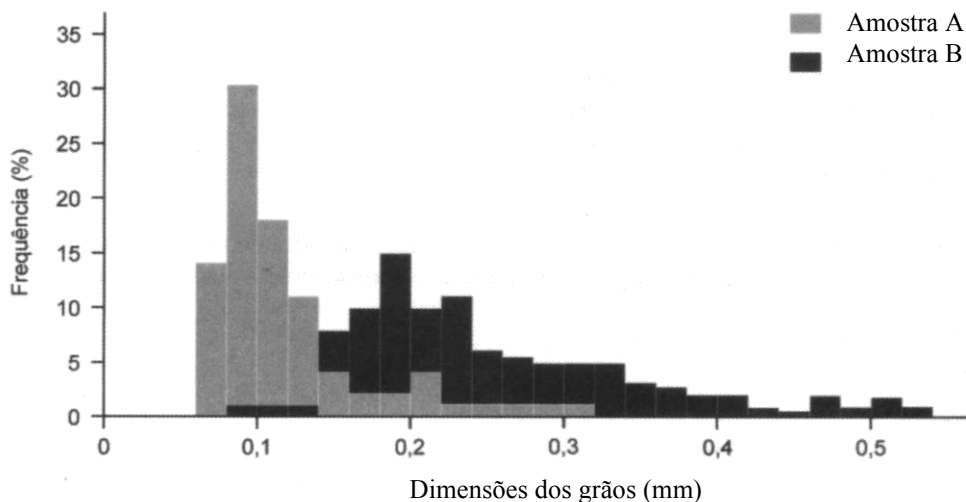


Fig. 2- Resultados do estudo (Adaptado de Cunha & Fragoiro, 2008).

1.1. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes, relativas à interpretação dos resultados do estudo. (9 pontos)

- A. A amostra B revela maior homogeneidade granulométrica do que a amostra A.
- B. As amostras A e B apresentam a mesma percentagem de areias.
- C. A amostra B é essencialmente constituída por detritos de dimensões inferiores a 0,2 mm.
- D. A amostra A é mais bem calibrada do que a amostra B.
- E. A amostra A apresenta maior percentagem de areia fina do que a amostra B.
- F. Os detritos da amostra A foram depositados num ambiente de elevada energia.
- G. A amostra B é constituída por elevada percentagem de argila.
- H. Na amostra A, não há grãos de dimensões inferiores a areias.

1.2. Seleccione a alternativa que completa a frase seguinte, de modo a obter uma afirmação correcta. (5 pontos)

O objectivo do procedimento laboratorial foi determinar _____.

- A. (...) as fases de formação das rochas detríticas.
- B. (...) a composição química dos detritos das amostras.
- C. (...) o agente de meteorização dos detritos.
- D. (...) a distribuição granulométrica de cada uma das amostras.

1.3. As afirmações seguintes dizem respeito à metodologia experimental utilizada. Seleccione a alternativa que as avalia correctamente. (5 pontos)

- 1. A separação dos grãos foi feita por processos mecânicos.
- 2. Os grãos de maiores dimensões ficaram retidos nos crivos de topo da coluna.
- 3. Nos crivos, a distribuição granulométrica da amostra A teve maior dispersão que a da amostra B.

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

1.4. Explique, com base no conceito de porosidade e nos resultados do estudo granulométrico, apresentados no gráfico da Figura 2, a diferença de porosidade das duas amostras. (10 pontos)

Fig. 32 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

2. Nas grutas do maciço calcário do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros vive uma espécie rara de escaravelho predador designado *Trechus machadoi*. Tem apenas 5 mm de comprimento e vive em cavidades abaixo do solo, entre 20 e 120 metros de profundidade. A espeleóloga Sofia Reboleira afirma que “esta espécie vive abaixo do solo, em fendas e cavidades, mas só nas grutas a conseguimos observar; são janelas para a observação da fauna”. Em sete meses de trabalho de campo, esta bióloga observou 30 exemplares, uma amostra reduzida quando se trata de insectos.

2.1. Selecciona a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)

2.1.1. As rochas onde vivem os escaravelhos são de origem _____ e resultaram de reacções de _____.

- A. (...) sedimentar (...) sedimentogénese.
- B. (...) sedimentar (...) diagénese.
- C. (...) sedimentar (...) precipitação.
- D. (...) sedimentar (...) recristalização.

2.1.2. O mineral predominante nestes maciços é constituído, principalmente, por _____.

- A. (...) carbonato de cálcio.
- B. (...) sulfato de cálcio.
- C. (...) hidróxido de cálcio.
- D. (...) bicarbonato de cálcio.

2.2. Explique como se formam as fendas e cavidades onde vivem os escaravelhos *Trechus machadoi*. (20 pontos)

Grupo III

1. Outrora a humanidade pôde dar-se ao luxo de extrair, produzir e consumir sem se preocupar com o desperdício. Os recursos naturais pareciam inesgotáveis. Este processo, porém, mudou irreversivelmente, transformando o progresso quase forçado em evolução quase caótica. A natureza, que assimilava sem traumas as necessidades de um desenvolvimento controlado, hoje mostra-se totalmente vulnerável às mega-agressões de uma população que, neste impreciso período, dobrou, triplicou e logo vai quadruplicar.

Fig. 32 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

1.1. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação seguinte. (10 pontos)

1.1.1. Sobre o petróleo, recurso energético presente nas rochas da crosta terrestre, podemos afirmar que _____.

- A. (...) é uma mistura natural de hidrocarbonetos líquidos e sólidos.
- B. (...) é uma mistura natural de hidrocarbonetos sólidos, líquidos e gasosos.
- C. (...) é uma mistura complexa de átomos de hidrogénio e de carbono reproduzível em laboratório.
- D. (...) tende a passar da rocha-mãe para a rocha-armazém por ter maior densidade que os restantes fluidos.

1.1.2. O carvão mineral _____.

- A. (...) possui poder calorífico ou energético que está directamente relacionado com o maior ou menor teor de carbono.
- B. (...) encontrado em Portugal, em virtude da boa qualidade e do alto poder energético, coloca o país entre os principais exportadores mundiais deste produto.
- C. (...) forma-se em terrenos cristalinos a partir da consolidação do magma existente no interior da litosfera.
- D. (...) antracite é muito comum e abundante e é o tipo de carvão mineral que apresenta o menor teor calorífico.

(...)

Grupo IV

(...)

3. A figura 5 mostra um método para determinar uma propriedade dos minerais. Os minerais em causa são a galena e a calcite.

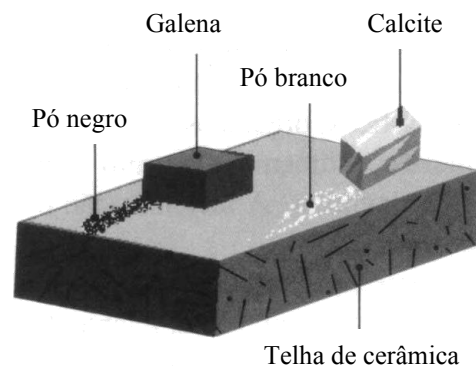


Fig. 5- Método que permite determinar uma propriedade dos minerais (Cunha & Fragoeiro, 2008).

3.1. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação. (5 pontos)

A figura alude a uma propriedade _____ dos minerais designada por _____.

- A. (...) física (...) risca ou traço.
- B. (...) química (...) dureza.
- C. (...) física (...) brilho.
- D. (...) química (...) densidade.

4. Estalactites e estalagmites têm origem na precipitação e solidificação de carbonato de cálcio que se encontra dissolvido na água. Seleccione a alternativa que completa correctamente a afirmação. (5 pontos)

O grupo de rochas a que as estalactites e estalagmites estão associadas é às _____.

- A. (...) rochas sedimentares de origem química, isto é, formadas pela deposição de sedimentos por processos químicos.
- B. (...) rochas sedimentares de origem química, formadas pela acumulação de detritos orgânicos.
- C. (...) rochas sedimentares detríticas, formadas pela decomposição e deposição de detritos de rochas preexistentes.
- D. (...) rochas sedimentares de origem orgânica, formadas pela acumulação de detritos orgânicos.

Cunha, F. & Fragoeiro, M. P. (2008). Exercícios de Biologia e Geologia. Editorial Presença, Lisboa.

Fig. 32 - Ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

Correcção da ficha de avaliação de conhecimentos

Grupo II

1.1. **Verdadeiro** - B, D, F e G.

Falso - A, C, E e H.

Nº de afirmações correctas	Cotação (pontos)
7 ou 8	9
5 ou 6	6
3 ou 4	3
0 ou 1 ou 2	0

1.2. O objectivo do procedimento laboratorial foi determinar **a distribuição granulométrica de cada uma das amostras.**

1.3. **1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.**

1.4. A resposta deve contemplar os seguintes tópicos:

- sendo a porosidade o volume de espaços/de vazios presentes numa rocha, ela é condicionada pela calibração/selecção dos sedimentos;

- como a amostra A apresenta melhor calibração de detritos, tem mais espaços, logo, tem maior porosidade do que a amostra B.

ou em alternativa:

- como a amostra B apresenta pior calibração de detritos, tem menos espaços, logo, tem menor porosidade do que a amostra A.

Fig. 33 - Correcção da ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares.

Níveis de organização lógico-temática

Conteúdo \ Organização	Classificação (pontos)
A resposta: • aborda os dois tópicos de referência; • apresenta organização coerente dos conteúdos; • aplica linguagem científica adequada.	10
A resposta: • aborda os dois tópicos de referência; • apresenta falhas de coerência na organização dos conteúdos; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica.	8
A resposta: • aborda um dos tópicos de referência; • aplica linguagem científica adequada.	5
A resposta: • aborda um dos tópicos de referência; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica.	3

2.1.1. As rochas onde vivem os escaravelhos são de origem **sedimentar** e resultaram de reacções de **precipitação**.

2.1.2. O mineral predominante nestes maciços é constituído, principalmente, por **carbonato de cálcio**.

2.2. A resposta deve contemplar os seguintes tópicos:

- a água das chuvas, ao atravessar a atmosfera e o solo, adquire CO₂ e torna-se acidificada;
- os maciços calcários sofrem a acção de águas acidificadas – meteorização química;
- a água transporta as substâncias dissolvidas deixando sulcos, galerias e cavidades onde ficam depositadas as substâncias insolúveis e onde os escaravelhos podem encontrar o seu habitat;
- a meteorização física acelera este conjunto de fenómenos.

Níveis de organização lógico-temática

Conteúdo \ Organização	Organização		
	Nível 3	Nível 2	Nível 1
A resposta contempla os 4 tópicos.	20	19	18
A resposta contempla os 3 tópicos.	16	15	14
A resposta contempla os 2 tópicos.	11	10	9
A resposta contempla apenas 1 tópico.	7	6	5

Fig. 33 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

Grupo III

1.1.1. Sobre o petróleo, recurso energético presente nas rochas da crosta terrestre, podemos afirmar que **é uma mistura natural de hidrocarbonetos sólidos, líquidos e gasosos.**

1.1.2. O carvão mineral **possui poder calorífico ou energético que está directamente relacionado com o maior ou menor teor de carbono.**

(...)

Grupo IV

(...)

3. A figura alude a uma propriedade **física** dos minerais designada por **risca ou traço.**

4. O grupo de rochas a que as estalactites e estalagmites estão associadas é às **rochas sedimentares de origem química, isto é, formadas pela deposição de sedimentos por processos químicos.**

Fig. 33 - Correção da ficha de avaliação de conhecimentos de Geologia - Rochas sedimentares (continuação).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados foram obtidos a partir da aplicação dos instrumentos (fichas de avaliação diagnóstica, fichas de avaliação de conhecimentos e testes intermédios), da realização de actividades práticas, e na avaliação das práticas lectivas.

3.1. Biologia - Reprodução

3.1.1. Avaliação diagnóstica

A análise dos resultados da ficha de avaliação diagnóstica (figuras 14 e 15) permitiu concluir que: 1) os alunos revelaram ter poucos conceitos; 2) os que responderam à questão de resposta aberta (7), demonstraram ter dificuldades na expressão escrita; e 3) vários alunos (até 8, como é o caso da pergunta 3) não responderam à perguntas, mesmo sendo algumas de escolha múltipla ou verdadeiras e falsas (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados da ficha de avaliação diagnóstica sobre reprodução.

Questão \ Resposta	1	2	3	4	5	6	7.1	8.1	9.1	9.2	10
Completa	9	6	0	1	0	2	5	8	2	4	1
Incompleta	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	3
Incorrecta	3	6	3	12	2	10	8	3	7	5	3
Não respondeu	1	1	8	0	6	1	0	2	4	4	6

3.1.2. Actividade prática laboratorial

A análise da actividade laboratorial “Estruturas reprodutoras de plantas com flor e das suas células em meiose” (figura 20 e 21) foi baseada nos resultados do relatório desta actividade (Tabela 4).

Assim, verificou-se que: 1) nem todos os alunos respeitaram os critérios exigidos para a realização do relatório, tendo alguns (4) tido 0 pontos nos objectivos, na fundamentação teórica, na discussão dos resultados e na bibliografia. Este facto explica em parte os resultados negativos deste relatório, em que só 3 alunos obtiveram nota positiva; 2) os alunos revelaram dificuldades na preparação das amostras, tendo-as queimado algumas vezes, e no manuseamento do microscópio; 3) os alunos demonstraram grandes dificuldades nas esquematizações das observações microscópicas e 3 deles não realizaram

qualquer esquema; e 4) a maioria dos alunos revelou dificuldades em estruturar a fundamentação teórica e em interpretar os dados obtidos.

Tabela 4 - Avaliação do relatório da actividade laboratorial de Biologia.

Parâmetro	Aluno													
	Cotação (pontos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Objectivos	20	15	-	0b)	15	3	20	15	-	5	-	0b)	5	15
Fundamentação teórica	30	15	-	5	20	0	20	0b)	-	10	-	5	5	25
Material utilizado	5	5	-	3	5	3	5	4	-	5	-	5	5	5
Procedimentos	10	8	-	5	8	5	10	8	-	10	-	8	8	10
Resultados	55	35	-	20	5	20	25	35	-	25	-	25	5	45
Discussão/Conclusão	55	45	-	10	10	10	35	0b)	-	10	-	10	35	25
Bibliografia	10	5	-	0b)	5	3	8	8	-	10	-	0b)	0b)	8
Apresentação	15	15	-	10	10	10	15	15	-	15	-	10	10	15
Total	200	142	a)	53	78	54	138	85	0c)	90	a)	63	73	148

a) alunos que faltaram à aula; b) aluno que não respondeu; c) aluno que não entregou o relatório.

3.1.3. Avaliação de conhecimentos

Relativamente aos conceitos de reprodução sexuada e reprodução assexuada (figuras 21 e 22), os resultados (Tabela 5) mostraram que: 1) nas questões de resposta fechada do tipo escolha múltipla, a maioria dos alunos respondeu acertadamente (I.1.1, I.3.1, I.4.1, II.1.1.1, II.1.1.2, II.2.1.1, II.2.1.2, II.3.1), com excepção da questão I.4.2; 2) nas questões de resposta fechada do tipo verdadeiras e falsas (I.2 e II.2.2), os resultados foram inferiores, devido à dificuldade de interpretação; e 3) na questão de resposta aberta (I.5) dois alunos não responderam e dois responderam incorrectamente, tendo a maioria (7) apresentado só um tópico da resposta.

Tabela 5 - Resultados da ficha de avaliação de conhecimentos sobre aos conceitos de reprodução sexuada e assexuada.

Questão / Resposta	Grupo I						Grupo II					
	1.1	2	3.1	4.1	4.2	5	1.1.1	1.1.2	2.1.1	2.1.2	2.2	2.3.1
Completa	13	2	13	13	1	0	13	8	12	13	7	13
Incompleta	0	11	0	0	0	9a)	0	0	0	0	6	0
Incorrecta	0	0	0	0	12	2	0	5	1	0	0	0
Não respondeu	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

a) 7 alunos acertaram num dos tópicos e 2 alunos em dois dos tópicos.

Quanto aos resultados sobre os conceitos de meiose e variabilidade genética (Tabela 6) verificou-se que: 1) nas questões de resposta fechada do tipo escolha múltipla, a maioria dos alunos respondeu acertadamente às questões III.1.1, III.1.2, III.4.1 e IV.3.2 e, erradamente à questão IV.3.1; 2) na questão de resposta fechada do tipo verdadeiro e falso (III.2), devido a uma dificuldade de interpretação, a maioria dos alunos não respondeu correctamente, em todas as alíneas, tendo a resposta sido considerada incompleta; 3) na questão de resposta fechada do tipo ordenamento (III.3), todos os alunos acertaram; 4) na questão de resposta aberta (III.5), 4 alunos não responderam e 7 responderam incorrectamente, devido ao facto de não terem percebido a questão; e 5) nas questões de resposta aberta e resposta curta (IV.1.1, IV.1.2, IV.1.3.1, IV.1.3.2, IV.1.3.3, IV.1.3.5, IV.2.1), a maioria dos alunos respondeu correctamente, enquanto nas restantes questões (IV.1.3.4, IV.1.4, IV.2.2, IV.4 e IV.5.1), a maioria dos alunos respondeu de modo incompleto.

Tabela 6 - Resultados da ficha de avaliação de conhecimentos, sobre aos conceitos de meiose e variabilidade genética.

Resposta		Completa	Incompleta	Incorrecta	Não respondeu
Grupo III	1.1	13	0	0	0
	1.2	13	0	0	0
	1.3	5	0	8	0
	2	3	10	0	0
	3	13	0	0	0
	4.1	11	0	2	0
	5	0	2a)	7	4
Grupo IV	1.1	12	1	0	0
	1.2	12	1	0	0
	1.3.1	11	2	0	0
	1.3.2	12	0	1	0
	1.3.3	13	0	0	0
	1.3.4	0	11	2	0
	1.3.5	8	2	3	0
	1.4	3	9	1	0
	2.1	7	6	0	0
	2.2	1	9	2	1
	3.1	1	0	12	0
	3.2	12	1	0	0
	4	2	11	0	0
	5.1	1	9	1	2

a) número de alunos que acertaram num dos tópicos.

3.1.4. Testes intermédios (avaliação final)

A análise dos resultados dos testes intermédios, realizados em Março e em Maio, (Anexo III, figuras 1, 2, 3 e 4), revelou que: 1) no primeiro teste intermédio (figuras 1 e 2), na questão de resposta fechada I.2 do tipo escolha múltipla, apenas 8 dos alunos responderam correctamente, o que reflecte as suas dificuldades de interpretação; e 2) no segundo teste intermédio (figuras 3 e 4), na questão de resposta fechada IV.4 do tipo escolha múltipla, a maioria dos alunos (7) respondeu incorrectamente.

3.2. Geologia - Rochas sedimentares

3.2.1. Avaliação diagnóstica

A análise dos resultados da ficha de avaliação diagnóstica (figuras 24 e 25) permitiu concluir que: 1) os alunos demonstraram conhecer alguns conceitos, no entanto têm dificuldade em aplicá-los; e 2) nas questões de resposta aberta, os alunos que responderam, continuaram a mostrar dificuldades na expressão escrita e na estruturação das respostas (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultados da ficha de avaliação diagnóstica sobre rochas sedimentares.

Questão \ Resposta	1	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4	5.1	5.2	5.3
Completa	0	5	10	1	2	3	0	0	2	9
Incompleta	3	5	3	4	2	2	3	9	0	0
Incorrecta	7	2	0	5	6	5	10	4	6	3
Não respondeu	3	0	0	3	3	3	0	0	5	1

3.2.2. Atividade prática

Os resultado da actividade prática “Qual o efeito das águas com dióxido de carbono sobre os calcários?” (figura 30 e 31) (Tabela 8) mostraram que: 1) houve uma falta de concentração dos alunos durante a realização da ficha de trabalho; 2) o desempenho dos alunos nas questões de resposta fechada foi satisfatório, tendo a maioria escolhido a alternativa correcta; e 3) através das respostas dadas às questões 2 e 3, conclui-se que os alunos continuaram a ter dificuldades na interpretação dos dados da experiência, bem como na estruturação das respostas.

Tabela 8 - Resultados da actividade prática de Geologia.

Questão \ Resposta	1a	1b	1c	2	3
Completa	13	10	10	0	0
Incompleta	0	0	0	1	6
Incorrecta	0	3	3	7	4
Não respondeu	0	0	0	5	3

3.2.3. Avaliação de conhecimentos

Relativamente aos conceitos de rochas sedimentares (figuras 32 e 33) os resultados (Tabela 9) mostraram que: 1) nas questões de resposta fechada do tipo escolha múltipla, a maioria dos alunos respondeu acertadamente a todas às questões (II.1.2, II.1.3, II.2.1.1, II.2.1.2, III.1.1.2, IV.3.1 e IV.4), com excepção da III.1.1.1; 2) na questão de resposta fechada do tipo verdadeiro e falso (II.1.1), a maioria dos alunos respondeu de forma incompleta, devido à dificuldade de interpretação da tabela e do gráfico; e 3) nas questões de resposta aberta (II.1.4 e II.2.2), vários alunos não responderam, tendo referido não terem percebido o que era pretendido. A maioria dos alunos que tentaram responder, demonstraram dificuldades quanto à organização e estruturação das suas respostas e apresentaram grandes falhas na aplicação da linguagem científica. Na questão II.1.4, 4 dos alunos atingiram um tópico da resposta, enquanto na questão II.2.2 a maioria dos alunos (7) atingiu um a três tópicos da resposta.

Tabela 9 - Resultados da ficha de avaliação de conhecimentos sobre rochas sedimentares.

Questão \ Resposta	Grupo II							Grupo III		Grupo IV	
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1.1	2.1.2	2.2	1.1.1	1.1.2	3.1	4
Completa	1	13	11	0	8	10	0	3	7	12	12
Incompleta	12	0	0	4a)	0	0	7b)	0	0	0	0
Incorrecta	0	0	2	5	5	3	3	10	6	1	1
Não respondeu	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0

a) número de alunos que acertaram num dos tópicos; b) 5 alunos acertaram num tópico, um em dois tópicos e um nos três tópicos.

3.2.4. Teste intermédio (avaliação final)

A análise dos resultados do teste intermédio (Anexo III, figura 3 e 4) revelou que: 1) a questão de resposta fechada III.4 do tipo associação/correspondência foi semelhante à pergunta 4 do teste de avaliação diagnóstica (figuras 3.11 e 3.12), tendo-se verificado uma melhoria dos resultados, o que significa que a maioria dos alunos (10) aprendeu parte dos conceitos; e 2) nas questões de resposta aberta III.5, a maioria dos alunos (12) continuou com dificuldades na organização e estruturação das respostas, deixando-as muito incompletas, tendo 10 alunos apresentado um dos tópicos da resposta e 2 os dois tópicos. Os alunos continuaram a apresentar falhas na aplicação da linguagem científica.

3.3. Práticas lectivas

No sentido de diversificar as estratégias utilizadas na leccionação das duas unidades didáticas, ao longo de 20 aulas, recorreu-se às perspectivas de ensino apresentadas no enquadramento teórico.

Nas práticas lectivas, no sentido de tornar as aulas menos expositivas, foram usados vários recursos (figura 34).

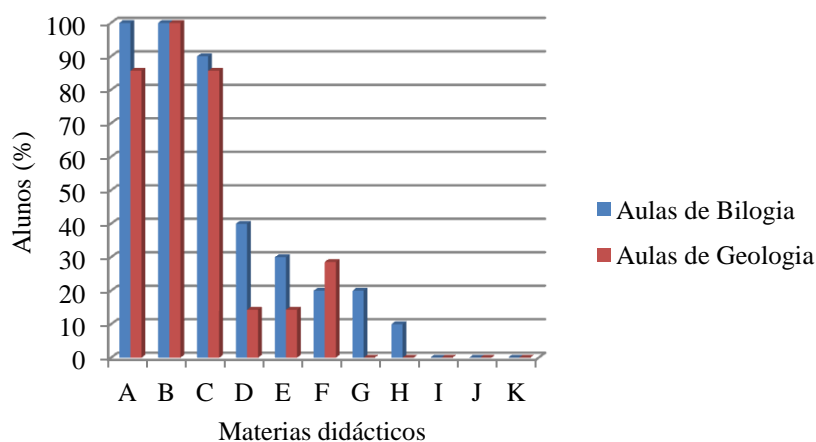


Fig. 34 - Análise dos materiais didáticos usados nas práticas lectivas. A - Manual escolar; B - Quadro negro; C - PowerPoint; D - Ficha de trabalho; E - Outros; F - Caderno de actividades; G - Acetatos; H - Posters; I - Maquetes; J - Filmes; K - Questionários.

3.4. Avaliação das aulas de Biologia e Geologia por parte dos alunos

A avaliação das aulas de Biologia e Geologia resultou do preenchimento de um questionário (Anexo II, figura 1) para cada aula. As figuras relativas a este sub-capítulo apresentam a média das respostas dadas pelos alunos ao longo das 20 aulas em estudo.

3.4.1. Biologia - Reprodução

Nesta unidade, a professora recorreu a uma variedade de materiais, tendo a maioria dos alunos (66,9%) considerado que as aulas foram expositivas (figura 35A).

A maioria dos alunos referiu que os recursos utilizados foram muito úteis (56,1%) e esclarecedores (64,7%) (figuras 35B e 35C), tendo compreendido, parcialmente, as explicações da professora (58,9%) (figura 35D), considerado os registos efectuados no quadro importantes (69,3%) (figura 35E) e os esquemas muito importantes (50,7%) (figura 35F).

Ao serem questionados sobre a pertinência das actividades práticas, apenas 3,9% dos alunos referiram que estes foram pouco esclarecedoras, enquanto os restantes consideraram-nas esclarecedoras (49,6%) e muito esclarecedoras (46,5%) (figura 35G) e que a elaboração do relatório da actividade foi importante para a consolidação dos conhecimentos.

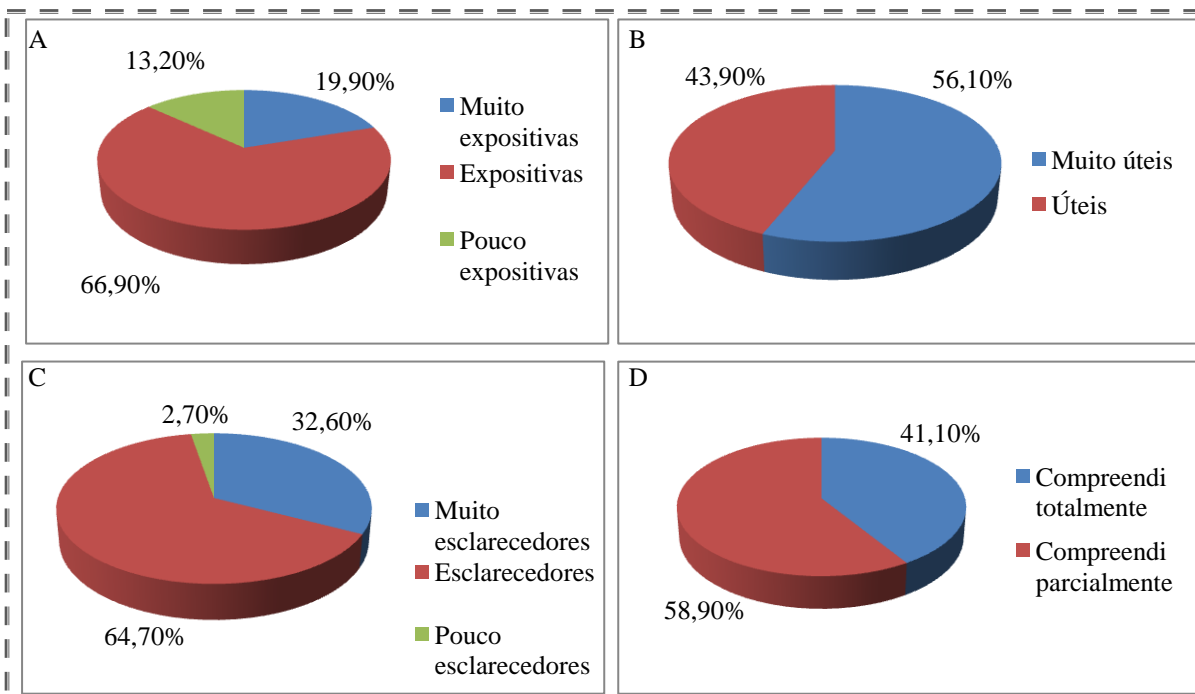


Fig. 35 - Avaliação das práticas lectivas sobre reprodução por parte dos alunos. A - Apresentação dos conteúdos; B e C - Utilidade e clareza dos materiais didácticos; D - Compreensão dos conteúdos; E - Importância da utilização do quadro negro; F - Importância dos esquemas; G - Pertinência das actividades práticas na compreensão dos conceitos.

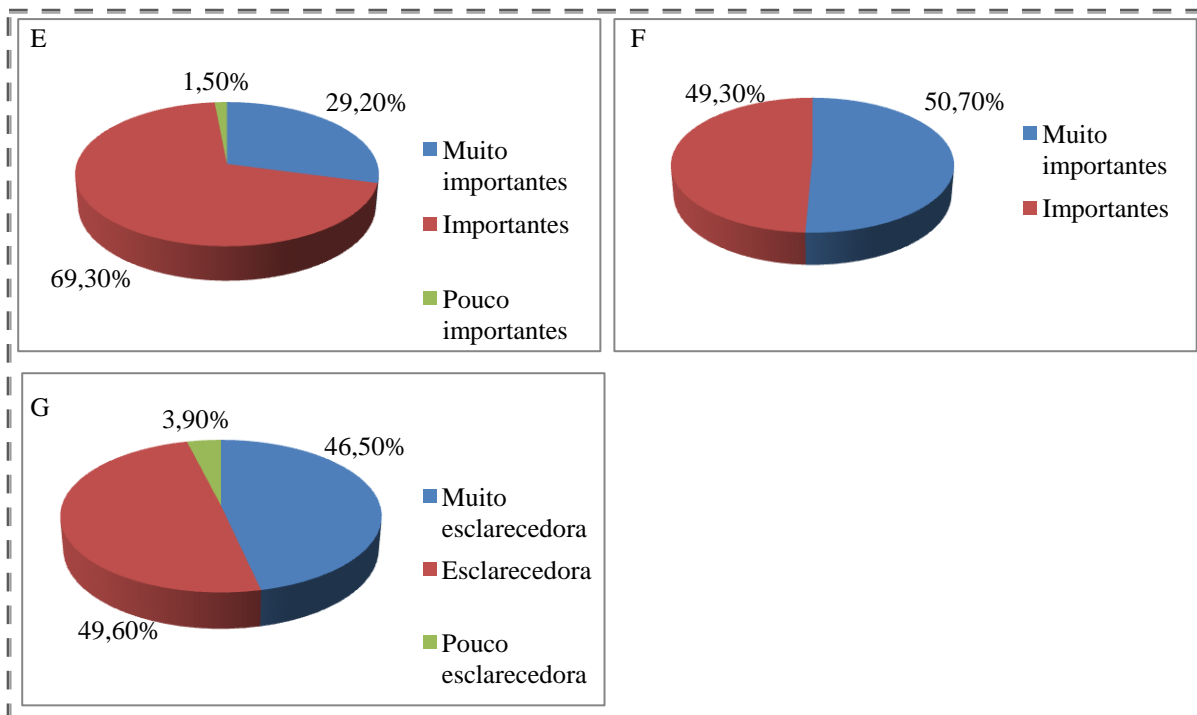


Fig. 35 - Avaliação das práticas lectivas sobre reprodução por parte dos alunos. A - Apresentação dos conteúdos; B e C - Utilidade e clareza dos materiais didácticos; D - Compreensão dos conteúdos; E - Importância da utilização do quadro negro; F - Importância dos esquemas; G - Pertinência das actividades práticas na compreensão dos conceitos (continuação).

3.4.2. Geologia - Rochas sedimentares

Nesta unidade, a professora recorreu a uma variedade de materiais, tendo 47,2% dos alunos considerado que as aulas foram expositivas e 41,8% pouco expositivas (figura 36A).

A maioria dos alunos referiu que os recursos utilizados foram muito úteis (51,7%) e esclarecedores (53,0%) (figuras 36B e 36C), tendo compreendido, na íntegra, as explicações da professora (76,9%) (figura 36.D) e considerado os registos efectuados no quadro (75,8%) (figura 36E) e os esquemas importantes (63,7%) (figura 36F).

Ao serem questionados sobre a pertinência das actividades práticas, a maioria dos alunos referiu que estas foram muito esclarecedoras (76,9%) (figura 36.G).

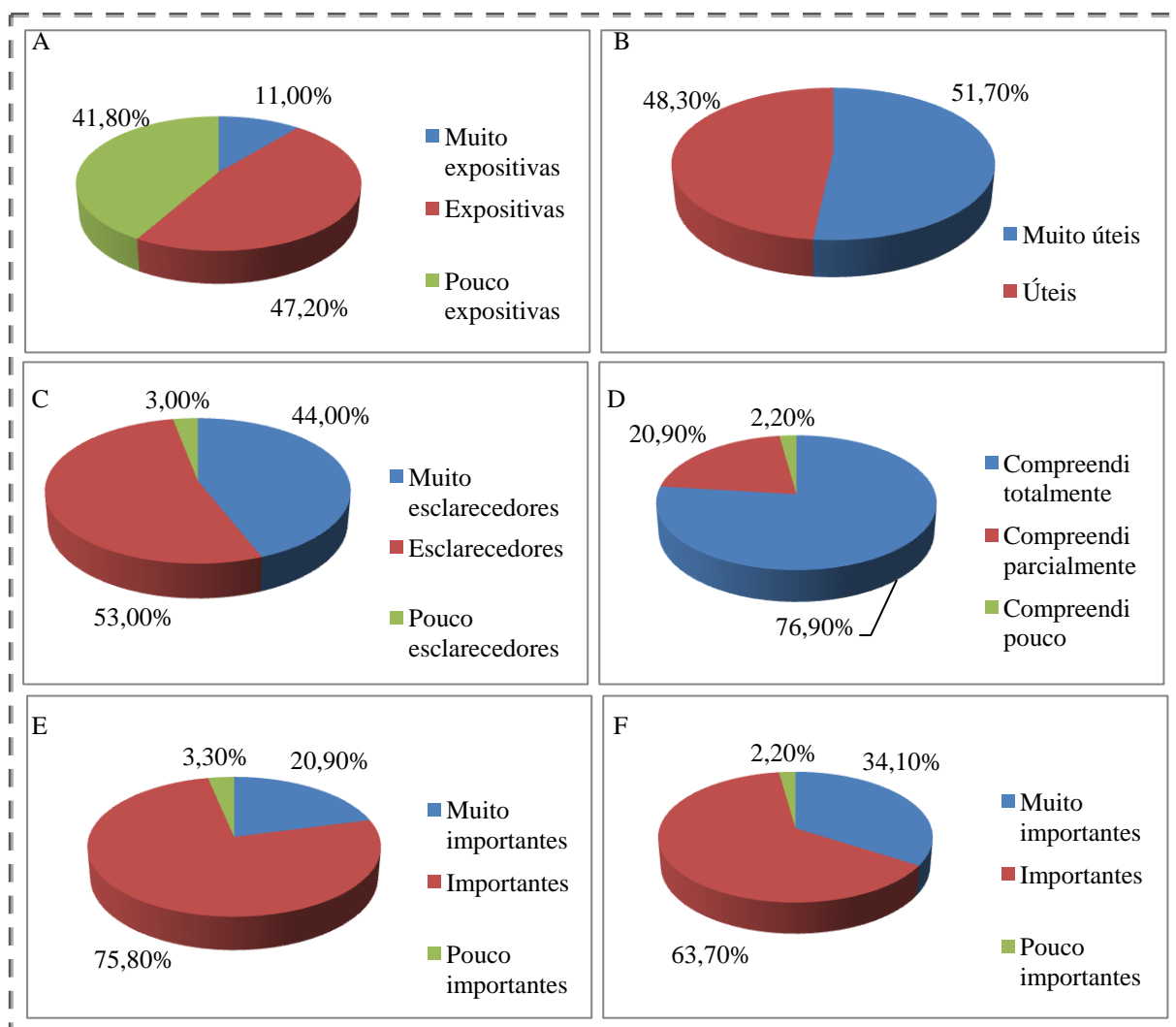


Fig. 36 - Avaliação das práticas lectivas sobre rochas sedimentares por parte dos alunos. A - Apresentação dos conteúdos; B e C - Utilidade e clareza dos materiais didácticos; D - Compreensão dos conteúdos; E - Importância da utilização do quadro negro; F - Importância dos esquemas; G - Pertinência das actividades práticas na compreensão dos conceitos.

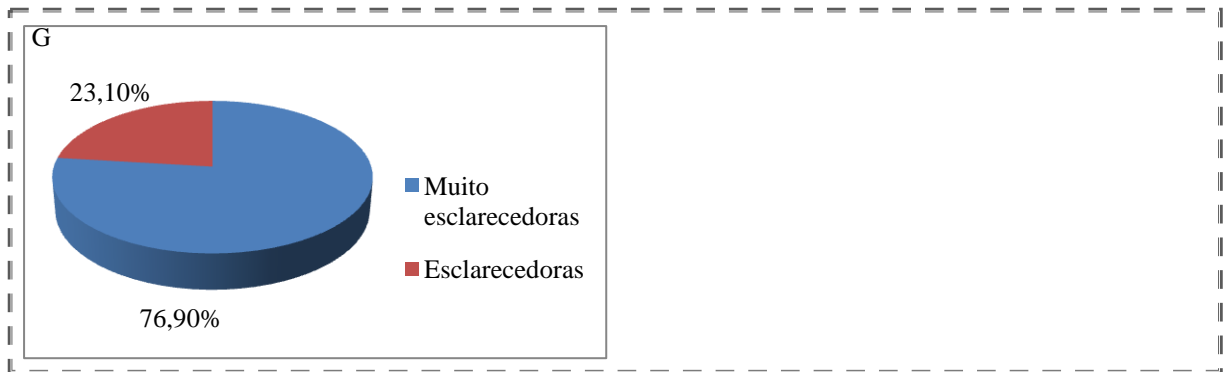


Fig. 36 - Avaliação das práticas lectivas sobre rochas sedimentares por parte dos alunos. A - Apresentação dos conteúdos; B e C - Utilidade e clareza dos materiais didácticos; D - Compreensão dos conteúdos; E - Importância da utilização do quadro negro; F - Importância dos esquemas; G - Pertinência das actividades práticas na compreensão dos conceitos (continuação).

3.5. Avaliação das aulas de Biologia e Geologia por parte do professor

A avaliação das aulas de Biologia e Geologia resultou do preenchimento de uma ficha de reflexão (Anexo II, figura 2), após cada aula.

3.5.1. Biologia - Reprodução

Nesta unidade, a maioria dos planos de aula (6) foram cumpridos (figura 37A), tendo a professora considerado adequadas as estratégias que utilizou (6 aulas) (figura 37B).

Na maioria das aulas (7), todos os alunos participaram várias vezes (figura 37C) e recorreram, algumas vezes (8), a conhecimentos construídos em aulas anteriores (figura 37D). Na maioria das aulas (7), os conteúdos leccionados foram parcialmente compreendidos (figura 37E), tendo-se verificado também que, em 6 aulas, os alunos apresentaram dúvidas pertinentes (figura 37F).

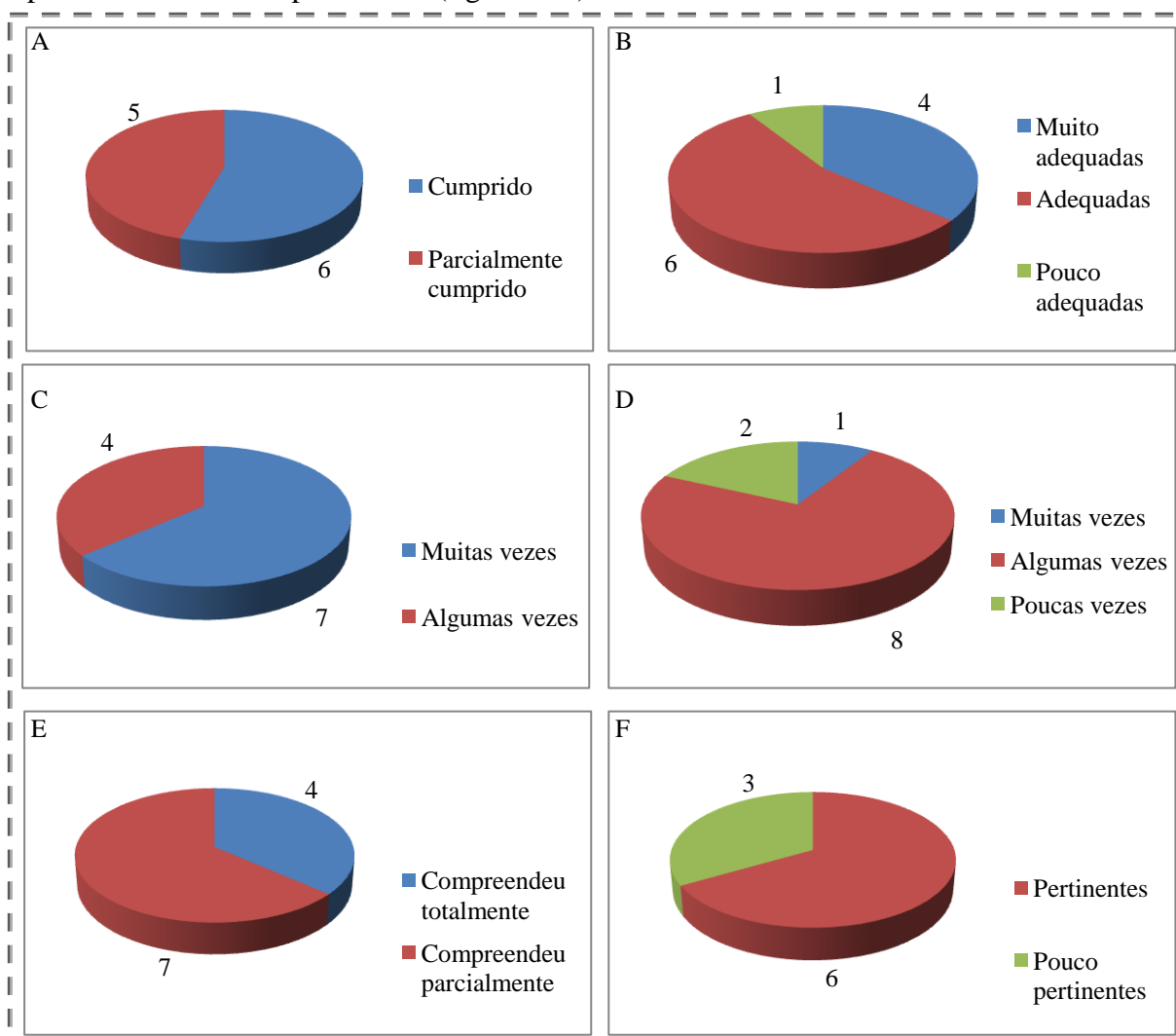


Fig. 37 - Avaliação das práticas lectivas sobre reprodução por parte do professor. A - Cumprimento dos planos de aula; B - Adequação das estratégias utilizadas; C - Grau de participação dos alunos; D - Recurso aos conteúdos e conceitos construídos anteriormente; E - Compreensão dos conteúdos; F - Pertinência das dúvidas quando apresentadas.

3.5.2. Geologia - Rochas sedimentares

Nesta unidade, a maioria dos planos de aula (7) foram cumpridos (figura 38A), tendo a professora considerado adequadas as estratégias que utilizou (7 aulas) (figura 38B).

Na maioria das aulas (4), todos os alunos participaram pelo menos uma vez (figura 38C) e recorreram, algumas vezes (5), a conhecimentos construídos em aulas anteriores (figura 38D); no entanto, na maioria das aulas (5), os conteúdos leccionados foram parcialmente compreendidos (figura 38E). Verificou-se também que em 3 das aulas, os alunos apresentaram dúvidas pertinentes (figura 38F).

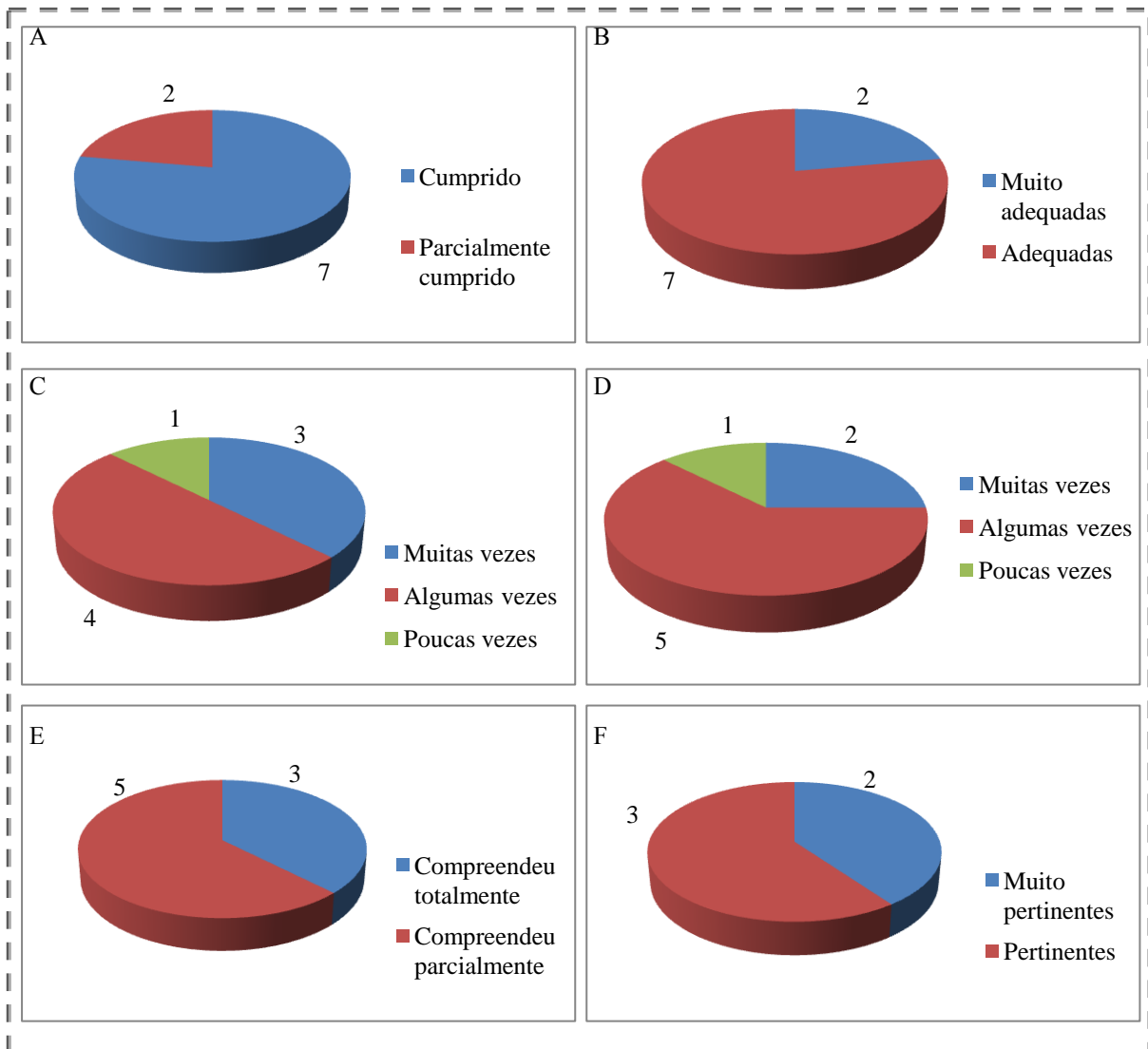


Fig. 38 - Avaliação das práticas lectivas sobre rochas sedimentares por parte do professor. A - Cumprimento dos planos de aula; B - Adequação das estratégias utilizadas; C - Grau de participação dos alunos; D - Recurso aos conteúdos e conceitos construídos anteriormente; E - Compreensão dos conteúdos; F - Pertinência das dúvidas quando apresentadas.

Com base nos objectivos da disciplina de Biologia e Geologia, que constam das orientações curriculares, o professor deve usar estratégias diversificadas para desenvolver as competências essenciais dos alunos, sejam elas do domínio conceptual ou do domínio procedimental. Por isso, os estudos sobre as práticas lectivas são importantes para melhorar o ensino.

Os resultados das fichas de avaliação diagnóstica permitiram concluir que os alunos revelaram ter um maior conhecimento de conceitos relativos à Geologia, provavelmente, pelo facto das bases terem sido leccionadas no 3º Ciclo de Ensino Básico e no 10º ano de escolaridade. Contudo, manifestaram dificuldades na expressão escrita, incluindo a linguagem científica, e na estruturação das suas respostas, o que influenciou os resultados no exame da disciplina. Como se pode verificar nas tabelas 1 e 2 (Anexo III) existem critérios muito específicos quanto às respostas de tipo abertas, sendo eles, o nível de desempenho no domínio da comunicação escrita em língua portuguesa e o nível de desempenho no domínio específico da disciplina.

Relativamente às actividades práticas, pode concluir-se que, embora não fosse o primeiro relatório a ser feito com a professora, alguns alunos continuaram a não seguir os critérios definidos, mostrando falta de responsabilidade, sabendo os alunos que a componente procedimental constitui 30% da média final. Nestas actividades, os alunos tiveram dificuldades na manipulação do material laboratorial e no manuseamento do microscópio e também na interpretação dos procedimentos experimentais.

A análise dos resultados das fichas de avaliação de conhecimentos e dos testes intermédios revelou que a maioria dos alunos apresentou um nível satisfatório nas respostas fechadas, permanecendo, nalguns, a dificuldade de interpretar textos, tabelas e gráficos. No entanto, verificou-se uma pequena melhoria na expressão escrita e na estruturação das respostas. A maior parte dos alunos referiu apenas um a dois tópicos da resposta pretendida, mas, nos testes intermédios (avaliação final), a maior parte dos alunos que não respondeu às perguntas, começou a responder, considerando-se que houve uma evolução. Assim, sugere-se que os alunos sejam motivados e preparados para melhorar o seu desempenho nas respostas a este tipo de questões.

Apesar da maioria das estratégias utilizadas (manual escolar, quadro negro, PowerPoint, fichas de trabalho, caderno de actividades, actividades práticas) ter sido adequada (figuras 37B e 38B), os conteúdos leccionados só foram parcialmente compreendidos (figuras 37E e 38E), tendo os alunos realizado aprendizagens relativamente à reprodução e às rochas sedimentares.

Podemos concluir que as estratégias, utilizadas neste estudo e ao longo do ano lectivo, contribuíram para a melhoria do ensino e das aprendizagens dos alunos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (1994). Uma visão sobre o Ensino das Ciências na pós-mudança conceptual: contributos para a formação de professores. Instituto de Inovação Educacional II E (PI/15/94).

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2000a). Perspectivas de Ensino das Ciências. Centro de Estudos de Educação em Ciências, Porto.

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2000b). Reflexão em torno de perspectivas de Ensino das Ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino Por Pesquisa. *Revista da Educação*, IX (1): 69-77.

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências. Colecção Temas de Investigação. Ministério da Educação, Lisboa.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Jackson R. B. (2008). Biology. Pearson International Edition, USA.

Debelmas, J. & Mascle, G. (2002). As bacias sedimentares. In L. C. G. Pereira (Trad.). As grandes estruturas geológicas. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 65-136.

GAVE Gabinete de Avaliação Educacional – Ministério da Educação e Ciência. <http://www.gave-min-edu.pt>. Acedido em maio 2009.

Praia, J., Cachapuz, A. & Gil-Pérez, D. (2002). A hipótese e a experiência científica em Ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Revista Portuguesa de Educação*, VIII (2): 253-262.

Press, F. & Siever, R. (2001). Understanding Earth. W. H. Freeman and Company, USA.

Prothero, D. R. & Schwab, F. (1996). Sedimentary Geology. An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy. W. H. Freeman and Company, USA.

Robertis, E. & Robertis, E. M. (1996). *Biologia e Celular e Molecular*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Sadava, D., Hilli, D. M., Heller, H. C. & Berenbaum M. R. (2011). *Life. The Science of Biology*. W. H. Freeman and Company, USA.

Santos, M. E. & Praia, J. (1992). Percurso de mudança na Didáctica das Ciências. Sua fundamentação epistemológica. In A. Cachapuz (Org.) - *Ensino das Ciências e Formação de Professores nº1*. Projecto Mutare, Departamento de Didácticas e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, Aveiro: 7-34.

Solomon, E. P., Berg, L. R. & Martin, D. W. (2005). *Biology*. Thomson Brooks/Cole, USA.

Tarback, E. J. & Lutgens, F. K. (2002). *Earth. An Introduction to Physical Geology*. Prentiss Hall, USA.

Teixeira, R. & Carreira, I. (2005). Meiose e Aneuploidia. In C. Azevedo (Coord.). *Biologia Celular e Molecular*. LIDEL-Edições Técnicas, Lisboa.

II. PROPOSTA DE ACTIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DAS UNIDADES DE BIOLOGIA – REPRODUÇÃO E GEOLOGIA – ROCHAS SEDIMENTARES

1. BIOLOGIA - REPRODUÇÃO

A poluição, o aquecimento global e a acidificação das águas permitem-nos reflectir sobre as interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Assim, foi elaborada uma proposta de actividade prática incluindo uma situação-problema actual e com interesse para os alunos (figuras 39 e 40).

Actividade prática
O papel da acidificação dos mares na reprodução

Leia, atentamente, o texto que se segue.

Mar Ácido

Devido a um capricho geológico, o mar em redor de Castello Aragonese serve de janela sobre o que será o oceano em 2050 e talvez mais tarde. Bolhas de CO₂ elevam-se a partir de fissuras vulcânicas no leito marinho e dissolvem-se, formando ácido carbónico. O ácido carbónico é relativamente fraco [...], torna a água do mar corrosiva. [...]

Nos últimos oito anos, Jason Hall-Spencer tem vindo a estudar o mar em redor da ilha, medindo cuidadosamente as propriedades da água e monitorizando a evolução dos peixes, corais e moluscos que ali vivem e, em alguns casos, ali se dissolvem. [...]

A acidificação gera uma miríade de efeitos. Ao favorecer alguns micróbios marinhos em detrimento de outros, é provável que altere a disponibilidade de nutrientes fundamentais como o ferro e o azoto. Por motivos semelhantes, permite possivelmente que a luz solar penetre a superfície do mar em maior quantidade. Ao modificar o equilíbrio químico de base da água do mar, calcula-se também que a acidificação reduza a capacidade da água para absorver e amortecer as ondas sonoras de baixa frequência até 40%, tornando mais ruidosas algumas regiões do oceano. Por fim, a acidificação interfere na reprodução de algumas espécies e na capacidade de outras (os chamados calcificadores) para formarem conchas e esqueletos ósseos a partir de carbonato de cálcio. [...]

Fig. 39 - Actividade prática para o ensino da reprodução no 11º ano de escolaridade.

DESAGREGAÇÃO DAS CONCHAS E DOS ESQUELETOS

Existe uma longa lista de organismos marinhos que formam as suas componentes duras combinando iões de cálcio e de carbonato recolhidos na água. Quando os níveis de dióxido de carbono na atmosfera se elevam, desce o aporte essencial de carbonato aos organismos. Eis como:

- 1 O aumento de CO_2 na atmosfera força a entrada de mais CO_2 nas águas de superfície. Lentamente, este chega ao fundo oceânico.
- 2 O CO_2 reage com a água, libertando iões de hidrogénio, responsáveis pela acidificação da água. Estes fazem baixar o pH.
- 3 O hidrogénio liga os iões de carbonato, transformando-os em iões de bicarbonato.

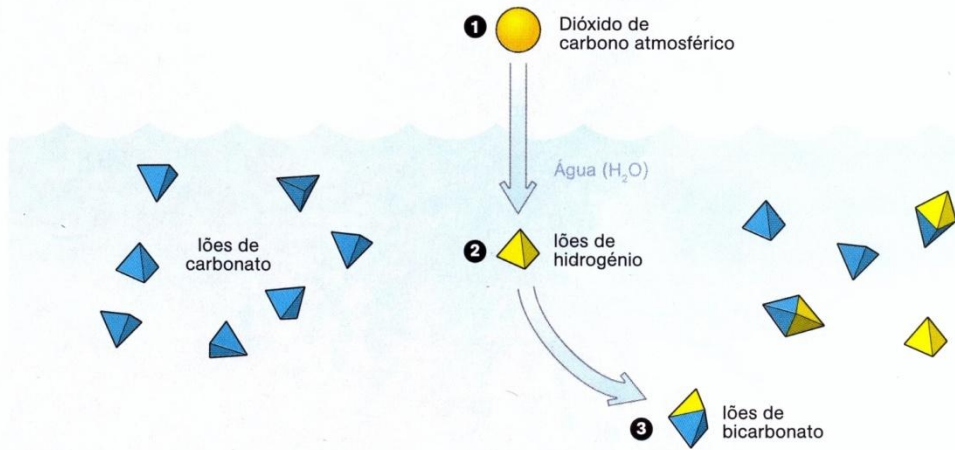
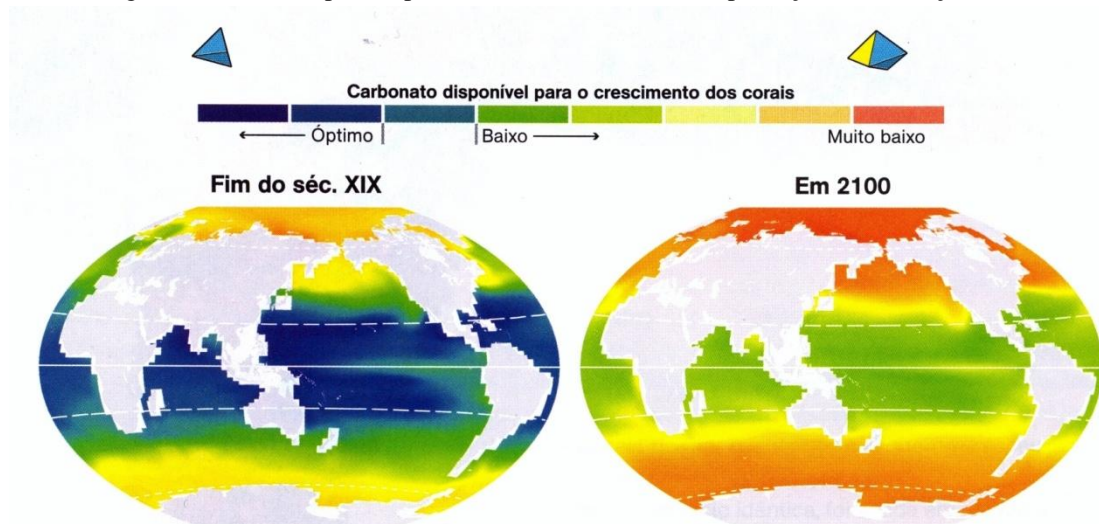


Fig. 5.1- Actividade prática para o ensino da unidade de reprodução (continuação).



PROBLEMA CRESCENTE PARA OS RECIFES DE CORAL

No fim do século XIX, quando o CO_2 começou a acidificar o oceano, os corais tropicais ainda não tinham sido afectados. Agora, porém, os níveis de carbonato desceram nas regiões próximas dos pólos: em 2100, é possível que sejam demasiado baixos para que os recifes consigam sobreviver.

GRÁFICO: JASON LEE; MARIEL FURLONG. MAPAS: TED SICKLEY; MAPAS NGM
FONTES: ANDREW G. DICKSON, INSTITUTO SCRIPPS DE OCEANOGRAFIA, UC SAN DIEGO (GRÁFICO); SARAH COOLEY, INSTITUTO OCEANOGRÁFICO WOODS HOLE (MAPAS)

Fig. 39 - Actividade prática para o ensino da unidade de reprodução no 11º ano de escolaridade (continuação).

Conseguirão os organismos adaptar-se ao novo equilíbrio químico do oceano? Os testemunhos recolhidos em Castello Aragonese não são encorajadores. Há pelo menos mil anos que as fissuras vulcânicas injectam CO₂ nas águas, segundo explicou Jason Hall-Spencer. Mas na zona onde o pH é 7,8, nível que poderá ser atingido em todo o oceano até ao final do século, quase um terço das espécies que vivem nas redondezas encontra-se ausente. Essas espécies tiveram “gerações para se adaptarem a estas condições e contudo não vivem lá”, continuou. [...]

A acidificação dos oceanos parece afectar também a capacidade dos corais para produzir novas colónias. Com efeito, eles conseguem clonar-se a si mesmas, e uma colónia inteira será provavelmente constituída por pólipos geneticamente idênticos. No entanto, uma vez por ano, durante o Verão, muitas espécies de coral participam numa “desova em massa”. Cada pólipos produz um saco cor-de-rosa semelhante a uma conta que contém ovos e esperma. Na noite da desova, todos os pólipos libertam na água os seus sacos. Há tantos sacos a flutuar que as ondas parecem cobertas por um véu cor de malva.[...]

Nos últimos 16 anos, a investigadora Selina Ward, da universidade de Queensland, tem estudado a reprodução dos corais na ilha Heron. [...] Até ao momento, os resultados obtidos parecem indicar que a diminuição do pH conduz a um menor grau de fertilização, de desenvolvimento das larvas e também de recrutamento, a fase durante a qual as larvas do coral abandonam a coluna de água, fixando-se a um corpo sólido e dando início à produção de novas colónias. “Quando uma dessas etapas não se cumpre, já não entram corais de substituição no sistema”, disse.

Os recifes sustentados pelos corais desempenham um papel decisivo para muitos organismos. Entre um e nove milhões de espécies marinhas vivem nos recifes de coral ou em seu redor. Quando um recife deixa de crescer a um ritmo suficientemente rápido para compensar a erosão, esta comunidade desmorona-se [...] (Kolbert, 2011)

Kolbert, E. (2011). Mar ácido. National Geographic Portugal, 121: 62-83.

Fig. 39 - Actividade prática para o ensino da unidade de reprodução no 11º ano de escolaridade (continuação).

1- Explique de que modo o dióxido de carbono influencia a sobrevivência das espécies.

2- Indique o modo de reprodução dos corais.

3- Refira o papel do pH na reprodução dos corais.

Fig. 39 - Actividade prática para o ensino da unidade de reprodução no 11º ano de escolaridade (continuação).

Mar ácido

1- O aluno deverá referir:

- o processo de acidificação das águas;
- a acidificação pode alterar nutrientes fundamentais, modificar a penetração da luz solar, a absorção e amortização de ondas sonoras de baixa frequência;
- as alterações físico-químicas do meio têm impacto em processos essenciais para a sobrevivência das espécies, como é o caso da reprodução.

2- Os corais podem reproduzir-se por:

- reprodução assexuada;
- reprodução sexuada no Verão.

3. As várias etapas da reprodução sexuada estão directamente condicionadas pelo pH. Uma modificação do pH leva a uma alteração do processo reprodutivo ao nível da fertilização e do desenvolvimento larvar.

Fig. 40 - Correção das questões da actividade prática para o ensino da unidade de reprodução no 11º ano de escolaridade.

2. GEOLOGIA – ROCHAS SEDIMENTARES

Os museus poderão constituir uma alternativa à rotina pedagógica, à incomunicabilidade, por vezes, entre professor e aluno e entre a escola e a realidade envolvente, permitindo: 1) uma maior motivação dos alunos para as suas aprendizagens; 2) mudar a percepção que têm das Geociências; 3) promover a aprendizagem por pesquisa; e 4) contribuir para um ensino e aprendizagem mais motivadores.

Neste sentido, no âmbito da disciplina de Observação e Experimentação em Geociências do Mestrado de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, no ano lectivo 2008/2009, foi planeada uma actividade prática para ser realizada no Museu Mineralógico e Geológico que, actualmente, faz parte do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra (figuras 41 e 42).

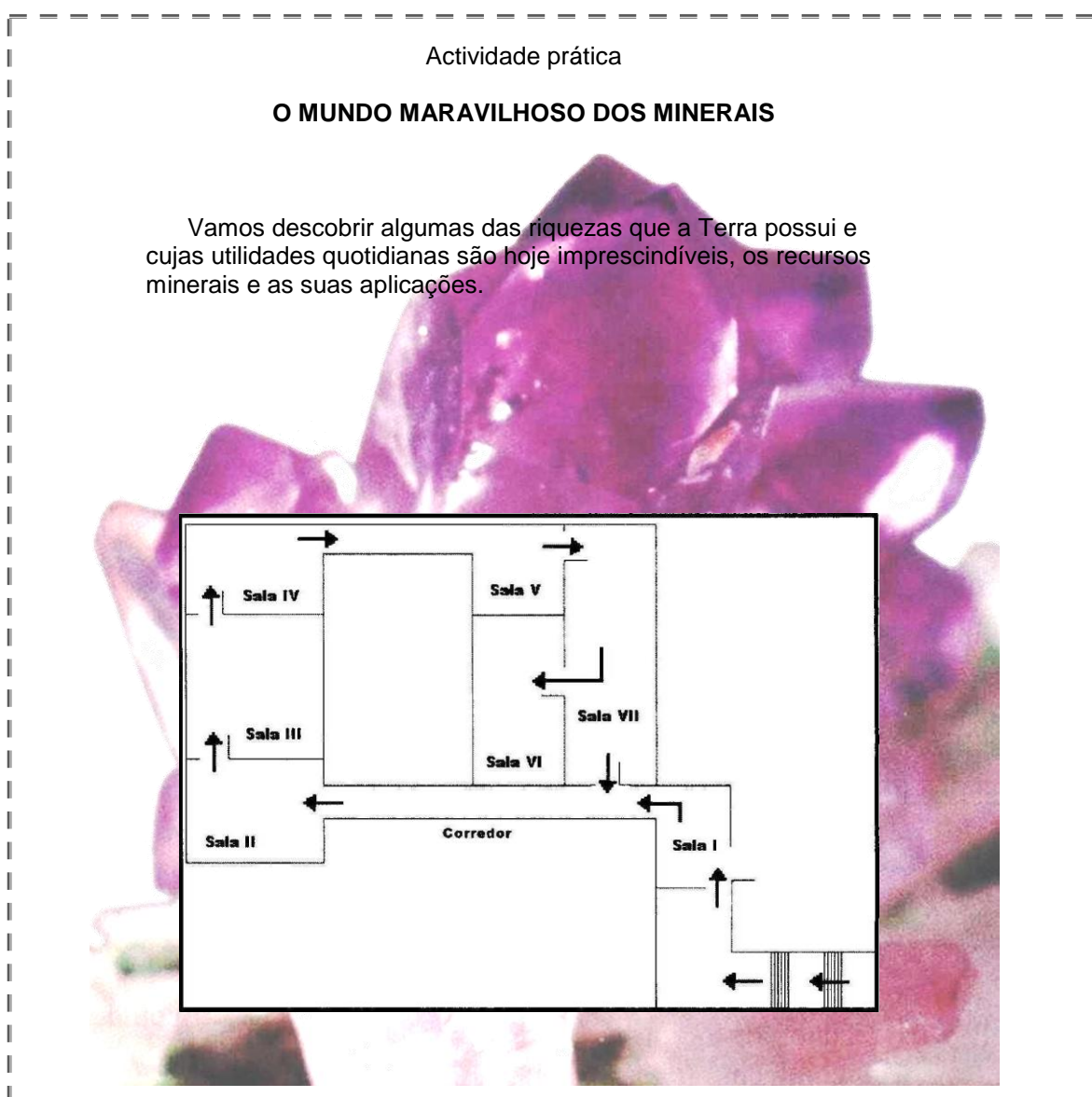


Fig. 41 - Actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade.

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

1. Procure a secção dos Elementos Nativos. Nela, poderá observar minerais cujo uso diário pelo Homem é comum. Escolha três minerais exemplificando a sua utilidade.

Mineral: _____ Uso: _____

Mineral: _____ Uso: _____

Mineral: _____ Uso: _____

2. Ao passear junto as estantes, poderá observar vários silicatos que já estudou. Um deles é alocromático; é o _____, porque apresenta uma variedade de _____, como por exemplo _____.

3. Assinale a opção correcta.

3.1. A magnetite e a hematite apresentam um brilho ____ enquanto a calcite apresenta um brilho ____.

(...) vítreo (...) metálico;

(...) metálico (...) vítreo a nacarado;

(...) sedoso (...) terroso a nacarado;

(...) nacarado (...) gorduroso.

3.2. As micas (biotite, moscovite, lepidolite) apresentam clivagem ____ enquanto a calcite apresenta clivagem ____.

(...) basal, perfeita (...) ortogonal;

(...) ortogonal (...) prismática;

(...) basal, perfeita (...) romboédrica, perfeita;

(...) romboédrica, perfeita (...) basal, perfeita.

4. Justifique a seguinte afirmação: “A pirite apresenta cor, brilho e clivagem muito característico”.

Fig. 41 - Actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade (continuação).

5. Nas aulas laboratoriais, teve a oportunidade de utilizar a escala de Mohs para determinar a dureza dos minerais. Descubra o nome do mineral, da classe dos Sulfatos, que pertence a escala de Mohs; é o/a _____.

6. Indique na tabela seguinte a que classe pertencem os seguintes minerais:

Mineral	SULFURETOS	HALOGENETOS	ÓXIDOS	CARBONATOS	SILICATOS
Galena					
Olivina					
Calcite					
Biotite					
Magnetite					
Fluorite					
Blenda					
Talco					
Aragonite					

7. Se efectuar uma viagem em Portugal, poderá observar vários tipos de minerais. Procure a palavra em falta.

- Para encontrar os maiores depósitos de arsenopirite, dolomite e siderite, terá que se deslocar até às minas da _____.

- Na Peneda do Gerês irá encontrar minerais, tais como: _____ e _____.

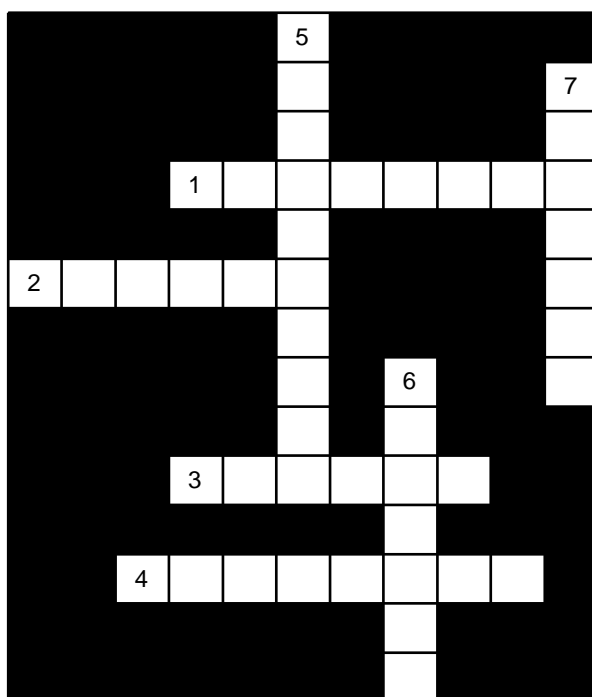
- Será que em algum lugar do país poderá encontrar minerais fluorescentes? SIM/NÃO. Se respondeu SIM, dê um exemplo: _____ em/na _____.

- As casas das aldeias do Piódão têm a característica de serem construídas a partir de rochas _____.

Fig. 41 - Actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade (continuação).

- Para chegare até ao Museu, andou pelas ruas da cidade de Coimbra. Ao passar pela Igreja de Santa Cruz pode observar _____. Lembra-se da “calçada portuguesa” que pisou! Esta é constituída por _____ e _____.

8. A visita ao “Mundo Maravilhoso dos Minerais” está quase a acabar! Enquanto espera pelos teus colegas, resolve as palavras cruzadas.



<u>Horizontais</u>	<u>Verticais</u>
1- Sou utilizado na produção do sabão e dos detergentes.	5- Faço parte da constituição da pasta dos dentes e dos cremes regeneradores de unhas.
2- Era colocado sobre a pele dos bebés, mas também dos adultos para proteger das humidades.	6- Sou utilizado na construção civil, mas também nas máscaras de pele.
3- Encontram-me na constituição dos cabos eléctricos.	7- Recorrem a mim para proteger as máquinas de lavar a roupa/louça, devido a minha acção anti-calcária.
4- Permito que possas responder com um lápis, a esta ficha.	

Fig. 41 - Actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade (continuação).

O Mundo Maravilhoso dos Minerais

1. Mineral: ouro Uso: ourivesaria
 Mineral: diamante Uso: joalheria
 Mineral: cobre Uso: fios eléctricos

2. Ao passear junto as estantes, poderá observar vários silicatos que já estudou. Um deles é alocromático; é o **quartzo**, porque apresenta uma variedade de **cores**, como por exemplo **branco, rosa, verde ...**

- 3.1. A magnetite e a hematite apresentam um brilho **metálico** enquanto a calcite apresenta um brilho **vítreo a nacarado**.
- 3.2. As micas (biotite, moscovite, lepidolite) apresentam clivagem **basal, perfeita** enquanto a calcite apresenta clivagem **romboédrica, perfeita**.

4. A pirite apresenta cor amarelo-latão desmaiado, brilho metálico e fractura.

5. gesso.

- 6.

Mineral	SULFURETOS	HALOGENETOS	ÓXIDOS	CARBONATOS	SILICATOS
Galena	X				
Olivina					X
Calcite				X	
Biotite					X
Magnetite			X		
Fluorite		X			
Blenda	X				
Talco					X
Aragonite				X	

Fig. 42 – Correção das questões da actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade.

7.

- Para encontrar os maiores depósitos de arsenopirite, dolomite e siderite, terá que se deslocar até às minas da **Panasqueira**.

- Na Peneda do Gerês irá encontrar minerais, tais como: **berilo** e **ortoclase** ou **quartzo fumado**.

- Será que em algum lugar do país poderá encontrar minerais fluorescentes? **SIM/NÃO**. Se respondeu SIM, dê um exemplo: **fosfuranilite** em **Nisa** ou **autunite** em **Mangualde** ou **forbernite** e **meta-torbernite** na **Guarda**.

- As casas das aldeias do Piódão têm a característica de serem construídas a partir de rochas **metamórfica**.

- Para chegare até ao Museu, andou pelas ruas da cidade de Coimbra. Ao passar pela Igreja de Santa Cruz pode observar **calcários**. Lembra-se da “calçada portuguesa” que pisou! Esta é constituída por **calcários de cor clara** e **calcários de cor escura**.

8.

1- Sal gema

5- Diatomito

2- Talco

6- Argila

3- Cobre

7- Halite

4- Grafite

Fig. 42 – Correção das questões da actividade prática para o ensino de minerais e rochas no 11º ano de escolaridade (continuação).

III. ANEXOS

ANEXO I

Quem sou eu...

1. Idade: _____
2. Como ocupas os tempos livres? _____
3. O que mais gostas de fazer? _____
O que menos gostas de fazer? _____
4. Qual é o curso que gostarias de frequentar:
1ª opção: _____ 2ª opção: _____
5. Qual é a tua disciplina preferida? _____ Porquê? _____

6. Que qualidade aprecias mais num professor? Porquê? _____

- Que característica aprecias menos num professor? Porquê? _____

7. Que tipo de actividades preferes ver realizadas nas aulas:

___ Trabalho de grupo	___ Trabalho de pares
___ Fichas de trabalho	___ Pesquisa
___ Aulas expositivas	___ Aulas com material áudio/vídeo
___ Aulas com interacção professor – aluno e aluno - aluno	
___ Outras: _____	
8. Geralmente como estudas:

___ utilizo os apontamentos da aula
___ leio a matéria uma vez
___ leio a matéria várias vezes
___ faço resumos
___ resolvo os exercícios do manual escolar e do caderno de actividades
___ utilizo manuais de preparação aos testes e aos exames nacionais
___ utilizo os materiais fornecidos pela professora
___ vou às aulas de apoio tirar dúvidas

Fig. 1 - Questionário para caracterização dos participantes.

9. Geralmente quando estudas (assinala uma só opção):

nunca

3 vezes por semana

todos os dias

ao fim de semana

antes dos testes

Fig. 1 - Questionário para caracterização dos participantes (continuação).

ANEXO II

Escola Secundária
Biologia e Geologia 11º
Ano lectivo 2008 / 2009

Nº de aluno: _____ Nº de blocos leccionados: _____ Data: ____ / ____ / 2008

Dá a tua opinião sobre as aulas

Material Utilizado pela professora:

- ___ Manual escolar
- ___ Powerpoint
- ___ Maquetes /modelos
- ___ Caderno de actividades
- ___ Filmes
- ___ Posters
- ___ Fichas de trabalho/investigação
- ___ Quadro rego
- ___ Questionários
- ___ Transparências
- ___ Outros: Qual? _____

Consideraste a aula...

1- Relativamente à apresentação da matéria:

- ___ Muito expositiva
- ___ Suficientemente expositiva
- ___ Pouco expositiva
- 2- Relativamente à existência de interações (professor - aluno, aluno - aluno)
- ___ Grande número de interações
- ___ Número de interações foi suficiente
- ___ Pequeno número de interações

Os materiais utilizados pela professora consideraste-os...

1- Relativamente à sua utilidade na tua aprendizagem:

- ___ Muito úteis
- ___ Úteis
- ___ Pouco úteis
- 2- Relativamente à sua clareza:
- ___ Muito esclarecedores
- ___ Esclarecedores
- ___ Pouco esclarecedores

Nível de compreensão dos conteúdos leccionados...

1- Relativamente às explicações dadas pela professora:

- ___ Compreendi totalmente
- ___ Compreendi parcialmente
- ___ Compreendi pouco
- 2- Relativamente aos registos efectuados no quadro:
- ___ Muito importantes
- ___ Importantes
- ___ Pouco importantes
- 3- Os esquemas apresentados:
- ___ Muito importantes
- ___ Importantes
- ___ Pouco importantes

Se houve actividade prática ...

Foi utilizado na actividade:

- ___ Material biológico
- ___ Preparações definitivas
- ___ Preparações temporárias
- ___ Internet
- ___ Trabalho individual
- ___ Trabalho de grupo
- ___ Modelos
- ___ Ficha de trabalho
- ___ Protocolos fornecidos pela professora
- ___ Protocolos presentes no manual

Para a compreensão dos conceitos a actividade prática foi:

- ___ Muito esclarecedora
- ___ Esclarecedora
- ___ Pouco esclarecedora
- Para a consolidação dos conhecimentos a elaboração do relatório foi:
- ___ Muito importante
- ___ Importante
- ___ Pouco importante

Sugestões para o melhoramento da qualidade das aulas:

Fig. 1 - Questionário para a avaliação das aulas.

ANEXO III

Tabela 1 - Critérios de correcção de itens de resposta aberta: Descritores do nível de desempenho no domínio da comunicação escrita em língua portuguesa.

Nível	Descritor
3	Composição bem estruturada, sem erros de sintaxe, de pontuação e/ou de ortografia, ou com erros esporádicos, cuja gravidade não implique perda de inteligibilidade e/ou de sentido.
2	Composição razoavelmente estruturada, com alguns erros de sintaxe, de pontuação e/ou de ortografia, cuja gravidade não implique perda de inteligibilidade e/ou de sentido.
1	Composição sem estruturação aparente, com erros graves de sintaxe, de pontuação e/ou de ortografia, cuja gravidade implique perda frequente de inteligibilidade e/ou de sentido.

[<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 10/2008]

Tabela 2 - Critérios de correcção de itens de resposta aberta: Descritores do nível de desempenho no domínio específico da disciplina.

Nível	Descritor
5	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda os três tópicos de referência; • apresenta organização coerente dos conteúdos; • aplica linguagem científica adequada.
4	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda os três tópicos de referência; • apresenta falhas de coerência na organização dos conteúdos; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica.
3	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda apenas dois tópicos de referência; • apresenta organização coerente dos conteúdos; • aplica linguagem científica adequada.
2	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda apenas dois tópicos de referência; • apresenta falhas de coerência na organização dos conteúdos; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica.
1	A resposta aborda apenas um dos tópicos de referência.

[<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 10/2008]

Teste Intermédio

Biologia

Versão 2

Duração do Teste: 90 minutos | 03.03.2009

11.º ou 12.º Anos de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março

GRUPO I

Schistosoma mansoni é um parasita do filo Platyhelminthes, o mesmo filo a que pertence a planária, embora não sejam da mesma classe. A forma adulta é unissexuada, sendo o macho menos comprido do que a fêmea, possuindo uma fenda longitudinal onde esta se aloja. São seres diplontes, com 8 pares de cromossomas e parasitam o homem e um molusco, o caracol do género *Biomphalaria*. O homem é contaminado ao entrar em contacto com as águas dos rios onde existem caracóis infectados.

No momento em que *S. mansoni*, num estágio larvar designado cercária, abandona o caracol e penetra a pele intacta do homem, através da libertação de enzimas digestivas e de movimentos bruscos que ajudam a furar a pele, perde a sua cauda e entra na corrente sanguínea.

Depois da invasão, passa pelo coração, alcança os pulmões e, posteriormente, chega ao fígado através da corrente sanguínea, desenvolvendo-se nesse órgão até chegar à fase adulta. Em seguida, os indivíduos adultos acasalados migram do fígado para o intestino, movimentando-se pela veia porta-hepática e instalando-se nas vénulas da parede intestinal. Aí permanecem constantemente acasalados, vivendo em média dois anos. Cada fêmea pode produzir em média 300 ovos por dia. Destes, cerca de 20% caem no lúmen do tubo intestinal e são eliminados com as fezes.

A Figura 1 descreve as etapas principais do ciclo de vida completo do parasita.

Fig. 1 - Teste intermédio do 03/03/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 03/2009).

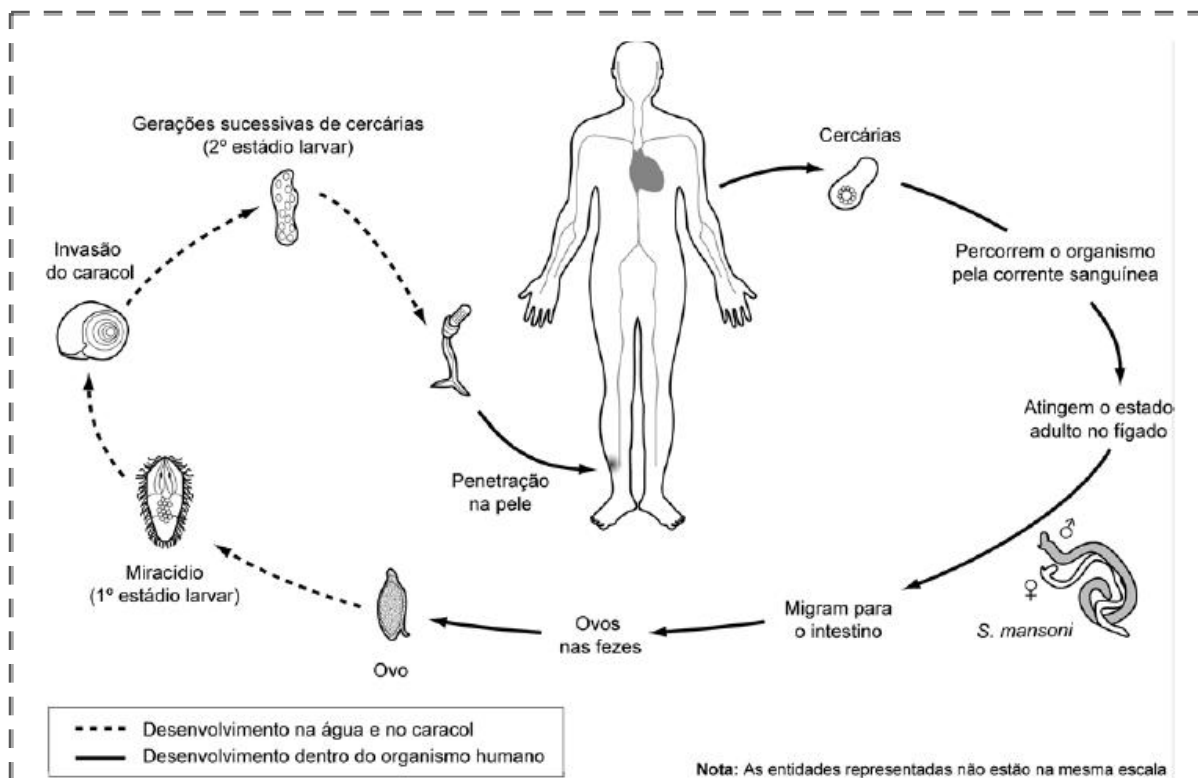


Figura 1 – Ciclo de vida de *Schistosoma mansoni*

2. Selecciona a alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

As formas _____ de *S. mansoni* possuem células com 16 cromossomas e produzem células _____ com 8 cromossomas.

- (A) larvares (...) somáticas
- (B) larvares (...) reprodutivas
- (C) adultas (...) somáticas
- (D) adultas (...) reprodutivas

Fig. 1 - Teste intermédio do 03/03/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 03/2009) (continuação).

Correcção do teste intermédio nº1

Grupo II

2. Versão 2 – Opção (D)

Fig. 2 - Correcção do teste intermédio do 03/03/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 03/2009).

Teste intermédio nº2

Teste Intermédio

Biologia e Geologia

Versão 1

Duração do Teste: 90 minutos | 19.05.2009

11.º ou 12.º Anos de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março

GRUPO III

Os canhões submarinos são vales cavados nas margens continentais e funcionam como condutas sedimentares, ao longo das quais há intensificação dos processos de transporte de partículas entre a zona costeira e o domínio oceânico profundo. Apresentam, geralmente, uma forma típica em V, com gargantas estreitas e vertentes muito inclinadas (Figura 1).

Os canhões do Porto, de Aveiro e da Nazaré são três dos dez canhões conhecidos na margem continental portuguesa. De todos eles, o da Nazaré é, sem dúvida, o mais imponente, sendo o maior da Europa e um dos maiores do mundo. Este acidente geomorfológico de origem tectónica está relacionado com a falha da Nazaré, falha transformante originada durante a abertura do oceano Atlântico. O canhão da Nazaré estende-se por mais de 220 Km, desde a sua cabeceira, a cerca de 500 m da costa, junto à praia da Nazaré, até à sua parte terminal em forma de delta submarino. Rasga a plataforma continental, formando um vale com 50 m de profundidade no seu início e que atinge os 5000 m de profundidade no fim do talude continental. Esta garganta submarina provoca grandes alterações ao nível do trânsito sedimentar litoral, uma vez que este vale é um autêntico sumidouro para os sedimentos provenientes do litoral norte, o que justifica a inexistência de grandes extensões de areia nas praias a sul da Nazaré.

Fig. 3 - Teste intermédio do 19/05/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 05/2009).

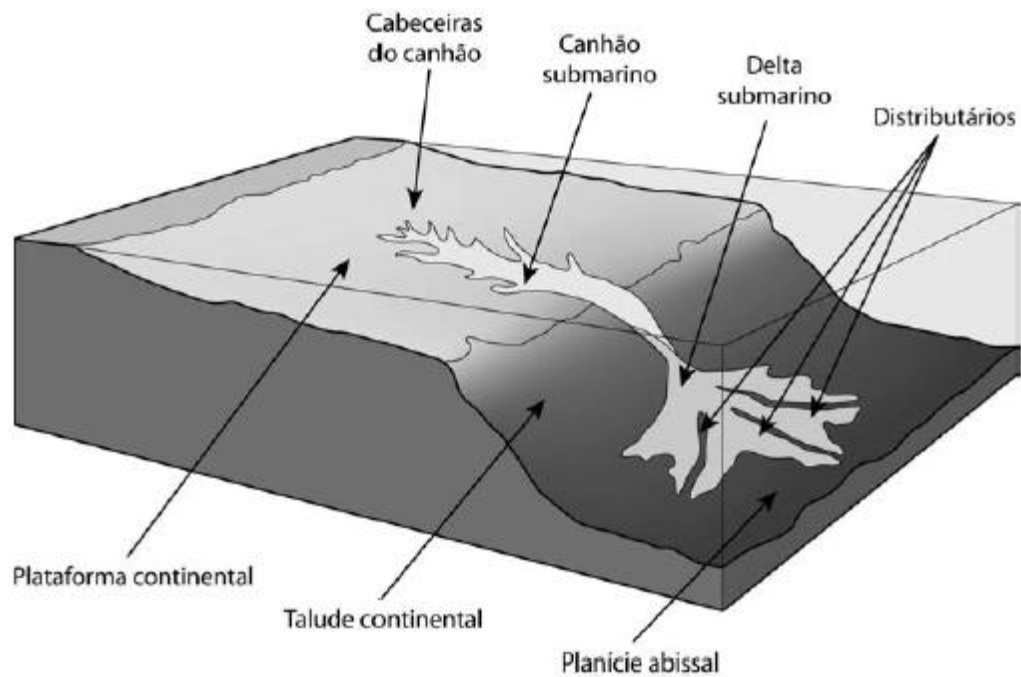


Figura 1 – Esquema geral de um canhão submarino

4. Faça corresponder a cada uma das letras das afirmações de A a E a designação da respectiva rocha, indicada na chave.

Afirmações

A – Rocha sedimentar detrítica consolidada, cujas partículas têm a dimensão de balastos.

B – Rocha sedimentar biogénica que sofreu um processo de incarbonização.

C – Rocha sedimentar quimiogénica formada por um processo de intensa evaporação.

D – Rocha de origem quimiogénica constituída por carbonato de cálcio.

E – Rocha sedimentar detrítica consolidada impermeável, de granulometria fina.

Chave

I – Areia

II – Silte

III – Argilito

IV – Conglomerado

V – Gesso

VI – Travertino

VII – Calcário recifal

VIII – Lignite

Fig. 3 - Teste intermédio do 19/05/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 05/2009) (continuação).

5. As grandes bacias sedimentares do planeta situam-se em zonas oceânicas profundas. Explique a função dos canhões submarinos na formação da cobertura sedimentar de fundo que origina, posteriormente, rochas sedimentares.

GRUPO IV

As *Volvocaceae* constituem uma família de algas verdes em que todos os géneros são algas coloniais móveis em forma de disco ou em forma de esfera. As células vegetativas das colónias possuem uma estrutura semelhante à das células de *Chlamydomonas*, um género unicelular da mesma ordem mas pertencente a outra família. Todas as células possuem dois flagelos que permitem a mobilidade destes organismos, dois vacúolos contrácteis que regulam a quantidade de água no interior da célula, um núcleo em posição axial e um cloroplasto em forma de taça com um ou dois pirenóides, estruturas responsáveis pela síntese de amido.

De entre as *Volvocaceae*, pode destacar-se o género *Gonium*, colónia em forma de disco com 8 a 16 células, e o género *Volvox*, colónia em forma de esfera com algumas centenas ou mesmo milhares de células, dependendo da espécie em causa.

Os três géneros referidos constituem um caso interessante de modelo evolutivo, uma vez que se caracterizam pelo aumento do número de células que os constituem.

Em *Chlamydomonas* e em *Gonium*, as células vegetativas têm capacidade reprodutora e podem formar gâmetas morfológicamente idênticos às células vegetativas, enquanto em *Volvox* apenas algumas células da colónia têm a capacidade de produzir células reprodutoras, sendo os gâmetas bem diferenciados.

Com excepção dos zigotos, as células destes organismos são haplóides e nelas as mutações que afectam o desenvolvimento podem ser prontamente detectadas.

Fig. 3 - Teste intermédio do 19/05/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 05/2009) (continuação).

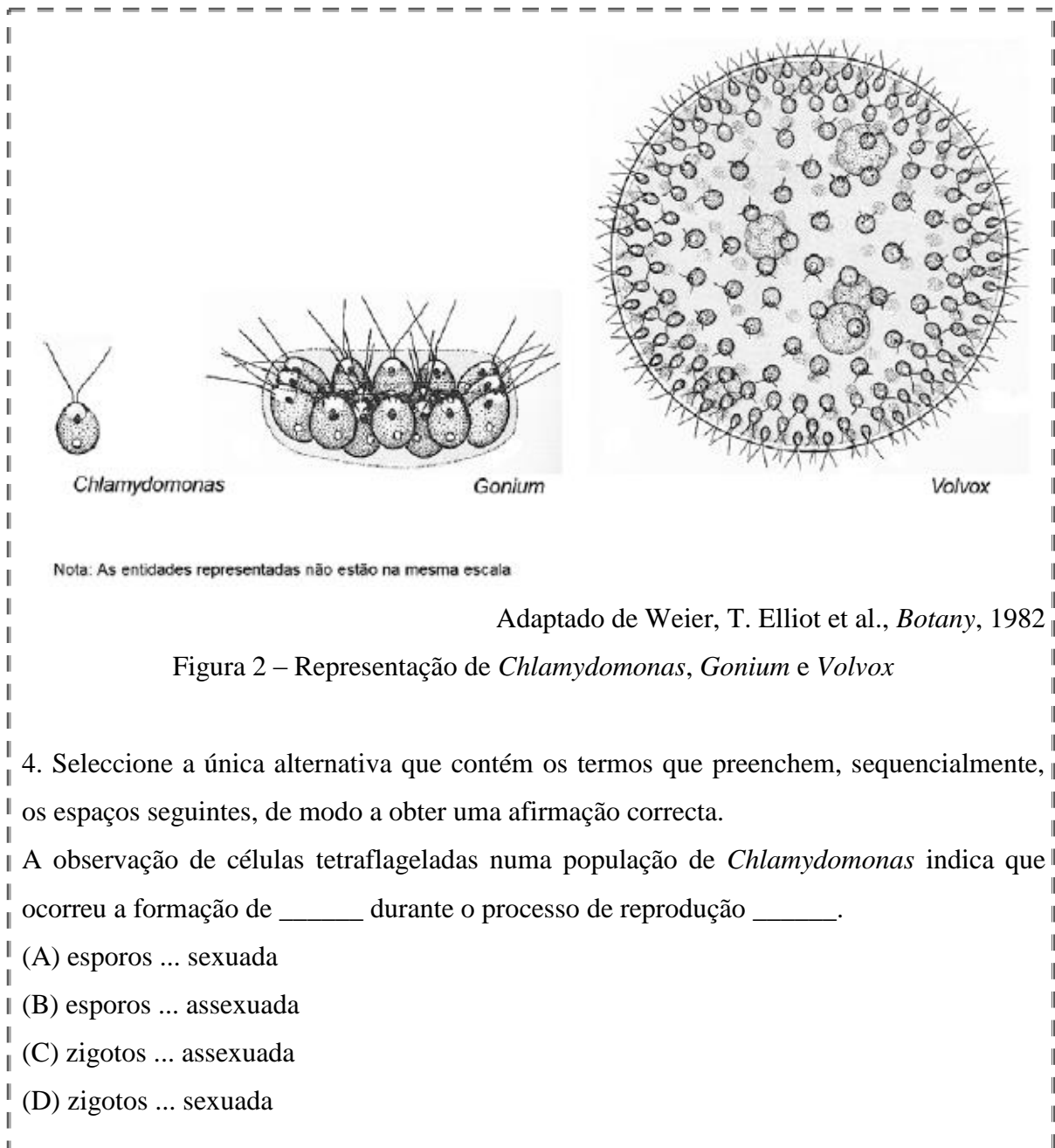


Fig. 3 - Teste intermédio do 19/05/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 05/2009) (continuação).

Correcção do teste intermédio nº2

Grupo III

4. Versão 1 – **A-IV; B-VIII; C-V; D-VI; E-III.**

Nível	Número de correspondências canalizadas correctamente	Pontuação
2	4 ou 5	10
1	2 ou 3	5

5. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:

- os canhões submarinos são vales que recebem os detritos conduzidos até eles pelas correntes marítimas e fluviais/por diferentes agentes de transporte;
- os detritos são conduzidos, ao longo do canhão, até aos canais distributários situados na planície abissal, onde ocorre a sedimentação.

Descritores do nível de desempenho no domínio específico da disciplina		Classificação (pontos)	
Níveis	4	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda os dois tópicos de referência; • apresenta organização coerente dos conteúdos; • aplica linguagem científica adequada. 	10
	3	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda os dois tópicos de referência; • apresenta falhas de coerência na organização dos conteúdos; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica. 	8
	2	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda um dos tópicos de referência; • aplica linguagem científica adequada. 	5
	1	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • aborda um dos tópicos de referência; • apresenta falhas na aplicação da linguagem científica. 	3

Grupo IV

4. Versão 1 – Opção (D).

Fig. 4 - Correcção do teste intermédio do 19/05/2009 (<http://www.gave.min-edu.pt>, acedido em 05/2009).

