



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

Aprender e Ensinar em Ciências - Práticas letivas em Biologia e Geologia no 11º ano de escolaridade

Crescimento e renovação celular
Processos e materiais geológicos importantes em ambientes
terrestres

Maria João Ramalho Simões Palma

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

Julho, 2014



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

Aprender e Ensinar em Ciências - Práticas letivas em Biologia e Geologia no 11º ano de escolaridade

Crescimento e renovação celular
Processos e materiais geológicos importantes em ambientes
terrestres

Maria João Ramalho Simões Palma

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

Orientadores científicos

Prof. Doutora Celeste dos Santos Romualdo Gomes, Departamento de Ciências da
Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra
Prof. Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes, Departamento de Ciências da Vida,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Julho, 2014

Este relatório é dedicado

ao meu pai

e

aos meus grandes professores.

Não fossem eles meus mestres, nunca quisera eu ser como eles.

Agradecimentos

Às orientadoras científicas, Professora Doutora Celeste Gomes e Professora Doutora Isabel Abrantes pela disponibilidade e pelos ensinamentos, concelhos, e rigor que me inculcaram ao longo do mestrado e acima de tudo, ao longo do ano de estágio e na realização deste relatório.

Um profundo agradecimento à minha orientadora cooperante, Professora Paula Paiva, pelo acompanhamento e orientação, pelas críticas construtivas e sugestões preciosas que me permitiram melhorar o meu desempenho e principalmente, pela amizade, por tudo o que me ensinou e pelas experiências partilhadas que me inspiraram e ajudaram a crescer enquanto pessoa e enquanto professora.

Ao Nuno, colega e amigo de todo o percurso académico e a quem agradeço ter partilhado comigo o ano de estágio, tornando-o uma experiência inesquecível. Com ele aprendi bastante e estou muito grata por todo o apoio, pela troca de ideias, pelas críticas construtivas e pelo companheirismo com que levámos este ano de estágio adiante.

Aos amigos e colegas estagiários Carla e Carlos, pois, sem eles, o ano de estágio teria sido completamente diferente. A nossa entajuda, motivação e partilha de ideias permitiu-nos levar o trabalho até ao fim, sempre com muitas gargalhadas e bom ambiente durante a realização dos trabalhos.

À Anabela, Cristina e Joana pela amizade, pelos momentos de partilha, pelos concelhos e palavras de ânimo e incentivo.

Ao António, pela disponibilidade e apoio ao longo do mestrado e por me ter permitido colaborar na implementação do projeto “*Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*”, na escola, realizado no âmbito do projeto europeu *SOCIENTIZE*.

Aos alunos do 8º1, 8º2 e 11º2, porque os primeiros alunos nunca se esquecem.

Ao Cerca, ao Eduardo e ao Justin por estarem sempre dispostos a ajudar, pelo apoio, pela amizade e pela alegria que me dão todos os dias.

À Tânia, por tudo. Agradeço de coração à paciência, conforto, apoio e incentivo nos momentos de angústia e acima de tudo à amizade e ao carinho que nos une.

Ao Tiago, pelo amor que me inspira e me motiva todos os dias a continuar.

Às minhas irmãs Ágata e Íris que, apesar de me levarem à loucura a maior parte das vezes, estão sempre presentes para me defender e apoiar nos momentos de angústia.

À minha mãe pela força que me dá todos os dias, pelo apoio de todas as horas e amor incondicional de todos os minutos.

Resumo

As Ciências são disciplinas do saber em evolução e é importante que o professor acompanhe essas mudanças, que se devem refletir na sua prática letiva. Este relatório, referente à unidade curricular de Estágio Pedagógico e Relatório, consiste na apresentação e avaliação das atividades realizadas, no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada, nas unidades de Biologia, Crescimento e renovação celular, e de Geologia, Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres. Além disso, foi ainda efetuada uma reflexão crítica do trabalho desenvolvido. Neste estudo, conduzido no ano letivo de 2013/2014 na Escola Secundária José Falcão, em Coimbra, participaram 10 alunos de uma turma do 11º ano de escolaridade. A avaliação do contributo das estratégias implementadas foi feita recorrendo a testes de avaliação diagnóstica e sumativa, relatórios das atividades práticas laboratoriais e questionários implementados sobre a participação no projeto “*Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*” e no IX Congresso dos Jovens Geocientistas. Na avaliação diagnóstica registou-se uma evolução dos conhecimentos dos alunos em ambas as componentes, Biologia e Geologia. Esta evolução reflete o contributo da prática letiva, estratégias e recursos utilizados: as atividades laboratoriais onde os alunos obtiveram resultados muito satisfatórios; a participação no Projeto “*Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*” e no Congresso, em que a análise dos dados dos questionários permitiram concluir que foram experiências diferentes e que promoveram a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de competências e o trabalho cooperativo. Relativamente à avaliação sumativa, a classificação dos alunos foi positiva em ambas as componentes, sendo a média dos resultados superior em Biologia. Salienta-se que os alunos ainda revelaram dificuldades ao nível da interpretação e construção que se refletiram nas classificações das questões de construção. Concluiu-se, assim, que as atividades letivas foram adequadas para o desenvolvimento das competências dos alunos. Na sequência da reflexão, sugerem-se modificações no sentido de um aperfeiçoamento das práticas letivas.

Palavras-chave: Crescimento e renovação celular; Estágio pedagógico; Estratégias de ensino; Práticas de ensino supervisionadas; Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.

Abstract

Sciences are disciplines of knowledge in evolution and it is important that teachers follow those changes, what should be reflected on its teaching practices. This report, on the curriculum unit of Pedagogical Training and Report, consists on presentation and evaluation of the activities undertaken, under the Supervised Teaching Practice, in units of Biology, Growth and cell renewal, and Geology, Important geologic materials and processes in Earth environments. On this study conducted in academic year 2013/2014 in José Falcão Secondary School in Coimbra, participated 10 students from an 11th grade class. The evaluation of the contribution of implemented strategies, was done resorted to diagnostic and summative assessment, reports of laboratory activities and implemented questionnaires on participation in the project “Cell Spotting – Let’s fight cancer together!” and IX Congress of Young Geoscientists. In the diagnostic evaluation there was an evolution of students knowledge in both components, Biology and Geology. This evolution reflects the contribution of teaching practice, strategies and resources used: laboratory activities where students have obtained very satisfactory results; participation in the Project “Cell Spotting – Let’s fight the cancer together!” and in the Congress, where the data analysis of the questionnaires aloud to conclude that they were different experiences that promoted the construction of knowledge, skills development and cooperative work. With regard to summative assessment, students classification was positive in both components, with superior average results in Biology. It is noted that students still showed difficulties in terms of interpretation and construction, which were reflected in the ratings of construction questions. Thus, it was concluded that the teaching activities were suitable for the development of students skills. Following consideration, it was suggest changes in the direction of improving teaching practices.

Keywords: Growth and cell renewal; Important geologic materials and processes in Earth environments; Pedagogical Training; Supervised Teaching practices; Teaching Strategies.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico	2
2.1 O ensino da Biologia e da Geologia	2
2.2 Planificar	4
2.3 Trabalhos práticos no ensino das ciências	5
Mapas de conceitos	6
Representações pictóricas: O uso de Animações e modelos no ensino	7
Participação em Congressos Científicos	8
2.4 Tecnologias de informação e comunicação na educação	9
Ciência Cidadã na escola	10
2.5 Avaliação da aprendizagem dos alunos	11
2.2 Biologia – Crescimento e renovação celular	
2.2.1 Introdução	12
2.2.2 Ciclo celular	13
2.2.2.1 Organização estrutural da cromatina nas células eucarióticas	14
2.2.2.2 Elementos do fuso mitótico	16
2.2.3 Fases do ciclo celular	17
2.2.4 Regulação do ciclo celular	20
2.2.5 Proliferação e morte celular	22
2.2.6 Cancro	24
2.2.7 Diferenciação celular	26
2.3 Geologia – Processos e Materiais importantes em ambiente terrestre	
2.3.1 Introdução – Minerais	29
2.3.1.1 Cristalografia morfológica	30
2.3.1.2 Propriedades dos minerais	32
2.3.2 Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares	36

3. Metodologia	
3.1 Etapas do estudo	
3.1.1 Caraterização da escola	43
3.1.2 Caraterização dos participantes	43
3.1.3 Seleção dos subtemas	44
3.1.4 Planificação	44
3.1.5 Avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste)	45
3.1.6 Construção de recursos	45
3.1.7 Outros recursos – Filmes e animações	46
3.1.8 Lecionação dos subtemas	46
3.1.9 Planificação e participação em outras atividades práticas	46
3.1.10 Avaliação sumativa interna	47
3.1.11 Tratamento e análise dos dados	47
3.1.12 Outras atividades	47
3.2 Biologia	
3.2.1 Avaliação diagnóstica	49
3.2.2 Diapositivos em PowerPoint	49
3.2.3 Fichas de trabalho prático	54
3.2.4 Atividade prática laboratorial	54
3.2.5 Filmes e animações	61
3.2.6 Atividade <i>Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!</i>	61
3.2.7 Avaliação sumativa	66
3.3 Geologia	
3.3.1 Avaliação diagnóstica	70
3.3.2 Diapositivos em PowerPoint	70
3.3.3 Fichas de trabalho prático	75
3.3.4 Atividade prática laboratorial	75
3.3.5 Atividade IX Congresso dos Jovens Geocientistas	81
3.3.6 Avaliação sumativa	83

4. Resultados e Discussão	
4.1 Biologia	
4.1.1 Avaliação diagnóstica	86
4.1.2 Atividade prática laboratorial	88
4.1.3 Atividade <i>Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!</i>	89
4.1.4 Avaliação sumativa	92
4.2 Geologia	
4.2.1 Avaliação diagnóstica	94
4.2.2 Atividade prática laboratorial	97
4.2.3 Atividade IX Congresso dos Jovens Geocientistas	98
4.2.4 Avaliação sumativa	100
5. Considerações finais	102
6. Referências bibliográficas	106
7. Anexos	112

1. Introdução

Na Educação, as palavras aprender e ensinar nunca vêm sós. Representam um conjunto de processos complexos e dinâmicos que todos os dias se desenvolvem e crescem à medida que novas práticas de ensino são utilizadas, com vista à melhoria das aprendizagens dos alunos.

Este relatório tem como finalidade descrever e refletir sobre as atividades realizadas no âmbito da prática de ensino supervisionada na disciplina de Biologia e Geologia no 11º ano do Ensino Secundário, no ano letivo de 2013/2014, na Escola Secundária José Falcão de Coimbra.

Como relatório de estágio, procurou-se descrever as metodologias e estratégias utilizadas no âmbito das aulas lecionadas e atividades realizadas, ao longo do ano letivo, de forma a transmitir e refletir sobre o que foi ensinado e sobre o que foi pertencer a uma comunidade escolar. Pretende-se que este documento e todas as reflexões sirvam de referência para uma futura carreira docente, sempre com o intuito de melhorar a prática de ensino.

Os objetivos gerais deste relatório foram: 1) descrever as estratégias de ensino e aprendizagem implementadas no âmbito da lecionação; 2) avaliar o contributo destas estratégias para a aprendizagem dos alunos; 3) refletir sobre os aspetos positivos e negativos da minha prática de ensino. Foram ainda estabelecidos como objetivos específicos: 1) relatar as experiências vividas durante o estágio pedagógico; 2) apresentar os resultados obtidos da implementação das estratégias e dos recursos; 3) relacionar a prática docente com a investigação educacional.

Este relatório encontra-se organizado em secções que compreendem uma introdução e um enquadramento teórico sobre práticas letivas em Ciências e sobre os subtemas lecionados durante as práticas letivas. Segue-se a apresentação da metodologia, com a caracterização da escola e dos participantes e descrição das estratégias utilizadas. De seguida, uma secção com resultados e conclusões onde são analisados os resultados obtidos nos testes de avaliação (diagnóstica e sumativa), nas atividades práticas laboratoriais e nos dados recolhidos dos questionários implementados sobre a participação noutras atividades práticas. Termina com as conclusões e considerações finais sobre a prática letiva e sobre a experiência que foi o ano de estágio.

2. Enquadramento Teórico

2.1 O ensino da Biologia e da Geologia

A disciplina de Biologia e Geologia insere-se nos Cursos Científico-Humanísticos de Ciências e Tecnologias e pertence a um tronco comum da formação em Ciências Naturais. É uma disciplina bienal (10º e 11º anos), cujo objetivo principal é formar cidadãos cientificamente literados (DES-ME, 2001).

O termo literacia científica surge frequentemente associado aos objetivos da Educação em Ciências. O programa Trienal PISA (*Programme for International Students Assessment*) da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) sobre conhecimentos e competências de jovens de 15 anos define literacia científica como:

“An individual’s scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, to acquire new knowledge, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science-related issues, understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry, awareness of how science and technology shape our material, intellectual, and cultural environments, and willingness to engage in science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen” (OCDE, 2013, p.17).

A promoção de uma literacia científica tem vindo a assumir um papel de relevo na Educação e na formação de cidadãos ativos e intervenientes, numa sociedade moderna que tem nos seus alicerces a Ciência e a Tecnologia, que estão em constante mudança e desenvolvimento. Sociedades com níveis elevados de literacia científica, nas populações, refletem-se na economia nacional, no próprio desenvolvimento da Ciência e nas práticas democráticas.

Ao nível do ensino em Ciências, traduz-se pelos conhecimentos construídos, pela capacidade de aprender e interpretar processos e pela aplicação desses conhecimentos na resolução de problemas no âmbito da Ciência da Vida e Saúde, Ciência da Terra e Ambiente e Ciência e Tecnologias (OCDE, 2013).

Segundo as orientações curriculares, propostas pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação e Ciência (Anexos – Figura 1), o programa da componente de Biologia de 11º ano (Unidade 5 - Crescimento e renovação celular), rege-se por duas questões centrais “Que processos são responsáveis pela unidade e

variabilidade celular? Como explicam o crescimento dos seres vivos?”. Partindo destas questões ou situações-problema, a unidade subdivide-se em dois conteúdos conceptuais: 1) Crescimento e renovação celular e 2) Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular que, têm como objetivos atitudinais promover o desenvolvimento de atitudes cientificamente sustentadas sobre situações ambientais causadas pelo Homem e que podem interferir no ciclo celular e conduzir ao aparecimento de doenças e no processo de diferenciação celular.

Para a componente de Geologia (11º ano) o tema IV “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” subdivide-se em três unidades de conteúdos conceptuais, das quais se destaca a unidade dois “Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”, onde se sugere que os conceitos de mineral e rocha, sejam introduzidos paralelamente com a formação das rochas sedimentares, permitindo assim que os alunos construam os seus conhecimentos gradualmente (DES-ME, 2003).

No âmbito do Ensino em Biologia e Geologia, o professor desempenha um papel muito importante e o seu perfil traduz-se, muitas vezes, no sucesso escolar dos alunos.

Não existe “um perfil ideal” para um professor, mas é possível destacar certos atributos que permitem a existência de um clima em sala de aula propício à aprendizagem. Como salienta Brophy (2000, p.8), um professor deve mostrar “*Cheerful disposition, friendliness, emotional maturity, sincerity, and caring about students as individuals as well as learners*” e no âmbito das suas práticas, deve conduzir a aprendizagem partindo do que os alunos já aprenderam e experienciaram, incentivando-os a participar ativamente nas aulas, expondo as suas ideias, mesmo que erradas, para que a partir daí o professor consiga conduzir os alunos a aprender sobre esses erros de forma a construir uma base de conhecimento sólida (Brophy, 2000).

No ensino das Ciências, segundo Hassard & Dias (2009), os professores devem ainda responder a cinco proposições fundamentais: 1) ter um compromisso para com os alunos e para com o que eles aprendem (“*Stewards of student learning*”), e procurar compreender como os alunos aprendem e ajudá-los a aprender, procurando inspirar os alunos a pensar, criar e alcançar as suas metas no domínio das ciências; 2) conhecer os conteúdos e estar apto para reconstruir a forma como podem ser ensinados, tornando os conceitos mais acessíveis para os alunos (“*Pedagogical content knowledge specialists*”) e identificar, através da prática letiva, as lacunas e conceções erradas existentes e, implementar estratégias diversificadas que conduzam os alunos na construção do conhecimento; 3) ter um papel de facilitador da aprendizagem (“*Facilitators of student*

learning”) e fornecer aos seus aprendizes o tempo, o espaço e os recursos necessários para a sua formação, recorrendo às mais diversas estratégias e metodologias que envolvam os alunos no processo de aprendizagem; 4) ser sempre aprendiz e inquiridor sobre os seus próprios conhecimentos (“*Lifelong learners and inquirers into one's own*”), ser detentor de um pensamento reflexivo, que lhe permita aprender com a experiência, reflectindo criticamente sobre ela, aprofundando conhecimentos e desenvolvendo novas metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem; 5) pertencer a uma comunidade de aprendizagem (“*Members of a community of practice*”) assente no trabalho colaborativo com outros profissionais da área e que permite enriquecer os conhecimentos, aperfeiçoar práticas, discutir problemas e reflectir sobre soluções.

A capacidade de organização e de planificação são também fundamentais. Os professores que utilizam a gestão como uma forma de manter um bom ambiente de aprendizagem são mais bem sucedidos do que aqueles que enfatizam o seu papel como disciplinadores e através da observação, conseguem minimizar comportamentos disruptivos, intervindo com antecedência (Brophy, 2000). Um planeamento de aulas bem concebido reflete-se na fluidez da exposição dos conteúdos e na apresentação lógica das ideias com minimização de quebras ou situações de impasse (Dias, 2011).

2.2 Planificar

A planificação é uma parte fundamental do processo de ensino e é considerada uma das tarefas mais importantes do professor (Yildirim, 2003).

Normalmente existem três tipos de planificações associadas ao processo de ensino que se distinguem pelo espaço de tempo a que dizem respeito, podendo ser de longo, médio e curto prazo. A planificação a longo prazo é representada pelo plano anual, a planificação a médio prazo pela unidade didáctica e a planificação a curto prazo pelo plano de aula (Yildirim, 2003).

A planificação é um recurso necessário ao trabalho interativo do professor, para que os processos de ensino e aprendizagem se desenvolvam com qualidade e harmonia e atinjam os resultados desejados. A planificação determina em grande parte o que é ensinado e de que modo, constituindo um recurso flexível que permite ao professor adequar as suas práticas aos diferentes contextos educativos (Yildirim, 2003).

Na literatura são descritos diferentes modelos de planificações e um dos mais conhecidos consiste em quatro passos: 1) seleccionar os objetivos; 2) seleccionar as

metodologias de aprendizagem; 3) organizar a forma de implementar essas metodologias e 4) avaliar o currículo (Yildirim, 2003).

A definição dos objetivos é um passo muito importante. Quando definidos de uma forma clara e estruturada, considerando as competências (conhecimentos, capacidades e atitudes) necessárias, permitem direcionar o ensino e a escolha de métodos, estratégias, conteúdos e instrumentos de avaliação para uma aprendizagem mais eficiente. É mais fácil atingir os objetivos quando estão bem definidos e é fundamental que os objetivos evoluam no sentido do mais simples para o mais complexo, pois só depois do aluno conhecer um determinado assunto poderá compreender e aplicar. Neste sentido, a categorização dos objetivos pela Taxonomia de Bloom permite, ao professor, não só classificar, mas organizar hierarquicamente os processos cognitivos de acordo com os níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejados (Ferraz & Belhot, 2010).

2.3 Trabalhos práticos no ensino das ciências

No Ensino Secundário, a disciplina de Biologia e Geologia tem vindo a sofrer mudanças ao longo dos tempos. Estas alterações têm procurado reformular ou integrar estratégias para melhorar o ensino e a aprendizagem desta disciplina e contribuir para o desenvolvimento da literacia científica e na formação de cidadãos ativos, críticos e interventivos (Barros *et al.*, 2011). Na última revisão curricular do Ensino Secundário (DES-ME, 2003), as orientações curriculares propostas realçam a importância da interdisciplinaridade e sugerem o desenvolvimento de atividades práticas, privilegiando o trabalho laboratorial experimental.

Dentro do vasto leque de recursos didáticos que os professores dispõem e podem utilizar em sala de aula, o trabalho prático é, sem dúvida, um agente catalisador das aprendizagens dos alunos. Este trabalho inclui todo o tipo de atividades, em que o aluno esteja diretamente envolvido, e não se fica pelo trabalho laboratorial e trabalho de campo. Atividades de resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação na biblioteca ou na Internet, por exemplo, são também trabalho prático (Leite, 2000).

Enquanto o trabalho prático de campo é realizado ao ar livre, o trabalho prático laboratorial inclui atividades que requerem a utilização de materiais de laboratório e que podem ser realizadas em laboratório ou mesmo numa sala de aula normal. Quando o

trabalho prático envolve controlo e manipulação de variáveis, designa-se trabalho experimental (Leite, 2000).

As razões que levam os professores a implementar o trabalho prático laboratorial são: 1) motivar os alunos; 2) desenvolver competências e aprender técnicas laboratoriais; 3) promover a aprendizagem; 4) promover a aprendizagem de uma metodologia científica; e 5) desenvolver atitudes dos alunos perante a Ciência, como a criatividade, o raciocínio crítico e o rigor (Hodson, 1994). Por isso, as atividades laboratoriais são fundamentais para o aluno aprender sobre a natureza da metodologia científica e adquirir capacidade de a usar, aprendendo assim a fazer Ciência (Leite, 2000).

Mapas de conceitos

Mapas de conceitos ou mapas conceptuais constituem um recurso de ensino e aprendizagem que apresenta inúmeras vantagens pedagógicas (Reis, 1995). De um modo geral, correspondem a diagramas que têm a finalidade de relacionar conceitos que devem ser dispostos hierarquicamente, os mais gerais e inclusivos ficam no topo e mais específicos por baixo. As relações entre conceitos, representadas por setas, são explicitadas por um número mínimo de palavras de ligação designadas por “proposições”. Sempre que possível, devem ainda estabelecer-se ligações laterais entre os conceitos com os mesmos graus de generalidade e pertencentes a níveis hierárquicos diferentes. A estruturação do mapa é expressa pelas relações que seguem e pela diferenciação progressiva dos conceitos de ordem superior aos menos gerais e exemplos específicos (Sansão, 2002).

Mapas de conceitos são ainda recursos com grande flexibilidade e a sua utilização no ensino, apresenta vantagens não só para os professores como para os alunos. Para os professores, destaca-se a utilidade na: 1) planificação das atividades letivas; na lecionação; e na avaliação diagnóstica, formativa e sumativa. Para os alunos são úteis na medida em que atuam: 1) como facilitadores da aprendizagem; 2) como síntese; 3) no desenvolvimento de competências sociais, quando realizado em grupo; 4) como técnica de estudo (promoção da autonomia); 5) na resolução de novos problemas; e 6) no desenvolvimento do pensamento reflexivo (Reis, 1995).

Representações pictóricas: O uso de animações e modelos no ensino

A utilização de representações pictóricas no ensino, como gráficos, imagens e animações, é uma estratégia de ensino e aprendizagem cada vez mais utilizada pelos professores. Estas representações constituem recursos importantes para desenvolver o sentido de observação dos alunos e despertar o seu interesse (McGrath & Brown, 2005).

No ensino da Biologia, nem sempre é fácil lecionar processos que ocorrem a nível celular e molecular. Os alunos têm grandes dificuldades em desenvolver modelos mentais sobre estes processos, que ocorrem a escalas infimamente pequenas e com níveis de complexidade gigantes. Este é um dos grandes desafios do professor de Biologia que, por esta razão, não se deve ficar apenas pelas representações nos manuais escolares mas também, procurar outros recursos que permitam aos alunos visualizar estes processos. A utilização de animações é um bom exemplo, tendo-se verificado que a visualização em três dimensões promove a compreensão dos conceitos e auxilia a aprendizagem (McClellan *et al.*, 2005). As representações pictóricas focam a atenção dos alunos e são ainda mais eficazes quanto dizem respeito a conteúdos dos quais os alunos já possuem algum conhecimento. A noção de movimento distingue as animações das imagens estáticas e fornecem uma representação da transição que ocorre entre momentos críticos de determinados processos (McClellan *et al.*, 2005).

Também em Geologia, as animações são muito importantes pois permitem recriar, em curto espaço de tempo, processos geológicos que decorrem normalmente ao longo de milhares ou milhões de anos (Barroso & Kullberg, 2000).

A utilização de animações, como estratégia de ensino e aprendizagem, para ser bem conseguida, não dispensa a exploração oral pelo professor que direciona os alunos para o que precisam de perceber e compreender na animação (McClellan *et al.*, 2005).

À semelhança das animações, também os modelos científicos são recursos importantes para explicar determinados processos e conceitos abstratos que os alunos têm dificuldades em compreender. Os modelos científicos são ainda uma parte importante do processo científico e, muitas vezes, a única forma que os cientistas possuem para explicar teorias científicas abstratas como por exemplo, o átomo. Em educação, os modelos constituem recursos valiosos para o professor, que os pode utilizar para explicar conceitos difíceis e não observáveis, e assim, dar forma ao conteúdo. As principais funções dos modelos científicos em educação são o poder de

previsão e a capacidade para fornecer uma perspetiva sobre a própria natureza do processo (Treagust *et al.*, 2002).

Participação em Congressos Científicos

Eventos científicos, como congressos, constituem uma fonte de aprendizagem que tem como finalidade reunir profissionais e estudantes de uma determinada especialidade para trocas e transmissão de interesses comuns aos participantes (Lacerda *et al.*, 2008). Estes eventos assumem um papel de relevo na divulgação científica e na construção de conhecimentos aliados ao facto de traduzirem um ambiente de aprendizagem no exterior da escola que contribui para a concretização do conhecimento dos alunos e desenvolvimento de valores e metodologias de trabalho que suportam a aprendizagem (Tasdemir *et al.*, 2012b). Ambientes de aprendizagem relacionados com “Ciência” e “fazer Ciência” influenciam de forma positiva as atitudes dos alunos perante a Ciência, contribuindo para a compreensão de conceitos e motivação dos alunos para o tema em estudo (Tasdemir *et al.*, 2012a).

A participação em congressos científicos, uma vez que requer a elaboração de trabalhos científicos, promove um ambiente de aprendizagem baseada em problemas (ABP) e ainda uma aprendizagem cooperativa (AC). A ABP utiliza um problema como estímulo à aprendizagem de conceitos e através da pesquisa os alunos aprendem sobre o que precisam de saber para responder ao problema (Hmelo-Silver, 2004). Na AC, os alunos, organizados em grupos pequenos e heterogéneos relativamente ao género, idade, origem social e resultado académicos, entre outras características, trabalham em conjunto e com objetivos claramente definidos para executar uma determinada tarefa de aprendizagem (Cohen, 1994, Kagan, 1994, Dotson, 2001, Norman, 2005, Gillies, 2007 e Lopes e Silva, 2009, *in* Ramos *et al.*, 2013), incitando os alunos ao debate de ideias, partilha de conhecimentos e ao espírito de entajuda, que ajudam à obtenção de bons resultados escolares no domínio cognitivo e a melhoria do autoconceito dos alunos, em especial nos de mais baixo rendimento escolar (Ramos *et al.*, 2013).

2.4 Tecnologias de informação e comunicação na educação

Tal como em educação, é comum associar-se os conceitos de ensino e aprendizagem, também os conceitos de tecnologia e inovação surgem relacionados entre si e com melhoria nos processos de ensino e aprendizagem. O termo Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) refere-se à conjugação da tecnologia computacional

ou informática com a tecnologia das telecomunicações. Quando as TIC são utilizadas para fins educativos, consideram-se como um subdomínio da Tecnologia Educativa: teoria e prática do planeamento; desenvolvimento; utilização; gestão e avaliação dos processos; e recursos da aprendizagem (Miranda, 2007).

Um dos objetivos principais da integração das tecnologias em sala de aula é ajudar os alunos a aproximar e utilizar a tecnologia como um recurso de aprendizagem. Uma boa integração destas metodologias não depende só do acesso aos computadores, como também da forma como os professores os utilizam, sendo fundamental que forneçam aos alunos a oportunidade de estar envolvido com a tecnologia para fins educativos (Gibson *et al.*, 2013).

Inserindo-se em contextos de práticas sociais, que implicam a interação entre os alunos e o professor, a Internet pode facilitar esta aprendizagem colaborativa, se o professor criar projetos onde os alunos possam realizar atividades, resolver problemas em cooperação e participar em tarefas comuns. E, embora a aprendizagem dos alunos seja a variável mais importante, também a motivação, as relações que se criam e o desenvolvimento de literacia tecnológica são aspetos fundamentais na introdução das tecnologias no ensino (Miranda, 2007).

Ciência Cidadã na escola

Aliados à tecnologia e inovação, os projetos de Ciência Cidadã representam atividades práticas alternativas no ensino das Ciências, que têm vindo a ser comprovadas quanto ao seu sucesso no desenvolvimento do conhecimento científico (Bonney *et al.*, 2009).

O conceito de Ciência Cidadã tem sido utilizado para rotular atividades e projetos de investigação que estabelecem uma ligação entre o público geral e a investigação científica (SOCIENTIZE Consórcio, 2013). Considerada uma educação informal em Ciências onde, através do envolvimento voluntário em autênticos projetos de investigação, o cidadão desenvolve a sua literacia científica e novos conhecimentos sobre um determinado tema (Bonney *et al.*, 2009).

O “*The Audubon Christmas Bird Count*” é dos projetos de Ciência Cidadã mais antigos que se conhece e pertence ao laboratório americano “*The Cornell Lab of Ornithology*”. Este projeto consiste na elaboração de censos de aves feitos com recurso à participação de milhares de voluntários que observam aves e comunicam os

avistamentos. Assim, é possível reunir informação suficiente para efetuar uma monitorização e avançar com medidas de conservação necessárias para a preservação das espécies (Bonney *et al.*, 2009). Após este sucesso, foram inúmeros os projetos de Ciência Cidadã desenvolvidos e nos quais qualquer pessoa pode participar e contribuir para a Ciência. Desta forma, a Ciência Cidadã deixou de estar confinada a uma região para se projetar a nível mundial através de projetos como o *Zooniverse* (americano) e o *SOCIENTIZE* (europeu), ambos polos agregadores de projetos de Ciência Cidadã que englobam projetos de investigação nas mais diversas áreas da Ciência (Biologia celular e molecular; Linguística; Astronomia, etc.).

Nas palavras de Lostal Lanza (2013, p.2492) “*Citizen Science seems to be a good approach to the education scenario. It brings along the integration of both concepts: use of new technologies and science process participation. By using tools and technologies they are familiar they can work on real research feeling themselves a key part of the procedure and that they are doing a significant contribution*”. No Ensino Secundário, as orientações curriculares realçam a importância da interdisciplinaridade e sugerem o desenvolvimento de atividades que envolvam problematização, pesquisa e debate. A implementação de projetos de Ciência Cidadã na Escola é pertinente para a promoção de novas formas de construir conhecimentos e de os aplicar, de compreender as metodologias dos investigadores e de “fazer Ciência”.

2.5 Avaliação das aprendizagens dos alunos

A avaliação das aprendizagens dos alunos divide-se em três modalidades, a diagnóstica, formativa e sumativa.

A avaliação diagnóstica e a avaliação formativa trabalham em conjunto para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. A avaliação diagnóstica constitui um modelo de avaliação formativa (Leite, 2000) e a avaliação formativa também tem um carácter diagnóstico (Leite & Fernandes, 2002).

A avaliação diagnóstica desempenha um papel importante nos processos de ensino e aprendizagem. É através da sua implementação que se torna possível a recolha de informações sobre os conhecimentos dos alunos, identificar conceções erradas e lacunas de aprendizagem e, desta forma, permitir ao professor reformular e seleccionar as práticas a utilizar de acordo com os objetivos (Leite, 2000).

A avaliação formativa rege-se por três objetivos principais: regular (processos), reforçar (êxitos) e remediar (dificuldades). Para que tal aconteça, esta avaliação deve acompanhar todo o processo de aprendizagem, com um carácter sistemático e contínuo, recorrendo a metodologias que definam o que se considera importante aprender, situar o aluno face a essas aprendizagens, identificar as dificuldades e encontrar os meios adequados para as remediar ou para enriquecer as suas aprendizagens (Leite & Fernandes, 2002).

A avaliação sumativa tem como finalidade classificar os alunos no final de um período de formação e é separada por intervalos de tempo relativamente longos (no fim das unidades didáticas). Recorre a instrumentos e a procedimentos de avaliação final, realizados segundo uma estrutura de síntese (Leite & Fernandes, 2002). Este tipo de avaliação corresponde à modalidade mais utilizada em Portugal devido, sobretudo, à organização curricular das disciplinas e do peso que os testes mantêm na estrutura escolar e nas imagens sociais produzidas sobre a escola (Pacheco, 2012). Para uma melhoria da aprendizagem, é fundamental que exista um equilíbrio entre ambas, formativa e sumativa, o que nem sempre é fácil num sistema de ensino que prima as barreiras ao invés de soluções, como por exemplo, o tempo disponível e o rácio professor/turma (Pacheco, 2012).

2.1 Biologia – Crescimento e renovação celular

2.2.1 Introdução

A Biologia é o ramo da ciência que estuda a vida (Brooker *et al.*, 2011). Estima-se que existam cerca de 8,7 milhões de seres vivos no nosso planeta, entre os quais, apenas 1,2 milhões estão descritos e catalogados, após 250 anos de estudos desde que Carolus Linnaeus (1739-1778) iniciou a disciplina da taxonomia (Mora *et al.*, 2011).

Ainda que todas as espécies sejam únicas, todas elas apresentam um conjunto de características comuns, entre os quais o facto de todos os seres vivos serem constituídos por células e apresentarem uma organização interna que os separa do meio envolvente; a necessidade de utilizarem energia para manter essa ordem interna (metabolismo); o responder a alterações ambientais para garantir a sobrevivência da espécie; o regular as suas células e corpos de forma a manter estáveis as condições interna (homeostasia); crescerem e desenvolverem-se, reproduzirem-se e evoluírem biologicamente (Brooker *et al.*, 2011). Ademais, existem seres vivos constituídos por apenas uma célula (unicelulares), como as bactérias ou os protozoários, e seres vivos constituídos por milhares de células (multicelulares), como as plantas, fungos e os animais. Estes seres multicelulares apresentam uma grande diversidade de células, especializadas em determinadas funções.

A célula constitui a unidade de organização mais simples dos organismos e, como já foi referido, todos os seres vivos são constituídos por células. Estes dois princípios constituíram os alicerces da Teoria Celular, desenvolvida por Matthias Jakob Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882) em 1839, onde, com contribuições ulteriores de Rudolf Virchow (1821-1902), em 1858, acresce um terceiro princípio, que nos diz que cada célula provém de células pré-existentes, através do processo de divisão celular que será aprofundado mais à frente (Hardin *et al.*, 2012).

O universo biológico agrupa-se em dois tipos de células – procarióticas e eucarióticas. As células procarióticas apresentam uma estrutura relativamente simples e o seu nome deriva do Grego *Pro* (antes) e *Karyon* (núcleo) que significa “antes do núcleo”. Estas células caracterizam-se por possuírem um único compartimento fechado que compreende o citoplasma, envolvido pela membrana plasmática que o separa do meio exterior, distinguindo-se das células eucarióticas sobretudo por não possuírem um núcleo definido dada a sua simplicidade. Todos os seres vivos procariontes possuem

esta constituição, como por exemplo, as Bactérias, que correspondem ao grupo de procariontes mais numeroso (Lodish *et al.*, 2003). Por sua vez, as células eucarióticas, cujo nome deriva do Grego *Eu* (verdadeiro) e *Karyon* (núcleo) possuem, como o próprio nome sugere, um núcleo celular, delimitado por um conjunto de duas membranas denominado invólucro nuclear. Estas células encontram-se organizadas em compartimentos, onde cada organelo possui um conjunto de membranas internas que separa os restantes. A região que separa a membrana plasmática e o núcleo designa-se citoplasma, que compreende o citosol (fase líquida) e os organelos (Lodish *et al.*, 2003). As células eucarióticas apresentam ainda diferenças entre si. As células eucarióticas vegetais possuem parede celular (confere proteção), cloroplastos (onde se realiza a fotossíntese) e vacúolo central (que desempenha funções de reserva, digestão celular e ainda confere volume à célula). As células eucarióticas dos fungos possuem uma parede rígida formada por quitina, um polissacarídeo que confere protecção às células dos fungos. As células animais possuem lisossomas e centríolos, que não são encontrados nas células vegetais. As células eucarióticas fazem parte da constituição de todos os membros do domínio Eucarya, que inclui o supergrupo Opisthokonta, onde se insere o reino Animalia (Brooker *et al.*, 2011).

2.2.2 Ciclo celular

Uma das características mais importantes à sobrevivência e perpetuação dos organismos vivos é a sua capacidade de transmitirem à descendência um conjunto de características denominada herança genética. As células reproduzem-se por um processo de divisão celular, onde o material genético é transmitido de forma equitativa às duas células-filhas. Para tal acontecer, o material genético e os organelos celulares duplicam, garantindo que cada célula-filha herde uma cópia de toda a informação genética da célula-mãe, assegurando a estabilidade genética ao longo das gerações celulares.

Todos os organismos vivos, desde os unicelulares aos multicelulares, incluem no seu desenvolvimento períodos de crescimento celular e períodos de divisão celular.

A informação que permite a realização das atividades celulares encontra-se organizada em sequências específicas de DNA (genes) e a organização do material genético é diferente de células procarióticas para células eucarióticas. Nas primeiras, o DNA apresenta-se sob a forma de uma única molécula de DNA, longa e circular. Nas células eucarióticas apresenta-se na forma de complexas moléculas lineares associadas a

proteínas com função estrutural e de regulação chamadas histonas (Brooker *et al.*, 2011).

Nos organismos unicelulares, como as bactérias, cada divisão celular corresponde à reprodução pois, a partir de uma célula formam-se duas células independentes por bipartição (maioria dos procariontes, podendo ainda reproduzirem-se por outras formas de reprodução assexuada como por gemulação, fragmentação, etc.). Esta divisão envolve o alongamento da célula, duplicação do DNA e divisão celular. (Parente, 2012). Na reprodução sexuada, típica de muitos seres multicelulares, o processo do ciclo celular torna-se mais complexo. Nestes organismos é possível distinguir dois tipos de divisão celular, que correspondem à mitose e à meiose (Brooker *et al.*, 2011). Nos seres vivos diplontes (fase diploide do ciclo de vida caracteriza a fase adulta), a meiose, divisão celular que ocorre nas células sexuais, resulta na formação dos gametas (células reprodutoras que têm apenas metade do número de cromossomas das células somáticas do organismo), sendo um processo fundamental que precede a fecundação (união dos gametas). Da fecundação, resulta o ovo ou zigoto que, através de sucessivas divisões celulares mitóticas conduz à formação de um novo indivíduo. Este indivíduo receberá património genético de ambos os progenitores, recebendo apenas metade da informação genética de cada um garantindo assim a continuidade do número de cromossomas da espécie (Brooker *et al.*, 2011).

O ciclo celular é definido como a sequência de acontecimentos que levam ao crescimento, replicação e à divisão da célula. Considera-se, assim, que o ciclo celular compreende duas fases: a interfase e a fase mitótica (*M phase*). A interfase corresponde ao período compreendido entre o fim de uma divisão celular e o início da seguinte. A fase mitótica diz respeito ao período durante o qual ocorre a divisão celular (Brooker *et al.*, 2011).

2.2.2.1 Organização estrutural da cromatina nas células eucarióticas

Como já foi referido, o património genético das células eucarióticas encontra-se no núcleo, sob a forma de moléculas de DNA que, associadas a proteínas histónicas e não histónicas, formam uma estrutura fibrosa à qual se dá o nome de cromatina. Numa célula humana, a molécula de DNA mede mais de 1 m de comprimento, compartimentada e organizada em estruturas filamentosas complexas chamadas cromossomas. O nome cromossoma deriva das palavras gregas *chromo* (cor) e *soma*

(corpo), que significam corpo colorido, devido à grande afinidade destas estruturas por corantes (Brooker *et al.*, 2011). Durante o ciclo de vida das células, a cromatina pode apresentar-se na sua forma dispersa ou condensada. Quando as células se encontram em período de divisão, os cromossomas apresentam-se bem individualizados, uma vez que estão profundamente condensados, sendo por isso observáveis ao microscópio óptico. Quando o cromossoma se apresenta distendido, é fino e flexuoso, sendo difícil visualizar cada filamento de cromatina ao microscópio óptico (Oliveira & Valente, 2012). A compactação sucessiva da cromatina pode ser descrita segundo níveis sucessivos de empacotamento. As unidades básicas desta condensação são os nucleossomas. Cada nucleossoma tem a forma de um disco constituído por 8 unidades de histonas e está separado do seguinte nucleossoma por uma porção de DNA, DNA de ligação, constituindo o primeiro nível de organização da cromatina, também chamada de fibra fina de 11 nm. O DNA encontra-se compactado entre 4 a 5 vezes (Alberts *et al.*, 2008). No segundo nível de organização, a cadeia de nucleossomas enrola-se sobre si mesma formando uma estrutura solenoidal, compactando a cromatina cerca de 40 vezes e originando uma fibra com 30 nm de espessura. O terceiro nível de organização é denominado de modelo radial e corresponde ao modelo de estruturação da fibra da cromatina em interfase, onde a fibra se organiza em ansas radiais (arqueamentos) pela ação de proteínas acídicas, com cerca de 300 nm. Nas ansas formam-se domínios, locais onde se encontram os genes que serão expressos. Na mitose ocorrem níveis de organização mais complexos que levam à formação dos cromossomas. Aqui, a fibra de 300 nm espiraliza formando a fibra de 700 nm (Brooker *et al.*, 2011).

Todos os mecanismos que regulam os níveis de compactação da cromatina são indispensáveis para o funcionamento da célula e para a manutenção do genoma a cada divisão celular (Oliveira & Valente, 2012). Em certos períodos da vida da célula (fim de mitose e período G1), cada cromossoma contém, para além das proteínas, apenas uma molécula de DNA (cromatídeo). Contudo, noutros períodos, a partir do período S, a molécula de DNA duplica e o cromossoma fica constituído por dois cromatídeos, unidos pelo, uma zona de constrição do cromossoma, com uma sequência de DNA específica, à qual se liga uma estrutura proteica especializada chamada cinetocoro (Cooper & Hausman, 2013).

2.2.2.2. Elementos do fuso mitótico

Para compreender o processo de divisão celular, é importante compreender o papel do fuso mitótico ou acromático, estrutura dinâmica que se forma durante a mitose, fundamentalmente constituída pelos microtúbulos e centrossomas, e cuja função é permitir a correta segregação dos cromossomas na divisão celular (Azevedo & Sunkel, 2012).

As células eucarióticas possuem um sistema de suporte que compreende um conjunto de estruturas filamentosas, de natureza proteica, que formam uma rede dinâmica, altamente complexa, o citoesqueleto. Este é constituído por microtúbulos, microfilamentos e filamentos intermédios que podem funcionar de modo integrado, embora apresentem padrões de organização, dinâmica e funções específicas, sendo aqui referidos apenas os microtúbulos, imprescindíveis à realização celular. Os microtúbulos são estruturas tubulares constituídas pela polimerização de um heterodímero de tubulina α e de tubulina β e estão envolvidos no transporte de vesículas e organelos durante a interfase, na construção do fuso mitótico, no movimento dos cromossomas e na criação e manutenção de domínios citoplasmáticos (Navarro-Costa *et al.*, 2012).

Muitos dos eventos da mitose dependem do fuso mitótico que inicia a sua formação no citoplasma durante a profase. Enquanto esta estrutura se começa a organizar, os restantes microtúbulos do citoesqueleto desorganizam-se parcialmente, para fornecer o material utilizado para formar o fuso. Os microtúbulos do fuso sofrem um alongamento (polimerização), através da incorporação de subunidades de tubulina, e encurtam através da perda de subunidades (despolarização) (Campbell *et al.*, 2008).

A maior parte das células em mitose possui uma estrutura microtubular, constituída por microtúbulos curtos, associados em grupos de 3, formando triplete com 9 microtúbulos curtos, distribuindo-se numa superfície cilíndrica e formando o centríolo. Na região polar das células encontram-se, geralmente, 2 centríolos que, conjuntamente com uma zona densa em proteínas (região pericentrossomal) constituem o centrossoma.

Dentro de uma célula, os microtúbulos são nucleados (ou polimerizados) a partir dos centros organizadores dos microtúbulos. Numa célula em G1 ou S, existe um centro nucleador de microtúbulos que, na maior parte das células eucarióticas, está associado com o centrossoma e, na maior parte dos organismos unicelulares, com o corpo basal. Os microtúbulos são nucleados a partir do material pericentriolar (contêm proteínas,

entre elas a tubulina γ que organiza uma estrutura em anel que serve de base para a nucleação) e ainda não está definido o papel dos centríolos, uma vez que existem linhas celulares estáveis que não possuem centríolos mas conseguem organizar o fuso mitótico a partir desse material, como é o caso das células vegetais. A ausência de centríolos é a única diferença no processo mitótico das células vegetais e animais e, por consequência, não se formam fusos multipolares, apesar de se conseguir organizar um fuso mitótico perfeitamente funcional (Azevedo & Sunkel, 2012).

2.2.3. Fases do ciclo celular

No ciclo celular existem duas fases que se iniciam com a formação de uma célula até ao momento em que ela própria se divide, originando duas células filhas.

O período de crescimento corresponde à interfase, um período relativamente longo quando comparado com o período da mitose, correspondendo a 90% da duração do ciclo. Durante este período, ocorre a síntese de diversos constituintes que conduzem ao crescimento e à maturação celulares, garantindo a preparação da célula para uma nova divisão (Alberts *et al.*, 2008). Esta fase divide-se em três períodos distintos: G1, S e G2 (G de *Gap* ou intervalo, indicando o intervalo entre a síntese de DNA e a mitose). Os momentos de *Gap*, G1 e G2 correspondem a intervalos de monitorização dos ambientes interno e externo, garantindo que a célula reúna as condições necessárias para posteriormente se dividir (Alberts *et al.*, 2008). O período G1 decorre imediatamente após a mitose, sendo caracterizado por uma intensa atividade metabólica, no qual a célula aumenta o volume e o número de organelos aumenta. Se as condições extracelulares forem desfavoráveis, a célula atrasa a progressão para a fase seguinte podendo mesmo até entrar para um estado de repouso denominado G₀, onde as células podem permanecer dias, semanas ou até mesmo anos antes de reiniciar o ciclo, ou até à morte da célula (células que não se dividem no estado adulto, como por exemplo, as células nervosas). Se as condições extracelulares forem favoráveis e se houver sinais que indiquem que a célula se pode dividir, as células reentram no ciclo através de um ponto de regulação, o ponto de restrição (mamíferos) ou *Start* (em leveduras), que será referido novamente mais à frente, na regulação do ciclo celular (Secção 2.2.4.) (Alberts *et al.*, 2008).

O período S (de síntese do inglês ‘synthesis’) é caracterizado pela replicação do DNA e centríolos.

Em 1953, James Watson (1928 -) e Francis Crick (1916 – 2004) propuseram um modelo para a replicação do DNA por replicação semiconservativa da cadeia de dupla hélice. Este modelo sustenta que a dupla hélice se separava e que cada cadeia serve como modelo para síntese de uma cadeia filha complementar, construída de acordo com as regras de emparelhamento de bases azotadas que estão presentes na constituição do ácido desoxirribonucleico (DNA): adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C), onde A se liga sempre a T e G se liga sempre a C. É chamada de semiconservativa uma vez que metade da molécula original é conservada por cada uma das moléculas filhas (Hardin *et al.*, 2012). Quando a fase S termina, a célula possui o dobro de cromátídeos que o número de cromossomas presente no período G1. Por exemplo, se uma célula humana em G1 tiver 46 cromossomas, a mesma célula em G2 terá 46 pares de cromátídeos-irmãos, ou seja, 92 cromátídeos (Alberts *et al.*, 2008).

O período G2 é a última etapa da interfase e ocorre a síntese de proteínas necessárias à divisão celular na mitose (Alberts *et al.*, 2008).

A divisão de uma célula em duas células-filhas pode ser descrita em 2 processos consecutivos: a mitose ou cariocinese, divisão do núcleo, e a citocinese, divisão do citoplasma (Gilbert, 2010).

A mitose é o processo que permite que um núcleo de uma célula se divida, originando dois núcleos-filhos, cada um deles contendo uma cópia de todos os cromossomas do núcleo original, ou seja, o número de cromossomas mantém-se inalterável ($2n$) (Azevedo & Sunkel, 2012). Embora a mitose varie em aspetos mínimos, de uns organismos para os outros, é basicamente semelhante na maioria das células eucarióticas.

O termo mitose foi utilizado pela primeira vez em 1882, por Walther Flemming (1843-1905), e provêm do grego *Mitos* que significa filamentos (Azevedo & Sunkel, 2012). Esta etapa pode ser dividida em cinco fases embora seja um processo contínuo: profase, prometáfase, metafase, anáfase e telófase. Na mitose, associado à divisão de células somáticas, o material genético sintetizado no período S da interfase é dividido igualmente por dois núcleos filhos.

A profase é a primeira fase da mitose e também a mais longa, em que a cromatina se condensa gradualmente em cromossomas bem definidos, por vezes visível ao microscópio óptico, e que são compostos por dois cromátídeos enrolados um no outro (o DNA já tinha sido duplicado durante a fase S da interfase). Os centrossomas, também duplicados na fase S, começam a afastar-se para pólos opostos da célula. À

medida que se afastam, cada centrossoma atua como uma região a partir da qual a rede de microtúbulos se vai formar, originando o fuso mitótico que vai distribuir os cromossomas para as células-filhas, nas fases seguintes. Na última fase da mitose, quando ocorre a individualização da célula, cada uma fica apenas com um centrossoma com dois centríolos. Ainda na profase, o nucléolo desintegra-se determinando o final da fase e o invólucro nuclear desagrega-se (Azevedo & Sunkel, 2012).

A desagregação do invólucro nuclear sinaliza o início da prometáfase. Os microtúbulos que emergem dos centrossomas nos pólos do fuso mitótico atingem os cromossomas agora condensados. Na região do centrómero, cada cromátídeo possui uma estrutura proteica, o cinetocoro. Alguns dos microtúbulos do fuso ligam-se ao cinetocoro, arrastando os cromossomas enquanto outros microtúbulos do fuso mitótico fazem o contacto com os microtúbulos do pólo oposto (Azevedo & Sunkel, 2012). Estas ligações permitem que se estabeleçam forças de equilíbrio exercidas por motores proteicos que vão conduzir os cromossomas até ao centro da célula (Alberts *et al.*, 2008)

Na metafase, os cromossomas no centro do fuso alinham-se no plano equatorial da célula, formando a placa equatorial ou placa metafásica. Os dois cromátídeos de cada cromossoma estão em posição oposta, permitindo que se separem na fase seguinte (Brooker *et al.*, 2011).

Na anafase, ocorre a divisão do centrómero e separação simultânea de todos os cromátídeos e aqui, cada cromátídeo passa agora a ser designado por cromossoma (Brooker *et al.*, 2011). Os cromossomas iniciam a ascensão polar ao longo dos feixes de microtúbulos, como resultado do afastamento dos pólos da célula e encurtamento dos microtúbulos ligados aos cinetocoros. No final da anafase, dois conjuntos idênticos de cromossomas encontram-se em cada pólo da célula (Brooker *et al.*, 2011).

Na telofase inicia-se a organização dos núcleos das células-filhas (nucleocinese). Forma-se o invólucro nuclear em torno dos cromossomas, a partir do retículo endoplasmático rugoso, que começam a descondensar, tornando-se novamente indistintos. As fibras do fuso mitótico desorganizam-se e, conjuntamente com estas alterações na estrutura do citoesqueleto começa a haver redistribuição equitativa dos organelos celulares pelas células filhas (Azevedo & Sunkel, 2012).

Terminada a divisão nuclear, geralmente inicia-se a divisão citoplasmática (citocinese), completando-se desta forma a divisão celular que originará duas células-filhas.

Nas células animais, o início da citocinese é marcado pelo surgimento de uma constrição da membrana citoplasmática na zona equatorial da célula. Este estrangulamento, efetuado no sentido centrípeto, resulta da contração de um conjunto de filamentos proteicos localizados junto da membrana plasmática. O anel de contração é formado por filamentos de actina e miosina que, ao longo do processo de divisão, produzem uma força, que determina a contração do anel durante a telofase, e que é acompanhada pela fusão de vesículas intracelulares que vão inserir nova membrana plasmática junto do anel contráctil. Quando a contração termina, a fusão de vesículas e consequente inserção de membrana preenchem o espaço livre entre as duas células, resultando na clivagem em duas células-filhas (Alberts *et al.*, 2008).

Nas células vegetais, a existência da parede celular esquelética não permite a citocinese por estrangulamento. A clivagem da célula mãe ocorre através da formação da placa celular, estrutura formada por vesículas resultantes do complexo de Golgi, contendo diferentes polissacáridos entre os quais celulose e proteínas que são depositadas na região equatorial da célula aproveitando os microtúbulos entre os dois pólos celulares (fragmoplasto). À medida que as vesículas de Golgi se vão fundindo, origina-se uma parede celular que acabará por dividir a célula em duas. A deposição de celulose junto ao fragmoplasto vai dar origem às duas paredes celulares que, geralmente, se formam do centro da célula-mãe para a periferia (Alberts *et al.*, 2008).

2.2.4 Regulação do ciclo celular

Durante as últimas décadas, a análise do ciclo celular tem demonstrado que existem uma série de mecanismos moleculares responsáveis pela progressão das células ao longo do ciclo e por iniciar os eventos necessários a cada fase do ciclo, de forma coordenada, garantindo que a célula reúne as diferentes condições necessárias a essa progressão. Estes mecanismos de controlo permitem ainda à célula avaliar o meio ambiente em que se encontram, no que diz respeito aos nutrientes necessários ao desenvolvimento celular (Sunkel, 2012).

Com base em experiências de fusão celular, Leland Hartwell (1939 -) e Ted Weinert definem, em 1988, o conceito de *checkpoint* como um sistema de regulação que monitoriza a execução de um determinado evento durante o ciclo celular e, caso este evento não seja concluído corretamente, inibe o início de eventos posteriores. A

progressão do ciclo celular pode ser bloqueada nestes *checkpoints* em resposta às condições dos meios intracelular e extracelular (Sunkel, 2012).

Existem fundamentalmente 3 pontos de controlo ao longo do ciclo celular: no final de G1, no final de G2 e na mitose.

No fim do período G1, ocorre o primeiro momento de regulação relativamente ao prosseguimento do ciclo celular. Este *checkpoint* denomina-se ponto de restrição (mamíferos) ou *Start* (leveduras) e assegura que a célula possui dimensão suficiente para se dividir e que existem nutrientes em quantidade suficiente para suportar duas células-filhas resultantes. Como referido anteriormente, se as condições extracelulares forem desfavoráveis, a célula atrasa a progressão para a fase seguinte e entra para um estágio denominado G₀, onde as células podem permanecer antes de reiniciar o ciclo, ou até à morte da célula (apoptose). Se as condições extracelulares forem favoráveis e se existirem sinais que indiquem que a célula se pode dividir, as células podem reentrar no ciclo devidamente estimuladas (Sunkel, 2012).

No final de G2, ocorre o segundo momento de controlo, antes de se iniciar a mitose, o que determina a interrupção do ciclo ou o seu prosseguimento. Se a replicação do DNA ocorreu corretamente, o ciclo prossegue, mas se houve anomalias, o ciclo pode ser interrompido. O DNA contém toda a informação necessária para manter a célula viva, para dar as instruções necessárias à sua diferenciação e, eventualmente, à sua função no contexto de um organismo multicelular. Assim, a correta replicação da molécula, necessária para que a célula posteriormente se possa dividir, torna-se essencial para a organização biológica. Devido à sua complexidade, a replicação do genoma pode conduzir a erros que podem ainda ser provocados pela exposição das células ao meio ambiente natural, que envolve raios UV e substâncias químicas que atacam o DNA, provocando danos de vários tipos. Quando se verificam alterações no DNA, por exemplo, de quebras em cadeia dupla ou simples, são activados mecanismos que por um lado impedem a progressão no ciclo e, por outro, ativam os mecanismos responsáveis pela reparação do DNA (ativação de cinases), garantindo a estabilidade do genoma (Sunkel, 2012).

Durante a mitose, há também um momento de controlo que corresponde ao *checkpoint* do fuso mitótico (SAC – *Spindle assemble checkpoint*). Tal como o DNA, também a segregação dos cromátídios é cuidadosamente monitorizada. Alterações na segregação dos cromossomas conduzem a que uma célula perca ou ganhe cromossomas, o que, muitas vezes, não é compatível com a vida de uma célula normal (Sunkel, 2012).

O mecanismo envolvido no *checkpoint* mitótico está encarregue de verificar se a ligação dos microtúbulos aos cinetocoros decorreu normalmente, ou seja, que cada cromatídio de cada cromossoma está ligado a microtúbulos de pólos diferentes do fuso mitótico e que todos os cromatídios estão ligados. Caso exista um cromatídio que não esteja ligado, o SAC é ativado e a célula não consegue iniciar a separação de cromatídios e a sua segregação. O SAC deteta a ausência da ligação entre microtúbulos e os cinetocoros, de forma que cinetocoros sem microtúbulos são responsáveis pelo envio de um sinal que inibe os mecanismos de saída de mitose. (Sunkel, 2012).

O controlo do ciclo celular é realizado por um sistema composto por duas famílias de proteínas: as ciclinas e as cinases dependentes de ciclinas (CDKs).

A atividade das CDKs aumenta e decresce com a progressão do ciclo celular, traduzindo-se em alterações na fosforilação de proteínas intracelulares que iniciam ou regulam os principais eventos do ciclo celular.

As alterações cíclicas na atividade das CDK são controladas por um conjunto complexo de proteínas que regulam estas cinases, sendo o mais importante o grupo das ciclinas. CDKs, como o próprio nome indica, dependem de ciclinas para funcionarem adequadamente. O nome ciclina foi originalmente atribuído por Tim Hunt, em 1983, porque estas proteínas passam por um ciclo de síntese e degradação ao longo do ciclo celular. Os estudos realizados mostraram que diferentes ciclinas são sintetizadas em diferentes fases do ciclo celular e que, a sua degradação é necessária para que a célula possa entrar na fase seguinte. Durante G1, são sintetizadas as ciclinas tipo G1, como a ciclina D, durante a replicação do DNA são sintetizadas as ciclinas do tipo S, como as ciclinas A e E e durante a fase G2 e M são sintetizadas ciclinas mitóticas como a ciclina B. Estas ciclinas ativam as CDKs e formam complexos moleculares CDK-ciclinas. Os mecanismos que controlam a atividade destes complexos incluem a fosforilação das subunidades catalíticas (cinases), a ligação a inibidores das proteínas cinases (CKIs), proteólise de ciclinas e alterações na transcrição de genes que codificam a informação para os reguladores das CDKs (Sunkel, 2012).

2.2.5. Proliferação e morte celular

Desde que o organismo se desenvolve a partir de uma única célula, o zigoto, todos os diferentes tipos de células são produzidas e organizadas em tecidos e órgãos. Este processo de diferenciação e desenvolvimento envolve não só proliferação celular

como também morte celular que, juntos, mantêm um estado de equilíbrio durante o período de vida dos organismos multicelulares (Cooper & Hausman, 2013).

Morte celular programada (MCP) é uma forma fisiológica normal de morte celular que desempenha um papel fundamental na manutenção dos tecidos adultos e no desenvolvimento embrionário, sendo cuidadosamente regulada para responder às necessidades do organismo. No estado adulto, a MCP é responsável por manter o equilíbrio entre a proliferação e a morte celular, mantendo os níveis de células constantes nos tecidos respetivos. Além disso, a MCP funciona como um mecanismo de defesa, eliminando células danificadas e potencialmente perigosas (ex. células infetadas com vírus, células com DNA danificado, etc.). Durante o desenvolvimento, a MCP é responsável por eliminar células não desejáveis, ou não funcionais, de uma grande variedade de tecidos. Por exemplo, durante a embriogénese do ser humano, as células que ocupam os espaços interdigitais das mãos e dos pés são destruídas por apoptose, formando-se assim os dedos (Cooper & Hausman, 2013).

A apoptose, um processo de MCP, foi inicialmente descrita em 1972 por John Kerr, Andrew Wyllie e Alastair Robert Currie e o termo deriva do grego, onde *Apo-* significa “separação” e *-ptosis* “cair”, representando a queda das folhas das árvores (Kerr, Wyllie & Currie, 1972).

A apoptose é a principal via de morte celular utilizada para remover as células indesejadas e potencialmente perigosas durante o desenvolvimento embrionário, regulação imunológica e para manter a homeostase nos tecidos. Muitas terapias de combate ao cancro são baseadas na ativação deste tipo de MCP (Festjens *et al.*, 2006). Durante este processo dá-se a fragmentação do DNA como resultado da clivagem entre nucleossomas (Cooper & Hausman, 2013) pela enzima endonuclease (Norman e Lodwick, 1999). A cromatina condensa e o núcleo acaba por se fragmentar. A célula diminui de volume e fragmenta-se em porções envolvidas por membrana, corpos apoptóticos, sem que ocorra resposta inflamatória. Estes corpos apoptóticos são posteriormente reconhecidos e fagocitados por macrófagos (Cooper & Hausman, 2013). Este mecanismo é altamente regulado por uma família de cisteínas proteases, chamada caspases (Festjens *et al.*, 2006).

Apesar de a apoptose ser o processo mais comum de MCP, outros podem ocorrer, como é o caso da autofagia. Este mecanismo é ativado em resposta a stresse celular provocado por condições de escassez de alimento. A sua função primária é a de reciclar proteínas de citoplasma engolfado e de organelos danificados. A autofagia é

reconhecida pela formação de vesículas, autofagossomas, que se fundem posteriormente com lisossomas para formar autolisossomas. O conteúdo engolfado e a membrana interna dos autofagossomas são então degradados por enzimas hidrólases lisossômicas (Festjens *et al.*, 2006). Em situações onde a via da apoptose se encontra bloqueada, a autofagia pode proporcionar uma alternativa de MCP.

Em oposição à MCP, desde sempre se descreveu a necrose como um tipo de “morte acidental” e não controlada, provocada por respostas a stresse físico-químico da célula. Hoje em dia, reconhece-se que a necrose é uma morte celular tão controlada como a apoptose e pode ser uma via bastante importante, tanto no sentido patológico como fisiológico, sendo capaz de matar células tumorais que desenvolveram estratégias para evadir à apoptose (Festjens *et al.*, 2006). Por esta razão, é designada necroptose ou necrose programada (Giampietri *et al.*, 2014). A necroptose é caracterizada pelo aumento de volume celular, disfunção mitocondrial, permeabilização da membrana plasmática e libertação do conteúdo celular para o espaço extracelular, não envolvendo fragmentação de DNA, ao contrário da apoptose. O conhecimento aprofundado sobre este tipo de morte celular pode ser de extrema relevância para explorar novas estratégias terapêuticas (Giampietri *et al.*, 2014).

2.2.6. Cancro

Os mecanismos de regulação celular são de extrema importância uma vez que, quando estes mecanismos falham, pode surgir um cancro. Cancro é uma doença caracterizada por uma divisão celular descontrolada. A grande maioria dos cancros (cerca de 90%) não são hereditários, mas são o resultado da exposição a agentes mutagénicos, como os raios UV e alguns compostos químicos presentes no fumo do tabaco, que promovem mutações nos genes das células somáticas do organismo. Estas alterações no DNA podem conduzir a uma expressão genética incorreta que poderá afetar a divisão celular e ultimamente conduzir à formação de cancro (Brooker *et al.*, 2011).

Um cancro ou neoplasia, do grego *neo* (novo) e *plasia* (tecido), é então um tecido novo que cresce no organismo como resultado de maior proliferação celular, ou de maior resistência à apoptose ou ambas (Carneiro *et al.*, 2012). As células tornam-se assim virtualmente imortais. Um exemplo muito conhecido é o da linhagem celular que se tem vindo a reproduzir em cultura desde 1951. As células desta linhagem são

chamadas células HeLa porque foram originalmente isoladas de um tumor retirado de uma senhora chamada Henrietta Lacks. Ao contrário destas, as células de mamíferos “normais” em cultura dividem-se apenas cerca de 20 a 50 vezes antes de cessarem divisão, envelhecerem e morrerem (Campbell *et al.*, 2008).

Na maioria dos casos, o desenvolvimento de cancro é um processo com várias etapas, iniciando-se a partir de uma única célula. Esta célula e a sua linhagem de células filhas sofrem uma série de mutações que conduzem ao crescimento anormal da célula. Numa etapa inicial, as células formam um tumor que corresponde a um aglomerado de células. Quando este aglomerado de células anormais permanece no local onde foi formado, não invadindo outras regiões do organismo, designa-se tumor benigno. Aqui, podem suceder-se mutações adicionais que vão alterar o crescimento e regulação normal deste tumor conferindo-lhe características de malignidade. Ao contrário dos anteriores, os tumores malignos podem espalhar-se pelo organismo, invadindo outros tecidos e formar metástases. Diz-se que um indivíduo tem cancro quando lhe é diagnosticado um tumor maligno (Brooker *et al.*, 2011).

A metastização consiste na formação de tumores em novos locais e resulta da migração de células cancerosas a partir de um foco inicial. A migração de células e a sua fixação em novos locais está dependente, entre outros fatores, do rompimento e do estabelecimento de ligações entre as células ou entre as células e o meio envolvente. (matriz extracelular). Estas ligações dependem de proteínas membranares das quais se destacam as caderinas e as integrinas. Alterações nos genes que codificam estas proteínas podem levar à produção de formas anormais destas proteínas, o que pode resultar numa alteração da adesão célula-célula e da adesão célula-matriz. Neste caso, as células de um tecido podem separar-se (desagregação do tecido), degradar a matriz extracelular e iniciar um processo de migração (Gilbert, 2010).

Quando atingem os vasos sanguíneos, as células cancerosas disseminam-se pelo organismo, podendo invadir e fixar-se em novos locais. Esta migração anormal das células tumorais é um processo necessário para que ocorra a metastização.

Em cada momento, cada organismo pluricelular é o resultado de um equilíbrio que se gera entre a proliferação celular e a MCP. Quando são afetados os mecanismos que regulam a proliferação celular, podem surgir alterações nos proto-oncogenes ou nos genes supressores tumorais (mais frequente).

Os proto-oncogenes são genes com capacidade para estimular a divisão celular, mas que estão normalmente inativos em células que não se dividem. Podem alterar-se

como resultado de agentes mutagénicos (físicos, químicos ou biológicos) e passam a estimular permanentemente a divisão celular, ou seja, passam a oncogenes (“onkos” – tumor ou massa).

Os genes supressores tumorais participam na regulação da proliferação celular, contrabalançando o estímulo proliferativo dos proto-oncogenes através de uma ação inibidora. Estão normalmente ativos, bloqueando a divisão celular, e os agentes mutagénicos podem alterá-los permitindo que as células se continuem a dividir. Um exemplo, é a proteína p53, supressora de tumores, que evita a proliferação de células com o DNA danificado. A sua produção ocorre em resposta a radiações e substâncias químicas que danificam o DNA. A p53 liga-se a sequências específicas no DNA e interrompe o ciclo celular. Se houver apenas pequenos danos, a p53 ativa genes envolvidos na reparação do DNA, mas se o dano não puder ser reparado, ela inicia a morte celular (apoptose). A p53 desempenha um papel muito importante na prevenção da replicação de células cancerígenas, sendo encontrada inativa em 50% dos cancros (Brooker *et al.*, 2011).

2.2.7. Diferenciação celular

Em Biologia, o termo desenvolvimento refere-se a um conjunto de alterações progressivas no estado de uma célula, tecido, órgão ou organismo. Este processo é responsável pelo aparecimento das estruturas e funções dos organismos. Tanto em plantas como animais, o desenvolvimento inicia-se a partir do zigoto, uma célula diploide que se divide e desenvolve, originando um embrião multicelular e posteriormente, um indivíduo adulto (Brooker *et al.*, 2011).

Ao estudo do desenvolvimento animal deu-se o nome de embriologia e compreende os momentos de desenvolvimento que existem entre a fecundação e o nascimento mas, mesmo aí, o organismo não deixa de se desenvolver. Mesmo no estado adulto, existe um constante equilíbrio entre proliferação celular e morte celular como foi visto anteriormente. Desta forma, é habitual falar de Biologia do desenvolvimento como a disciplina que estuda os processos embriogénicos e outros processos de desenvolvimento e, uma das grandes questões desta área é a questão da diferenciação – Como é que a partir de células iguais se formam organismos diferentes? Se o DNA é igual em todos os seres vivos, como é que pode produzir células diferentes? (Gilbert, 2010)

A resposta a esta questão passa pela compreensão do processo de diferenciação, em que a célula apresenta características específicas de um determinado tipo celular e perde a capacidade de gerar vários tipos de células diferentes. É um processo gradual que passa pela ativação/inativação de diferentes genes e que depende do contexto em que a célula está inserida (contactos com outras células, presença de diferentes fatores, etc.) (Gilbert, 2010).

Um dos princípios fundamentais da diferenciação celular é a noção de célula estaminal. Células estaminais são células indiferenciadas que têm a capacidade de se dividir indefinidamente e dar origem a células mais especializadas (Gilbert, 2010). Quando as células estaminais se dividem, originam duas células filhas que podem ter destinos diferentes. Uma das células permanece como célula estaminal indiferenciada enquanto a outra sofre diferenciação e origina uma célula especializada. Com esta divisão assimétrica, as células estaminais podem não só continuar a dividir-se, ao longo da vida do organismo, como dar origem a uma população de células especializadas (Brooker *et al.*, 2011).

Em mamíferos, as células estaminais são normalmente categorizadas de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e a sua facilidade para diferenciação. A primeira grande célula estaminal é o ovo fertilizado que, através de sucessivas divisões, pode originar um organismo inteiro (Brooker *et al.*, 2011). Esta célula é considerada totipotente pois origina um embrião inteiro e à placenta fetal que o envolve (trofoblasto) (Gilbert, 2010). Após a formação do zigoto, ocorre a clivagem, que corresponde a uma série de divisões mitóticas, que vai conduzir à formação do blastocisto. Esta estrutura embrionária contém células estaminais embrionárias (CEEs) que são encontradas na massa celular interna e que dará origem ao embrião e ao saco vitelino, alantóide e âmnio a ele associados (Gilbert, 2010).

As CEEs são células pluripotentes, ou seja, podem contribuir para todos os tecidos incluindo todos os tipos celulares que compõem os 3 folhetos embrionários - ectoderme, endoderme e mesoderme. Da ectoderme diferenciam-se as células da epiderme, neurónios e células pigmentadas (melanócitos). Da mesoderme originam-se as células da notocorda, do tecido muscular estriado esquelético, as células tubulares do rim e eritrócitos. Da endoderme diferenciam-se as células pancreáticas, células da tiróide e células dos alvéolos pulmonares (Gilbert, 2010).

Durante o desenvolvimento embrionário, as células vão perdendo a sua capacidade de diferenciação, pelo que indivíduos adultos apenas possuem células

estaminais multipotentes e unipotentes. As células multipotentes podem diferenciar-se em vários tipos celulares distintos, mas muito menos que nas anteriores. É o caso das células estaminais hematopoiéticas, situadas na medula óssea, que podem dar origem a vários tipos de células sanguíneas. Uma célula unipotente produz apenas um tipo de células idênticas à célula que lhes deu origem (Brooker *et al.*, 2011).

O estudo das células estaminais tem despoletado o interesse de muitos investigadores pela sua aplicação terapêutica. Hoje em dia já se colocou de lado a clonagem reprodutiva humana e passou a falar-se em clonagem terapêutica, através da utilização das tecnologias da clonagem para replicar células estaminais e aplicar o seu potencial para tratar inúmeras doenças como Alzheimer e Parkinson (Gilbert, 2010) ou, certas formas de cancro como a leucemia através de transplantes de medula óssea (Brooker *et al.*, 2011).

Inicialmente, para obter as células estaminais pluripotentes, foram utilizadas massas celulares internas dos embriões e células germinativas de fetos de abortos espontâneos mas, de imediato surgiram vários os problemas éticos associados as estas técnicas. Por isso, foram desenvolvidas outras técnicas como a clonagem terapêutica e a utilização de células estaminais adultas, multipotentes, como as células do mesênquima.

Na clonagem terapêutica, o núcleo de uma célula somática é transferido para um oócito desnucleado. O oócito é ativado e dá origem a um blastocisto, cuja massa celular interna é recolhida e cultivada, transformando-se em CEEs pluripotentes (Gilbert, 2010).

Nos últimos anos, foi desenvolvida uma técnica de desdiferenciação ou reprogramação para reprogramar geneticamente células adultas – diferenciadas – para um estado pluripotente. As células obtidas por esta técnica são chamadas de células-tronco de pluripotência induzida (*induced pluripotent stem cells* - iPS) e apresentam as mesmas características de auto-renovação e potencial de diferenciação que as CEEs. A utilização destas células para tratamento de doenças permite diminuir o risco de rejeição, uma vez que são utilizadas as células do próprio paciente.

A investigação em Biologia do desenvolvimento tem-se focado nas doenças como o cancro. A utilização de células estaminais para regenerar partes do corpo, para induzir uma célula no corpo a tornar-se pluripotente poderá constituir uma forma de combater o cancro, reparar lesões e ainda aperfeiçoar o tratamento de doenças genéticas (Gilbert, 2010).

2.3 Geologia – Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres

2.3.1 Introdução – Minerais

Rochas são agregados sólidos constituídos por um ou mais minerais, ou por matéria não mineral que ocorrem naturalmente. O quartzito é um exemplo de uma rocha com um mineral (o quartzo), o granito, exemplo de uma rocha com vários minerais (quartzo, feldspatos e micas) e a obsidiana e o carvão, exemplos de rochas sem matéria mineral (Grotzinger *et al*, 2010).

A mineralogia é o estudo dos minerais que, em Geociências são definidos como sólidos, homogêneos, com uma estrutura cristalina, naturais, normalmente formados por processos inorgânicos e com uma composição química fixa mas não necessariamente fixa (Klein & Hurlbut, 2002).

Analisando a definição com mais pormenor, os minerais são sólidos cristalinos. Os átomos ou iões que os formam apresentam um arranjo ordenado, distinguindo-se de outros sólidos, como o vidro, cujas partículas elementares se encontram dispersas de forma irregular e desordenada – estrutura amorfa ou vítrea (Nesse, 2000). Outros exemplos são a água e o mercúrio que, nas condições normais de pressão e temperatura são líquidos, não sendo considerados minerais, enquanto o gelo de um glaciar pode ser considerado um mineral (Klein & Hurlbut, 2002). A sua definição diz ainda que são sólidos homogêneos, ou seja, constituem uma substância sólida singular que não pode ser fisicamente subdividida em compostos químicos mais simples (Klein & Hurlbut, 2002).

São considerados naturais, formados na natureza, por processos naturais e sem a intervenção do Ser Humano (Nesse, 2000). Formam-se normalmente por processos inorgânicos, e a palavra “normalmente” é utilizada de modo a incluir aqueles que preenchem todos os requisitos que uma substância tem que ter para ser considerada mineral mas, formados por processos orgânicos, como é o caso do carbonato de cálcio das conchas dos moluscos. A concha da ostra e a sua pérola são compostas por aragonite, idêntica ao mineral inorganicamente formado (Klein & Hurlbut, 2002).

A composição química de um mineral implica que pode ser escrita através de uma fórmula química específica (ex. quartzo, cuja fórmula é SiO_2). A expressão “não necessariamente fixa” procura ainda incluir as substâncias minerais cuja composição

química pode variar dentro de certos limites. Um exemplo é o mineral olivina que pode ser rica em ferro (Fe_2SiO_4), rica em magnésio (Mg_2SiO_4) ou ter ainda uma composição intermédia. (Nesse, 2000). Isto deve-se à semelhança de átomos ou iões, que o mineral possui, permitindo que se intersubstituam em proporções variáveis (Lutgens & Tarbuck, 2012).

2.3.1.1 Cristalografia morfológica

Todos os minerais possuem uma estrutura interna altamente ordenada, característica dos sólidos cristalinos. Quando as condições são favoráveis, podem assumir formas geométricas regulares conhecidas por cristais – toda e qualquer porção homogénea de matéria cristalina quer esteja ou não limitada por faces planas (Carvalho, 1997) – que constituem o foco de estudo da cristalografia, a ciência que descreve a forma, simetria e estrutura interna dos minerais (Klein & Hurlbut, 2002).

Uma estrutura cristalina depende da natureza dos átomos ou iões que se irão agrupar (composição química do mineral) e das condições do meio onde o mineral cristaliza. A agitação do meio, o tempo, o espaço disponível e a temperatura condicionam o crescimento e o tamanho final dos cristais. As condições de cristalização podem conduzir à formação de cristais de faces planas e bem desenvolvidas (designados cristais euédricos), formação de cristais com algumas faces de cristal (cristais subédricos) ou à formação de cristais sem forma geométrica definida e sem faces de cristal (cristais anédricos) (Klein & Hurlbut, 2002). Os cristais formam-se a partir de soluções (por evaporação e precipitação), magma ou lava (por solidificação) e vapores (através da sublimação) onde, sob a ação de diferentes condições de temperatura, pressão e concentração, os átomos que os constituem reorganizam-se numa forma ordenada, característica do estado cristalino (Klein & Hurlbut, 1993).

A ordem interna ou estrutura cristalina de um mineral pode ser vista como um motivo (ou grupo de átomos) que se repete numa rede (arranjo periódico de pontos no espaço). O primeiro cientista que demonstrou que a forma externa de um mineral expressava a sua ordem interna foi o Francês René-Just Haüy (1743 – 1822), que introduziu o conceito de “molécula integrante”, hoje conhecida como célula unitária. A célula unitária corresponde à menor unidade da estrutura (ou padrão) que pode ser indefinidamente repetida no espaço para gerar toda a estrutura (Klein & Hurlbut, 2002). Haüy mostrou que era possível obter, por exemplo, um dodecaedro rômico ou um

octaedro, pelo empilhamento de cubos, ou um escalenoedro a partir de romboedros (Carvalho, 1997). Mais tarde, surge a teoria reticular, proposta por Auguste Bravais (1811-1863), em 1850, que admitia haver uma estrutura periódica na matéria cristalina. Nesta estrutura, um dado ponto ou nó (pontos que definem os vértices da rede), tem os seus homólogos distribuídos segundo os vértices de um paralelepípedo, ou malha, que se repetem por empilhamento nas três direções do espaço, de modo a preencher o espaço cristalino, constituindo uma rede tridimensional (Carvalho, 1997). Consideram-se como elementos geométricos da rede 1) os nós; 2) as fiadas (ou alinhamentos de nós segundo determinada direção espaçadas, entre si, por um valor constante que define o parâmetro a_0 , b_0 ou c_0 da respetiva fiada); 3) os planos reticulares (definidos por duas fiadas não paralelas); e 4) a malha elementar (delimitada por três fiadas, não complanares e convergentes num ponto, e pelos parâmetros das respetivas fiadas; a malha elementar é a célula paralelepipedica de dimensões a_0 , b_0 e c_0 , que gera toda a rede, por translações nas três direções do espaço) (Carvalho, 1997).

Pela repetição das mesmas faces e arestas no espaço, a maioria das formas cristalinas expressa simetria. As entidades geométricas que permitem a visualização da simetria de uma disposição ordenada são conhecidas como elementos de simetria (Klein & Hurlbut, 1999). Aos elementos ou operadores de simetria, correspondem operações de simetria. Alguns exemplos de elementos de simetria simples são 1) centro de simetria - ponto no interior do cristal, equidistante dos elementos física e morfologicamente idênticos. O elemento de simetria da operação inversão é o centro de inversão ou centro de simetria; 2) o plano de simetria - plano que divide o cristal em duas partes, física e morfologicamente iguais, como o objeto e a sua imagem no espelho plano. O plano de simetria é o operador da operação reflexão (Carvalho, 1997); e 3) Eixo de simetria - eixo de rotação ou giro, é uma linha imaginária que passa pelo centro geométrico do objeto e, os motivos repetem-se através de voltas (ou giros) em torno desta linha, tantas vezes quanto necessárias até completar 360° (Klein & Hurlbut, 2002). O eixo de rotação é o elemento de simetria da operação rotação.

Na descrição dos cristais é conveniente referir a forma externa ou a simetria interna relativamente a um conjunto de eixos de referência. Estas linhas de referência imaginárias são conhecidas como eixos cristalográficos e são geralmente paralelos às arestas dos cristais. Estes eixos, na sua maioria, coincidem com eixos de simetria ou com normais de planos de simetria (Klein & Hurlbut, 2002).

Todos os cristais, com a exceção do sistema hexagonal, são descritos segundo três eixos cristalográficos designados por x, y e z ou a, b e c. Os ângulos formados entre esses eixos, são designados pelas letras gregas α (y^z), β (x^z) e ρ (x^y) (Klein & Hurlbut, 1999). Bravais demonstrou que apenas existem sete tipos de malha, a que correspondem diversos arranjos de simetria. Cada malha é um dos sete tipos de paralelepípedos possíveis e corresponde a um dos sete sistemas cristalográficos existentes (embora dentro de alguns deles seja possível distinguir classes em função dos centros de simetria), que são: 1) sistema triclínio; 2) sistema monoclinico; 3) sistema rômboico ou ortorrômboico; 4) sistema trigonal ou romboédrico; 5) sistema hexagonal; 6) sistema tetragonal; e 7) sistema cúbico (Carvalho, 1997).

2.3.1.2 Propriedades dos minerais

Propriedades dos minerais

A composição química e a organização estrutural da matéria cristalina conferem aos minerais as suas propriedades físicas e químicas, muitas vezes utilizadas para a sua identificação (Nesse, 2000).

As propriedades físicas podem ser agrupadas em diferentes grupos como propriedades: 1) que dependem da massa (ex. densidade); 2) relacionadas com a coesão mecânica (exs. dureza, clivagem e fratura); 3) relacionadas com a interação com a luz (exs. cor do mineral, cor da risca, transparência e brilho); e 4) diversas (ex. magnetismo, reação com ácido, sabor, odor e tato) (Nesse, 2000).

Propriedades que dependem da massa

Densidade – A densidade relativa, exprime a razão entre o peso da substância e o peso de igual volume de água a 4°C. Desta forma, um mineral com uma densidade relativa 2 pesa duas vezes mais que igual volume de água. A densidade relativa de uma substância cristalina depende: 1) do tipo de átomos que a compõem; e 2) da forma como estão organizados. Nos compostos isomorfos (igual arranjo ordenado), a densidade relativa é maior nos compostos constituídos por átomos mais pesados. Nos compostos polimorfos, onde a composição química é constante mas o arranjo cristalino pode variar, a diferença de densidade é bastante visível. São um bom exemplo os polimorfos diamante e grafite. O diamante tem uma densidade relativa de 3,5 que se deve ao facto de os seus átomos estarem arrançados muito próximos uns dos outros, dando-lhe uma

grande densidade de átomos por unidade de volume. Já a grafite possui um arranjo com menor grau de empacotamento, o que lhe confere uma densidade relativa de 2,23. Esta propriedade pode ser determinada utilizando a balança de Jolly, o picnómetro (Klein & Hurlbut, 1999) ou líquidos pesados (na separação de minerais leves e minerais pesados) (Klein & Hurlbut, 2002).

Propriedades relacionadas com a coesão mecânica

Dureza – A dureza é a resistência que o mineral oferece a ser riscado e o grau de dureza é determinado através da comparação com uma escala, criada em 1824 pelo mineralogista austríaco Friedrich Mohs (1773-1839). A Escala de Dureza de Mohs é constituída por 10 minerais, ordenados por graus de dureza crescentes (ou seja, dos menos aos mais duros): Talco-1; Gesso-2; Calcite-3; Fluorite-4; Apatite-5; Ortoclase-6; Quartzo-7; Topázio-8; Corindo-9 e Diamante-10 (Klein & Hurlbut, 2002). Cada mineral da escala risca minerais com grau de dureza inferiores e é riscado por minerais da escala com dureza superior (Nesse, 2000).

Para determinar a dureza, devem selecionar-se superfícies frescas e não alteradas e, a própria natureza física do mineral pode influenciar o seu grau de dureza. Por exemplo, minerais granulares e pulverulentos, não permitem a avaliação da dureza por se esmagarem ou desagregarem sob pressão (Klein & Hurlbut, 2002).

De uma forma geral, a dureza de um mineral é determinada riscando-o com um mineral de dureza conhecida e com ele, riscar minerais de dureza conhecida (Nesse, 2000). Se ambos os minerais se riscarem mutuamente, têm a mesma dureza e, um mineral que risque um determinado termo da escala, por exemplo a calcite (3) e seja riscado pelo termo seguinte, a fluorite (4), diz-se que têm uma dureza intermédia (3,4) (Nesse, 2000).

Existem ainda objetos de dureza conhecida que podem ser utilizados para uma determinação rápida da dureza, ou direcionar o teste para graus de dureza específicos: unha ($\approx 2,2$); moeda de cobre ($\approx 3,2$); canivete ($\approx 5,1$); placa de vidro ($\approx 5,5$); lima de aço ($\approx 6,5$); e placa de porcelana (≈ 7) (Klein & Hurlbut, 2002).

Clivagem – A clivagem corresponde à tendência que certos minerais têm para partir segundo planos atômicos paralelos, devido à existência de ligações químicas mais fracas como, por exemplo, forças de Van der Waals (Klein & Hurlbut, 2002). A estes planos de fraqueza dá-se o nome de planos de clivagem ou clivagens (Nesse, 2002).

A clivagem pode ser expressa em termos de qualidade, ou seja, a facilidade que um mineral tem em partir segundo planos e, em direção de clivagem. Relativamente à qualidade, a clivagem pode ser: 1) perfeita – se o mineral parte facilmente segundo planos de clivagem que refletem bem a luz; 2) boa – se as clivagens são relativamente fáceis de produzir não sendo necessariamente contínuas, devido à presença de fraturas; 3) distintas, indistintas e pobres – são termos que se aplicam para clivagens progressivamente menos desenvolvidas e distintas (Nesse, 2000). Quanto à direção de clivagem, esta é expressa segundo a forma do cristal a que os planos de clivagem são paralelos (Nesse, 2000), e deve ser descrita através dos índices de Miller (notação utilizada para descrever as faces de um cristal relativamente aos seus eixos cristalográficos). As formas podem ser cúbicas, octaédricas, romboédricas, prismáticas e pinacoidais (Klein & Hurlbut, 2002).

Fratura – Em alguns minerais, a força das ligações químicas que os constituem é semelhante em todas as direções e, nestes casos, os minerais não partem segundo planos atômicos paralelos. Chama-se fratura à forma como os minerais partem quando não segundo clivagens ou planos de partição (quando os minerais fraturam sob planos de fraqueza). Os padrões de fratura podem ser bastante distintos e constituir um importante critério de identificação, podendo ser descritos segundo os termos: 1) concoidal – padrão que lembra o interior de uma concha, com superfícies curvas e macias; 2) fibroso e estilhaçado – que lembra o aspeto lascado da extremidade de um pedaço de madeira partido (Nesse, 2000); 3) rugoso ou áspero – padrão com superfícies irregulares e extremidades afiadas (Nesse, 2000); e 4) desigual ou irregular – fraturas que produzem superfícies irregulares e rugosas (Klein & Hurlbut, 2002).

Propriedades relacionadas com a interação com a luz

Cor – A cor de um mineral resulta da forma como este interage com a luz branca. Quando todos os comprimentos de onda são refletidos, o mineral tem cor branca e, quando são todos absorvidos, o mineral tem cor negra. Muitos minerais são ainda coloridos, que resulta do facto de alguns comprimentos de onda serem absorvidos, enquanto outros são refletidos ou transmitidos (Perkins, 1998).

A cor é uma propriedade muito utilizada para identificar rapidamente minerais, no entanto, é ambígua e pode conduzir a erros (Perkins, 1998).

A composição química é o principal fator que influencia a cor de um mineral. Os elementos químicos que dão cor a um mineral são chamados cromóforos e bastam

pequenas quantidades destes elementos na composição química, para controlar a cor ao mineral. São exemplos o ferro (Fe), o cobre (Cu), o crómio (Cr) e o titânio (Ti) (Perkins, 1998). Aos minerais de cor constante e característica dá-se o nome de minerais idiocromáticos (Carvalho, 1997). A malaquite (verde) e a azurite (azul) são exemplos de minerais idiocromáticos cuja coloração se deve à presença de cobre na composição química (Perkins, 1998). Dizem-se alocromáticos os minerais de cor variável, que são geralmente incolores quando puros (Carvalho, 1997). O quartzo e o corindo são exemplos deste tipo de minerais, que podem também adquirir coloração devido à presença de elementos cromóforos, defeitos estruturais, radiações e presença de inclusões (Perkins, 1998).

Risca ou traço – Corresponde á cor do mineral quando reduzido a pó. Na identificação de minerais, a risca é uma propriedade mais fiável que a cor do mineral. Por exemplo, uma amostra de mão de hematite pode ter cor vermelha, cinzenta ou preta mas, a sua risca é sempre vermelha (Perkins, 1998).

A cor da risca é um critério de identificação muito utilizado, especialmente nos minerais idiocromáticos de brilho metálico, que apresentam riscas com cores fortes e características (como a hematite). Os minerais incolores têm risca branca e os minerais corados ou têm risca branca ou da cor do próprio mineral, mas mais clara (Carvalho, 1997).

A risca é obtida friccionando a amostra do mineral numa placa de porcelana não vidrada. Quando o mineral tem uma dureza superior à da porcelana (7) pode friccionar-se com um material mais duro, ou reduzir a pó com um almofariz ou com o auxílio de um martelo (Nesse, 2000).

Transparência (ou diafaneidade) – Traduz a capacidade de um mineral se deixar atravessar pela luz, podendo ser transparentes, translúcidos ou opacos. Um mineral que consiga transmitir luz e através do qual é possível visualizar um objeto e os seus contornos, diz-se transparente. Um mineral capaz de transmitir luz difusamente diz-se translúcido e, os objetos visualizados através destes minerais não apresentam contornos definidos. Minerais que são impermeáveis à luz dizem-se opacos (Klein & Hurlbut, 2002).

Brilho – Existem dois tipos de brilho: metálico e não metálico. É comum utilizar-se o termo submetálico para designar alguns minerais cujo brilho apresenta uma situação intermédia. O brilho metálico, como o próprio nome indica, refere-se ao brilho das superfícies metálicas tal como o ferro, cobre e ouro. Os minerais com este tipo de

brilho são opacos à luz e possuem uma risca preta ou de cor escura. São exemplos comuns a galena, a pirite e a calcopirite (Klein & Hurlbut, 1999). O brilho não metálico é comum de minerais que se deixam atravessar pela luz (transparentes ou translúcidos) e as suas riscas são brancas ou de cores claras (Klein & Hurlbut, 1999). Dentro destes últimos, utilizam-se certos termos para descrever de uma forma mais específica o brilho destes minerais: 1) adamantino (ex. cerussite e anglesite); 2) vítreo (ex. quartzo e turmalina.); 3) resinoso (ex. esfalerite ou blenda); 4) nacarado (ex. micas); 5) sedoso (ex. gesso fibroso e malaquite); 6) gorduroso (ex. nefelina, etc.); e 7) baço (ex. caulinite) (Carvalho, 1997; Perkins, 1998; Klein & Hurlbut, 1999).

Propriedades diversas

Magnetismo – Os campos magnéticos são produzidos pelo movimento dos elétrons e, como tal, o magnetismo dos minerais depende dos átomos/iões presentes na sua constituição. Muitos minerais não apresentam atração por campos magnéticos, como é o caso do quartzo. Estes minerais apresentam diamagnetismo, ou seja, todas as orbitais dos átomos ou iões possuem elétrons emparelhados. Existem, no entanto, alguns minerais ferromagnéticos s.l. Nestes, os átomos ou iões produzem um campo magnético à sua volta como resultado de orbitais parcialmente preenchidas, ou seja, não existe um balanço no arranjo estrutural de átomos/iões. O tipo de magnetismo dos minerais está interligado com a presença de determinados elementos, onde os mais importantes incluem os metais de transição (sendo o Fe, Mn, Ti e Cr os mais abundantes). A natureza desse comportamento depende da forma como os momentos magnéticos dos átomos/iões são orientados na estrutura cristalina (Nesse, 2000). A magnetite e a pirrotite são exemplos de minerais ferromagnéticos s.l. que podem ser facilmente identificados com um íman de mão (Klein & Hurlbut, 2002).

Reação com ácido – A forma como os minerais reagem com os ácidos permite perceber se os minerais têm na sua composição iões carbonato. A calcite é um exemplo de um mineral que reage com ácido clorídrico. O dióxido de carbono é libertado sob forma de bolhas (efervescência ou reação ao ácido) e o cálcio dissolve-se na água (Nesse, 2000).

Odor, sabor e tato – Alguns minerais apresentam características que são facilmente reconhecíveis pelos sentidos, podendo estes ser bastante úteis na identificação de amostras minerais. O odor é uma propriedade comum nos minerais com ligações de Van der Waals na sua estrutura e são exemplos o enxofre e o grupo dos

minerais de argila. Quando o enxofre reage com ácido liberta dióxido de enxofre (SO₂), e identifica-se um cheiro semelhante a “ovos podres” (Nesse, 2000). Os minerais de argila possuem um característico cheiro a terra. O sabor é perceptível em minerais que facilmente dissolvem em água e, por conseguinte, na saliva. A halite (NaCl) e a silvite (KCl) são bons exemplos de minerais com sabor salgado, sendo a silvite um pouco mais doce. O tato também pode ser utilizado na identificação de certos minerais e está associado com a estrutura cristalina do mineral. A grafite, por exemplo, possui um toque gorduroso que se deve à quebra das ligações de Van der Waals quando se esfrega o dedo na superfície do mineral (Nesse, 2000).

2.3.2. Alterações das rochas e formação das rochas sedimentares

A Terra é um planeta dinâmico, continuamente a mudar através da atividade geológica, que se expressa em processos com escalas espaciais e temporais muito diferentes, tal como terremotos, erupções vulcânicas, glaciações e movimentos de massas geológicas. Esta geodinâmica é alimentada por duas fontes energéticas distintas, uma interna e uma externa. O motor da geodinâmica interna é o calor do interior da Terra, que é conduzido até à superfície por correntes de convecção, responsáveis pelo movimento das placas litosféricas. A geodinâmica externa é alimentada pela energia solar. A energia do calor solar influencia as características e o zonamento do clima terrestre que, através da chuva, vento e do gelo são responsáveis pela meteorização, erosão e modelação do relevo. Da interação entre esta atividade interna e externa, formam-se as rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas, que se relacionam entre si de uma forma dinâmica, no ciclo das rochas ou ciclo litológico (Lutgens & Tarbuck, 2012).

O ciclo litológico é o resultado da interação entre o clima e a tectónica de placas e representa o conjunto de processos que conduz à transformação de um tipo de rocha, num dos outros dois (Grotzinger *et al.*, 2010). Aqui, partindo do magma que se forma a partir de material silicatados em fusão no interior da Terra, origina-se a lava quando este ascende à superfície, muitas vezes acompanhada de gases e piroclastos. Quando esta arrefece e solidifica formam-se as rochas magmáticas que, expostas aos agentes de meteorização, erosão, transporte e sedimentação, são alteradas e depositadas sob a forma de sedimentos. Estes sedimentos sofrem diagénese, ou seja, são compactados e cimentados para formar rochas sedimentares. À medida que os estratos de rochas

sedimentares sofrem subsidência crustal por força do rejogo da tectónica e da pressão litostática, ficam sujeitas a condições de temperatura e pressão crescentes que conduzem à formação de rochas metamórficas (metamorfismo regional). Quando as temperaturas elevadas estão circunscritas a uma área menor, como a região envolvente de uma intrusão magmática, as rochas que formam esta região são transformadas em rochas metamórficas através de metamorfismo de contacto (Grotzinger *et al.*, 2010). Estas rochas por sua vez, quando ultrapassam as temperaturas de metamorfismo, podem fundir e formar o magma original.

Existem ainda caminhos alternativos que as rochas podem seguir durante o ciclo. As rochas magmáticas podem não ser expostas e permanecerem em profundidade. Eventualmente sob a ação de temperaturas e pressões crescentes podem transformar-se em rochas metamórficas ou mesmo fundir e originar magma (anatexia). As rochas metamórficas e as rochas sedimentares também não permanecem sempre no interior da crosta e muitas vezes, quando expostas à superfície ficam sujeitas aos agentes de meteorização, originando materiais incoerentes que contribuem para a formação de solos e para o transporte sedimentar. Todo este processo dinâmico e interligado é fruto da geodinâmica terrestre.

O calor do interior da Terra é responsável pela formação das rochas metamórficas e magmáticas enquanto a energia solar é responsável pelos processos que originam as rochas sedimentares (Lutgens & Tarbuck, 2012).

Quando se observam afloramentos rochosos à superfície, facilmente se percebe que até mesmo a rocha mais resistente acaba por se alterar com o decorrer do tempo. Esta meteorização ocorre pela contínua exposição das rochas a uma atmosfera oxidante e a um meio acidificante e à ação de diversos fenómenos ambientais.

A meteorização, os movimentos de massa e a erosão são designados por processos externos que ocorrem na superfície terrestre. A meteorização é o conjunto de processos físicos e químicos que conduzem à desintegração e decomposição da rocha original, respetivamente. Os movimentos de massa, como o próprio nome indica dizem respeito à transferência de material rochoso ao longo de uma vertente sob a influência da gravidade. A erosão constitui a remoção física do material fragmentado pela meteorização, através de agentes erosivos como a água, o vento, etc.

Estes três processos externos funcionam de forma interligada e não é fácil separá-los uma vez que quando uma rocha é meteorizada, os movimentos de massa ou a erosão removem os detritos resultantes (Lutgens & Tarbuck, 2012).

A meteorização é um processo que não tem fim e está sempre a acontecer à nossa volta. Representa um fenómeno fundamental no ciclo das rochas, sendo também muito importante para o Homem. É a partir da meteorização que se separam os minerais das rochas, minerais estes essenciais à constituição dos solos e nutrição mineral das plantas e comida que comemos. Também contribui para a moldagem do relevo e formação das paisagens mais espetaculares (Lutgens & Tarbuck, 2012).

As rochas, quando sujeitas a processos que alteram as suas características, podem ser meteorizadas de dois modos distintos: física e quimicamente.

A meteorização física ou mecânica inclui os diversos processos que fragmentam a rocha em pedaços cada vez mais pequenos sem que, no entanto, ocorram transformações químicas que alterem a sua composição.

Durante a meteorização química verifica-se uma alteração, quer na composição química, quer na composição mineralógica. Alguns minerais são destruídos, formando-se outros com estruturas cristalinas mais estáveis nas condições que passam a dominar no ambiente terrestre.

Apesar de distintos, estes dois processos de meteorização funcionam em simultâneo na natureza e a ação de um reforça a ação do outro (Lutgens & Tarbuck, 2012).

A meteorização mecânica pode ser provocada pela ação de vários fatores tais como a água e o gelo, o intercrescimento de minerais, o alívio da pressão, a temperatura e pelos seres vivos.

A meteorização pela ação do gelo é um dos mecanismos mais eficientes de alteração das rochas. Pela diminuição da temperatura, a água que se infiltra nas fissuras da rocha pode congelar. Ao mudar de estado líquido para sólido expande-se e o aumento de volume associado exerce forças que alargam as fissuras já existentes, contribuindo para a desagregação da rocha. Este fenómeno é especialmente importante em regiões com episódios esporádicos que levam a água a gelar como nos climas temperados e regiões montanhosas (Grotzinger *et al.*, 2010).

O crescimento de cristais no seio das rochas constitui também uma das grandes forças expansivas que conduz à fragmentação da rocha. Margens rochosas e regiões áridas são ambientes onde é comum observar-se este fenómeno. À medida que as ondas do mar embatem nas rochas, a água salgada penetra nas fissuras e nos poros da rocha. A partir da evaporação, formam-se cristais de sal que, através de crescimento gradual vão

alargando as fissuras e enfraquecendo a rocha, levando posteriormente à sua desintegração (Lutgens & Tarbuck, 2012).

Todos os corpos sofrem variações no seu volume provocadas por variações da temperatura, constituindo esta também, um fator de meteorização mecânica. Em regiões com fortes amplitudes térmicas, como nos desertos, as variações bruscas de temperatura podem conduzir à fracturação da rocha, por sucessivas dilatações e contrações do material (Skinner *et al.*, 2004).

Outro fator que promove a meteorização é o alívio da pressão ou descompressão. Muitas rochas formam-se em condições de pressão e temperatura muito diferentes daquelas que se verificam na superfície terrestre. Quando rochas ígneas, por ação de movimentos tectónicos ou erosão, são expostas à superfície, sofrem descompressão, fragmentando-se em camadas concêntricas de rocha que se destacam do afloramento. A este processo dá-se o nome de exfoliação e à medida a meteorização avança e as camadas se destacam, formam-se domos de exfoliação (Lutgens & Tarbuck, 2012).

Também os seres vivos desempenham um papel importante na meteorização. Através da construção de tocas e túneis, refúgios e abrigos para muitos animais, acabam por desenvolver fissuras nas rochas que facilitam a sua fracturação. Um exemplo facilmente visível é as raízes das árvores que ao crescerem exercem pressão na rocha envolvente e acabam por conduzir à sua fragmentação (Lutgens & Tarbuck, 2012).

A meteorização química envolve um conjunto de processos que alteram os componentes da rocha e a estrutura interna dos minerais. Aqui, enquanto alguns minerais são totalmente dissolvidos, podendo posteriormente precipitar e originar os mesmos minerais (ex. Calcite e Halite), outros são alterados e formam novos minerais, mais estáveis nas novas condições (Ex. Feldspatos) (Monroe & Wicander, 2013).

O Oxigénio, a água e o ácido carbónico são os principais agentes de meteorização química. Ainda que a água pura seja não-reativa, uma pequena percentagem dissolvida de outro composto pode bastar para a tornar reativa. É possível distinguir três reacções principais de meteorização química: dissolução, oxidação e hidrólise (Monroe & Wicander, 2013).

À medida que chove, a água dissolve o dióxido de carbono atmosférico produzindo ácido carbónico que, quando atinge a superfície terrestre, dissolve também o dióxido de carbono proveniente da decomposição da vegetação à medida que escorre e se infiltra no solo. O ácido de carbono ioniza para formar o ião hidrogénio (H^+) e o ião

bicarbonato (HCO_3^-). Ácidos como este facilmente alteram as rochas que possuem minerais facilmente solúveis (Lutgens & Tarbuck, 2012).

Quando a dissolução ocorre, os iões de uma substância separam-se e ficam dissolvidos em solução. A água tem um grande poder dissolvente devido à polaridade das suas moléculas (Monroe & Wicander, 2013).

A halite constitui um exemplo de um mineral que facilmente se dissolve em água (Grotzinger *et al.*, 2010).

A calcite, que faz parte da maioria dos calcários é facilmente atacada por ácidos fracos como o ácido carbónico. Durante este processo, o cálcio e os iões bicarbonato são dissolvidos, deixando para trás impurezas insolúveis associadas como minerais de argila e quartzo (Skinner *et al.*, 2004).

Na natureza, ao longo de milhares de anos, a dissolução do calcário pela água subterrânea, é responsável pela formação de grutas e, à superfície a água das chuvas associada ao ácido carbónico é responsável pela dissolução do calcário presente em inúmeras construções, monumentos, etc. (Grotzinger *et al.*, 2010).

A reação de hidrólise, que como o próprio nome indica realiza-se na presença de água, consiste na substituição dos iões do mineral por iões de H^+ ou OH^- , presentes na água (Skinner *et al.*, 2004). Os granitos, que constituem as rochas continentais mais abundantes, são alterados a partir desta reação química. Esta rocha magmática intrusiva é constituída tipicamente por quartzo e feldspatos potássicos. O quartzo, principal componente do granite, é muito resistente à alteração química e permanece quase inalterado quando atacado por ácidos fracos, ao contrário dos feldspatos (Lutgens & Tarbuck, 2012).

Na reação de hidrólise os iões hidrogénio (H^+) atacam e substituem os iões de potássio (K^+) na estrutura dos feldspatos, alterando a sua estrutura cristalina, ficando em solução. A água combina-se com as restantes moléculas de alumino-silicatos e forma o mineral de argila, caulinite. A Caulinite não estava presente na rocha original mas foi originada a partir da alteração química que ocorreu. Este mineral é um membro comum do grupo dos minerais de argila, um grupo de minerais muito insolúveis, característicos das rochas sedimentares (Skinner *et al.*, 2004).

O ferro é um constituinte comum em muitos minerais que formam as rochas como a biotite, a augite e a hornblenda. Quando estes minerais sofrem meteorização química, o ferro é libertado (na presença de água) e rapidamente é oxidado de Fe^{2+} para Fe^{3+} , na presença de oxigénio. Normalmente esta reação leva a que se desenvolva uma

coloração amarela, típica do mineral goethite, através da combinação de oxidação e hidratação (incorporação de água na estrutura cristalina do mineral). Este mineral é posteriormente desidratado para formar hematite, um mineral de cor avermelhada. Neste tipo de meteorização, a intensidade da cor pode fornecer uma pista sobre o tempo e intensidade da meteorização nessas rochas (Skinner *et al.*, 2004).

Com base na alteração que os minerais sofrem quando sujeitos a processos de meteorização química, é possível distinguir os minerais que apresentam maior ou menor estabilidade química. Quanto maior for a estabilidade, menor será a solubilidade e a taxa de dissolução do mineral. Desta forma, alguns dos minerais mais estáveis são o quartzo, a óxidos e hidróxidos de ferro (como a hematite) e os minerais de argila. Dentro dos minerais menos estáveis, destacam-se as piroxenas, os feldspatos cálcicos e as olivinas (Skinner *et al.*, 2004).

A meteorização, a erosão e o transporte estão intimamente relacionados e em constante interação. A erosão consiste no conjunto de processos físicos que permite remover os materiais resultantes da meteorização, que são posteriormente transportados, muitas vezes até grandes distâncias da rocha original.

Os principais agentes da erosão e transporte são a água, os glaciares, o vento e os movimentos de massa. A suscetibilidade à erosão reflete tanto as propriedades físicas como químicas da rocha original (ex. constituição, idade, densidade, etc.).

A erosão e transporte do material rochoso, provocados pela água (líquida), estão relacionados com a intensidade da corrente. E à medida que este material é arrancado, consoante as dimensões do material, a forma como é transportado depende da velocidade da corrente e turbulência (Skinner *et al.*, 2004).

Durante o transporte as partículas sofrem um constante arredondamento (partículas mais angulosas a montante do curso de água e partículas mais arredondadas a jusante) e granosseleção, ou seja, as partículas maiores são as primeiras a depositar e as mais leves, que requerem menos energia de transporte, são transportadas até maior distância da rocha original.

A carga sólida de um curso de água consiste em duas partes. A primeira é constituída pelos materiais que se movem junto do leito (mais pesados e maiores). Os materiais mais pesados são transportados por arrastamento e rolamento. Quando a energia da corrente é suficiente, podem mesmo ser transportados em saltação. A segunda é constituída pelas partículas mais finas e pequenas que se movem em

suspensão no rio. Os cursos de água podem ainda transportar partículas dissolvidas, como resultado de meteorização química (Skinner *et al.*, 2004).

Também a água no estado sólido, sob a forma de glaciares, é responsável pela erosão e transporte de material rochoso. De uma forma geral, os glaciares são constituídos por uma região mais a montante, chamada de zona de acumulação onde o glaciar acumula neve que, vai exercendo pressão no topo e forçar o material a deslocar-se. À medida que o glaciar transporta os sedimentos, estes vão-se depositando nas chamadas moreias glaciares ou seja, locais de acumulação que se caracterizam por apresentarem diferentes granulometrias e não apresentarem estratificação. Podem distinguir-se moreias laterais, de fundo e terminais. A erosão provocada pelo glaciar realiza-se sobretudo na frente do glaciar (zona de ablação) e nas suas margens, arrancando os sedimentos acumulados e transportando-os. Os depósitos glaciares são facilmente identificados por geólogos e os sedimentos que os constituem são muito angulosos de granulometrias muito distintas. É também comum encontrarem-se blocos transportados pelos glaciares a longas distâncias que apresentam litologias muito diferentes do substrato em que se encontram. Estes blocos são designados por blocos erráticos (Skinner *et al.*, 2004).

À semelhança da erosão e transporte pela água, o transporte pelo vento também depende da velocidade e pode até mesmo causar danos devastadores quando atingem velocidades superiores a 120 km/h, típicos de tufões e furacões. Quando a força do vento é tal, pode arrancar árvores e até mesmo casas do solo. Contudo, na maioria das regiões, o vento raramente excede velocidades acima dos 50 km/h, uma velocidade que já descreve um vento “forte”. O processo de erosão efetuado pelo vento resulta de uma conjugação de dois fenómenos. Primeiro ocorre deflação, que corresponde à remoção dos sedimentos que passam a fazer parte da componente de carga sólida do vento e, de seguida, ocorre a abrasão, que resulta do impacto do vento e dos sedimentos por ele transportados sobre a rocha.

A deposição (ou sedimentação) ocorre quando os sedimentos se depositam como resultado da diminuição da velocidade das correntes, do degelo dos glaciares, etc. Quando os agentes de transporte não possuem energia para continuar a transportar os sedimentos, estes depositam-se em camadas ou estratos, uma camada distinta de sedimentos que se acumularam na superfície da Terra (Skinner *et al.*, 2004).

Até ao momento, foram descritos os processos de meteorização, erosão, transporte e sedimentação. Todos estes processos contribuem para a alteração das

rochas, não só sedimentares, como também metamórficas e magmáticas. As etapas seguintes já dizem respeito à formação das rochas sedimentares.

A litificação segue-se à deposição e, como o próprio nome indica, litificar significa, “transformar em rocha”. Durante a litificação, ocorrem uma série de alterações que transformam os sedimentos não consolidados numa rocha sedimentar. Os geólogos referem-se ao conjunto de alterações químicas, físicas e biológicas que afetam os sedimentos depois de depositados, durante e após a litificação como diagénese. A primeira etapa da diagénese designa-se compactação e, nesta fase, devido ao peso das camadas superiores que continuamente se depositam sobre os sedimentos, ocorre libertação da água existente nos poros entre as partículas e consequentemente, diminuição de volume. A etapa que se segue corresponde à cimentação. Substâncias dissolvidas nos fluidos em circulação precipitam, formando um cimento que mantém os grãos coesos. Os cimentos mais comuns são constituídos por sílica ou carbonato de cálcio. À medida que estes sedimentos acumulam, os minerais menos estáveis podem sofrer recristalização para originar formas mais estáveis nas novas condições (Skinner *et al.*, 2004).

3. Metodologia

3.1 Etapas do estudo

3.1.1 Caracterização da escola

A Escola Secundária José Falcão de Coimbra, situada na Avenida Afonso Henriques, tem 178 anos. Inicialmente, foi o Liceu de Coimbra, tendo sido um dos três primeiros Liceus de Portugal, criados por decreto de Passos Manuel, em conjunto com o Liceu de Lisboa e do Porto. Desde a sua criação, sofreu inúmeras alterações, quer no nome quer na morada, até que, em 1978, com a unificação de Liceus e Escolas Industriais e Comerciais em Escolas Secundárias, passou a denominar-se Escola Secundária José Falcão.

Foi um dos dois primeiros Liceus a formar Professores em Portugal (sendo o segundo o Liceu Pedro Nunes, em Lisboa), chegando a ser o único Liceu com esta função entre 1947 e 1956. Desde então, várias gerações de professores estagiários passaram por esta Escola que desde a sua criação tem desempenhado um papel de relevo no Ensino e na Educação em Portugal.

No ano letivo de 2012/2013, encontravam-se matriculados 931 alunos, distribuídos entre o ensino Básico (228), Secundário (621) e Profissional (82). Relativamente ao número de docentes, a Escola empregava 90 professores, dos quais 80 pertenciam ao quadro de escola, sete ao quadro de zona pedagógica e apenas três eram professores contratados.

3.1.2 Caracterização dos participantes

Neste trabalho, participaram 10 alunos, da turma 2 do 11º ano de escolaridade da Escola Secundária José Falcão, seis rapazes e quatro raparigas em Biologia e cinco rapazes e cinco raparigas em Geologia, uma vez que um aluno pediu transferência para outra escola e, uma aluna juntou-se à turma, proveniente de uma escola fora de Coimbra.

A caracterização dos participantes foi baseada na análise das fichas de identificação do aluno, preenchidas no início do ano, e que fazem parte do dossiê da turma.

Os alunos tinham idades compreendidas entre 16 e 19 anos, devido ao facto de cinco alunos (com idades entre os 17 e 19) terem ficados retidos em anos anteriores (1 a 3 vezes).

Dos 10 alunos, sete afirmaram que estudavam diariamente e seis referiram que não têm apoio ao estudo. Apenas um aluno apontou que teve apoio pedagógico ao longo do seu percurso escolar (aluno com dislexia).

Dentro das disciplinas favoritas, destacam-se a Biologia e Geologia e a Filosofia (6 alunos), a Educação Física (4) e a Matemática (3). Aqui realça-se que alguns alunos assinalaram duas disciplinas como preferidas. Nas disciplinas que menos gostam, a Matemática destaca-se (5 alunos), seguida da Biologia e Geologia e da Física e Química (ambas com 3). Relativamente a perspectivas académicas, todos os dez alunos assinalaram que pretendiam tirar um curso de ensino superior, nomeadamente: 1) Psicologia (1 aluno); 2) Fisioterapia (2); 3) Medicina veterinária (1); Marketing ou Relações Internacionais (1); 4) Piloto da Força aérea (1); 5) Bioquímica (1); 6) Enfermagem (1); e um aluno afirmou que ainda não sabia.

3.1.3 Seleção dos subtemas

A seleção dos subtemas foi feita no âmbito do programa curricular do 11º ano do Curso Científico-Humanístico. Para a componente de Biologia selecionaram-se os subtemas Mitose e Crescimento e renovação de tecidos vs diferenciação celular, que fazem parte da unidade 5 – Crescimento e renovação celular.

Para a componente de Geologia, foi selecionado o subtema Principais etapas de formação das rochas sedimentares da unidade 2 – Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.

Os temas foram selecionados no início do ano letivo, após a análise do plano anual e planificação a médio prazo, elaborada pela Orientadora Cooperante.

3.1.4 Planificação

A planificação a longo prazo da disciplina de Biologia e Geologia foi realizada no início do ano pelo grupo de professores do grupo disciplinar. Com base nesta planificação, foi elaborada uma planificação a médio prazo pela Orientadora Cooperante da disciplina e discutida com os professores estagiários.

A planificação de todas as aulas foi discutida em reuniões de núcleo de estágio com a Orientadora Cooperante.

A planificação dos subtemas foi feita para cada aula, ou seja, uma planificação a curto prazo, de forma a delinear um plano de aula com: 1) as competências a atingir pelos alunos; 2) as estratégias a implementar na aula para atingir os objetivos propostos e 3) os conceitos-chave. Para a componente de Biologia foram planificadas cinco aulas (Anexos – Tabelas I a V), e para a Geologia quatro aulas (Anexos – Tabelas VI a IX).

3.1.5 Avaliação diagnóstica (pré-teste e pós-teste)

Desenvolveram-se dois testes de avaliação diagnóstica sobre os subtemas a lecionar em Biologia e Geologia, que foram aplicados no início da lecionação com uma função de teste diagnóstico (pré-teste) e, numa fase posterior, como teste formativo, permitindo efetuar uma análise comparativa sobre a evolução dos conhecimentos dos alunos ao longo das aulas.

A avaliação diagnóstica compreendeu um máximo de quatro grupos de questões de resposta fechada (escolha múltipla, verdadeiro e falso e de associação), não excedendo duas páginas.

Os testes diagnósticos têm o intuito de perceber o nível de conhecimentos dos alunos, identificar as lacunas na aprendizagem e ainda as possíveis conceções erradas criadas durante o percurso estudantil. Desta forma, muito frequentemente, colocam-se questões sobre conceitos que os alunos ainda não aprenderam, ou não se lembram, colocando-os perante uma lista de opções que não compreendem e, onde muito provavelmente, acabariam por assinalar uma alínea ao acaso.

Durante a construção dos testes diagnósticos, considerou-se pertinente a inserção das opções “Não Sei (NS)” ou “Tenho dúvidas”, com as quais se pretendeu eliminar as possíveis “respostas ao acaso” e conferir a estes testes um maior grau de veracidade sobre os conhecimentos dos alunos. Com a colocação destas opções, pretendeu-se ainda avaliar a evolução destas respostas, ou seja, se depois de aprendidos os conceitos, o número destas respostas “Não sei” ou “Tenho dúvidas” seria menor.

3.1.6 Construção de recursos

Os recursos utilizados foram construídos com o objetivo de conduzir as aulas de uma forma dinâmica, cativante e que motivasse os alunos para o subtema a lecionar.

A construção dos recursos procurou sempre centrar a aula no aluno, permitindo que este efetuasse um trabalho de construção de conhecimentos, partindo de domínios cognitivos mais baixos, através de questões de observação e revisão de conceitos, até níveis cognitivos mais elevados, com utilização de situações-problema e formulação de hipóteses.

Foram elaborados diapositivos em suporte digital com formato em PowerPoint, privilegiando as imagens, esquemas e gráficos para análise e interpretação, oferecendo aos alunos exemplos diferentes dos apresentados no manual escolar.

No âmbito de trabalhos práticos, foram elaboradas fichas de trabalho, para utilizar em contexto de sala de aula como síntese dos conceitos e ideias aprendidas, e selecionados exercícios do manual para consolidação de conceitos. Desenvolveram-se ainda fichas de atividades práticas laboratoriais para acompanhar as respetivas atividades.

3.1.7 Outros recursos – Filmes e animações

Foram selecionadas animações e documentários como recursos para utilizar em sala de aula, para a componente de Biologia, retirados da Internet ou cedidos pela Orientadora Cooperante.

3.1.8 Lecionação dos subtemas

Na lecionação dos subtemas, no âmbito da prática de ensino supervisionada, utilizaram-se os recursos previamente construídos, procurando colocar em prática estratégias de ensino apoiadas em trabalho prático, resolução de problemas e centradas no aluno. Esta lecionação procurou sempre seguir um fio condutor, conduzindo os alunos numa aprendizagem que permitisse a construção de conhecimentos, partindo dos conceitos mais simples para os mais complexos e, o desenvolvimento de outras competências, como atitudinais e procedimentais.

3.1.9 Planificação e participação em outras atividades práticas

Ao longo da lecionação, foram ainda desenvolvidas atividades que tiveram por objetivo aproximar os alunos do mundo da Ciência. Para a componente de Biologia considerou-se pertinente a implementação de um projeto de Ciência Cidadã em sala de aula, nomeadamente, o projeto *Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*

Na componente de Geologia, planificou-se e orientou-se a participação dos alunos no IX Congresso dos Jovens Geocientistas, organizado pelo Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra. Ambas as atividades foram posteriormente avaliadas, enquanto estratégias de ensino, através da aplicação de questionários aos alunos.

3.1.10 Avaliação sumativa interna

A avaliação sumativa interna foi realizada com base nos resultados obtidos nos relatórios das atividades práticas laboratoriais, na participação noutras atividades práticas (avaliadas através de grelhas de observação e questionários) e nos resultados dos testes de avaliação sumativa. Para estes últimos, foi desenvolvido, para ambas as componentes, um grupo de questões, construídas de acordo com a tipologia de questões de exame, apontadas pelo Ministério de Educação e Ciência e discutidas com a Orientadora Cooperante.

3.1.11 Tratamento e análise dos dados

O tratamento e análise dos dados foram efetuados através de uma análise estatística descritiva, recorrendo-se à descrição e comparação de médias e percentagens entre os resultados pré e pós-teste. Analisaram-se ainda os dados dos testes sumativos, dos relatórios das atividades práticas laboratoriais e das grelhas e questionários sobre a participação nas outras atividades práticas.

3.1.12 Outras atividades

A Escola Secundária José Falcão compreende não só o ensino secundário como o 3º ciclo do ensino básico e, durante o estágio, houve a possibilidade de acompanhar também duas turmas do 8º ano de escolaridade que estavam a cargo da Orientadora Cooperante. Com este acompanhamento, surgiu a oportunidade de lecionar a nível do básico, que foi uma experiência única e que contribuiu para o desenvolvimento dos professores estagiários. No conjunto de aulas lecionadas (aproximadamente 15) sobre relações bióticas, equilíbrio nos ecossistemas, recursos minerais, recursos energéticos e preparação das comemorações para o dia do ambiente, foram planeados e construídos recursos que, adaptados à faixa etária, permitiram utilizar a criatividade e originalidade

para ensinar e “jogar” ao mesmo tempo, onde se destaca, por exemplo, um Jogo de Trivial construído com questões sobre os conteúdos a lecionar.

Ainda no âmbito das práticas de ensino supervisionadas, foram lecionadas duas aulas de revisão de conteúdos de Geologia do 10º e Biologia do 11º, para o teste intermédio do 11º ano, e duas aulas sobre o metamorfismo aos alunos do 11º ano. Estas aulas foram de cariz opcional, tendo sido consideradas como uma oportunidade de continuar a aprender e a crescer enquanto professora. Durante o estágio pedagógico, além das práticas de ensino supervisionadas, foram ainda realizadas outras atividades, das quais se destacam: 1) a participação nas ações de formação promovidas pela Escola Secundária José Falcão sobre “O adolescente e a escola” (27/11/2013), “Alunos com necessidades educativas especiais nas escolas regulares” (26/03/2014) e “O papel do Diretor de turma” (23/04/2014), realizadas em conjunto com os núcleos de estágio de História e Geografia de Portugal e de Educação Física; 2) a organização e participação na visita de estudo ao Parque Biológico de Gaia com os alunos das quatro turmas do 8º ano (6/03/2014); 3) a organização de atividades com a escola para comemoração do Dia Mundial do Ambiente, nomeadamente um desfile de moda reciclada e uma exposição sobre as áreas protegidas de Portugal, com os alunos do 8º ano (5/06/2014); 4) a elaboração de um conjunto de questões de Ciências Naturais 7º, 8º e 9º, de Biologia e Geologia (10º e 11º), de Biologia (12º) e Geologia (12º), para o peddy-paper realizado no âmbito do Grande Prémio José Falcão (6/06/2014); e 5) a participação nas reuniões intercalares de avaliação do ensino básico e reuniões de avaliação de final de período do Ensino Secundário.

3.2 Biologia

3.2.1 Avaliação diagnóstica

O teste de avaliação diagnóstica (Figura 1) elaborado para os subtemas Mitose e Crescimento e renovação de tecidos *vs* diferenciação celular foi desenvolvido com a finalidade de avaliar os conhecimentos dos alunos sobre os temas.

Este teste compreendeu três grupos: 1) cinco itens de verdadeiro, falso e não sei para os alunos aplicarem os seus conhecimentos sobre cromossomas e, ao mesmo tempo, introduzir conceitos novos que seriam importantes para o estudo do ciclo celular; 2) cinco itens de escolha múltipla para os alunos interpretarem as figuras apresentadas de forma a responder a questões sobre o ciclo celular, que ainda não tinha sido estudado pelos alunos; 3) cinco alíneas de concordo, discordo e tenho dúvidas para avaliar algumas conceções que os alunos pudessem ter na área da diferenciação celular, células estaminais e cancro, que são amplamente discutidos pelos média.

3.2.2 Diapositivos em PowerPoint

No decorrer das aulas, como já foi referido, foram utilizados diapositivos em PowerPoint (Figura 2). Com a elaboração deste recurso pretendeu-se privilegiar a imagem e as figuras esquemáticas, utilizando exemplos não incluídos no manual escolar.

Ensinar sobre processos que decorrem no interior da célula torna-se, muitas vezes, um desafio para os professores, que têm que ajudar os alunos a construir modelos mentais sobre algo que não conseguem visualizar (McClean *et al.*, 2005). Por isso, considerou-se muito importante, na construção dos diapositivos, selecionar imagens dinâmicas e diversas para que os alunos possam construir e compreender os seus modelos mentais.



Nome: _____

Turma: ____ Nº.: ____

A Professora: _____

Teste diagnóstico: Crescimento e renovação celular

Lê atentamente as questões antes de responder!

Grupo A. Coloca verdadeiro (V), falso (F) ou não sei (NS), nas afirmações que se seguem.

- F 1) O número e tamanho dos cromossomas não varia de espécie para espécie.
 V 2) Durante o período de vida de uma célula eucariótica, a cromatina pode aparecer no estado condensado ou descondensado.
 F 3) Um cromossoma possui sempre dois cromatídios.
 V 4) Os dois cromatídios de um cromossoma ligam-se numa região chamada centrómero.
 V 5) As proteínas associadas ao DNA, desempenham funções estruturais e de regulação.

Grupo B. Com base na análise da Figura 1.A e 1.B completa as frases que se seguem, assinalando com uma cruz (X) na afirmação correta.

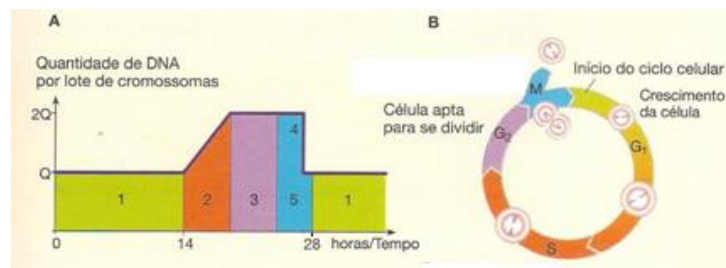


Figura 1. A. Gráfico da variação da quantidade de DNA ao longo do Ciclo celular (B).
(Silva *et al.*, 2008)

B.1 O ciclo celular ...

- a) É a sequência de etapas que ocorrem na divisão celular.
 b) É a sequência de acontecimentos da vida de uma célula eucariótica, desde a sua formação até ao momento em que ela própria se divide em duas células-filhas.
 c) É exclusivo de células vegetais.
 d) Consiste de uma etapa em que se verifica a duplicação do DNA da célula.
 e) Tenho dúvidas.

B.2 O ciclo celular engloba duas fases distintas, a _____, período de crescimento da célula, e a _____, período de divisão celular.

- a) Mitose ... Fase mitótica
 b) Interfase ... Fase Mitótica
 c) Mitose ... Citocinese
 d) Interfase ... Citocinese
 e) Tenho dúvidas.

B.3 Durante a Interfase, a quantidade de DNA duplica pois ocorre...

- a) Separação dos cromatídios.
 b) Replicação do DNA.
 c) Tradução.
 d) Divisão celular.
 e) Tenho dúvidas.

B.4 Assumindo que a fase mitótica corresponde a 6 horas do ciclo, podemos afirmar que a interfase demora...

- a) 10 horas.
 b) 14 horas.
 c) 20 horas.
 d) 22 horas.
 e) Tenho dúvidas.

B.5 Antes de se dividir ($2Q \rightarrow Q$), a célula replica a sua informação genética garantindo deste modo...

- a) a manutenção da quantidade de DNA.
 b) que cada célula-filha fique com duas cópias ($2Q$) da informação genética.
 c) uma divisão celular sem erros.
 d) que as células-filhas sejam diferentes das células-mães.
 e) Tenho dúvidas.

Grupo C. De acordo com os teus conhecimentos, assinala com uma cruz (x) a resposta que considerares mais adequada.

1. A diferenciação celular ocorre pelo bloqueio e/ou ativação de certos genes.

Concordo Discordo Não conheço

2. O ovo (resultado da fecundação) é uma célula totipotente, capaz de originar todas as outras células.

Concordo Discordo Não conheço

3. Os glóbulos brancos, as hemácias, as células nervosas, as células da pele e as células do músculo, são exemplos de células estaminais.

Concordo Discordo Não conheço

4. A necrose corresponde a uma morte celular planeada, enquanto a apoptose é uma morte acidental descontrolada.

Concordo Discordo Não conheço

5. As células tumorais malignas podem espalhar-se pelo organismo, invadindo outros tecidos e formando metástases.

Concordo Discordo Não conheço

Bom trabalho!
Maria Palma

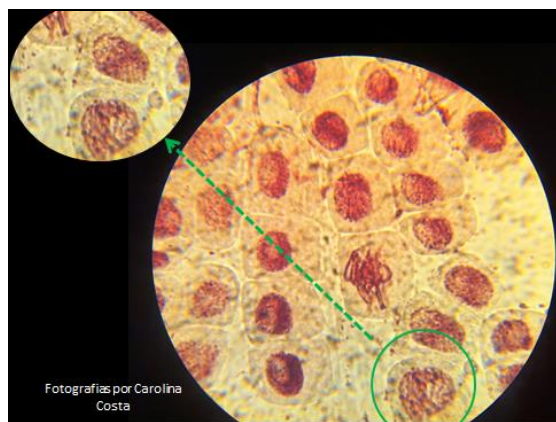
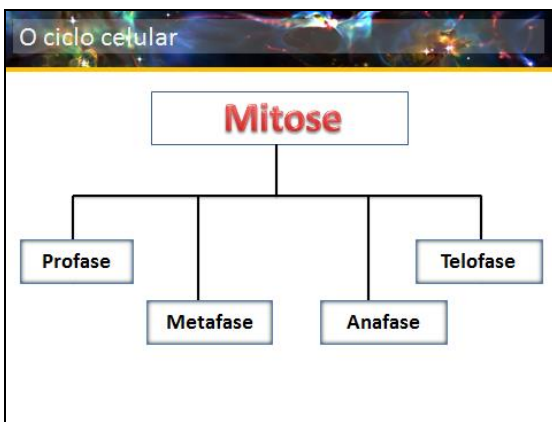
Figura 1 (continuação) – Teste de avaliação diagnóstica (pré e pós-teste).

LICIU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALGÃO

MEB G

CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO DE TECIDOS

Biologia e Geologia 11º2 Mª Palma



O ciclo celular - Mitose

Profase

Par de Centríolos

Cromossoma duplicado

Centrómero

Fibras do fuso mitótico

Fotografias por Carolina Costa

O ciclo celular - Mitose

Profase

- Etapa mais longa da mitose
- Condensação da cromatina
- Migração dos centrossomas para os pólos da célula
- Formação do fuso acromático
- Desagregação do nucléolo e do envólucro nuclear

Fragmentação do nucléolo nuclear

Condensação da cromatina

Desagregamento do nucléolo

Figura 2 (continuação) – Exemplo de diapositivos utilizados nas aulas de Biologia – Ciclo celular: Fase mitótica.

3.2.3 Fichas de trabalho prático

No âmbito da realização de trabalhos práticos em Biologia, foi elaborada uma ficha de trabalho prático e a respetiva sugestão de resposta (Figura 3). Esta ficha foi realizada após a visualização de uma animação sobre as fases da mitose e, para o seu preenchimento, foram selecionados cinco alunos para ir ao quadro registar os principais acontecimentos de cada etapa do ciclo celular. Todos os alunos ficaram com um registo correto e idêntico.

Foram ainda efetuados exercícios do manual (Figuras 4, 5 e 6), escolhidos pela sua adequação à consolidação de conceitos, esquemas e gráficos para interpretação. Todas as atividades do manual iniciam com uma questão-chave que encaminha o aluno para a sua resolução, recorrendo a questões de exploração da imagem. À semelhança da ficha de trabalho anterior, foram propostas sugestões de resposta para as questões (Figuras 7, 8 e 9) que foram discutidas no fim da resolução dos exercícios e registadas no caderno diário de cada aluno.

3.2.4 Atividade prática laboratorial

Foi desenvolvida uma atividade prática laboratorial sobre a mitose. Elaborou-se uma ficha de trabalho (Figura 10) para acompanhar a atividade, adaptada de outras cedidas pela Orientadora Cooperante, com uma breve introdução teórica, descrição dos materiais necessários, procedimento e indicação para a realização do registo das observações. As regras para a realização do registo das observações, sob a forma de relatório, foram projetadas em PowerPoint, bem como um conjunto de questões sobre a atividade que também fizeram parte da avaliação do relatório. A avaliação dos relatórios foi efetuada tendo em conta a descrição dos critérios de correção e a respetiva pontuação (Anexos – Tabela X).



Nome: _____ Turma: _____ Nº.: _____

1. Utiliza esta folha de registo para anotares os principais acontecimentos das várias etapas do ciclo celular.





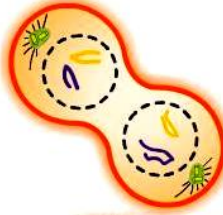
Fase do Ciclo celular	Acontecimentos
 Fig.1 Interfase	<p>- <i>Crescimento celular</i></p> <p><u>3 Períodos</u></p> <p>- <i>G1: Elevada atividade metabólica (síntese de proteínas, etc.); Proliferação de organelos celulares; crescimento da célula.</i></p> <p>- <i>S: Replicação do DNA e do Centrossoma.</i></p> <p>- <i>G2: Síntese de moléculas necessárias à divisão celular.</i></p>
 Fig.2 Profase	<p>- <i>Etapa mais longa mitose;</i></p> <p>- <i>Condensação da cromatina;</i></p> <p>- <i>Migração dos centrossomas para os pólos da célula, formando o fuso acromático;</i></p> <p>- <i>Desagregação do nucléolo e do Invólucro nuclear.</i></p>
 Fig.3 Metafase	<p>- <i>Máxima condensação dos cromossomas;</i></p> <p>- <i>Os cromossomas alinham-se na região equatorial, formando a placa equatorial ou placa metafásica.</i></p>
 Fig.4 Anafase	<p>- <i>Dá-se a divisão do centrómero e a separação dos cromatídios;</i></p> <p>- <i>Os cromossomas do fuso encurtam e os cromossomas são puxados para pólos opostos da célula → Ascensão Polar.</i></p>
 Fig.5 Telofase	<p>- <i>Reorganização dos nucléolos das células filhas;</i></p> <p>- <i>Reorganização do invólucro nuclear em torno de cada um dos pólos;</i></p> <p>- <i>Descondensação da cromatina.</i></p>

Figura 3 – Ficha de trabalho prático e sugestão de resposta sobre os principais acontecimentos do ciclo celular.

ATIVIDADE 9

COMO É CONSTITUÍDO UM CROMOSSOMA?

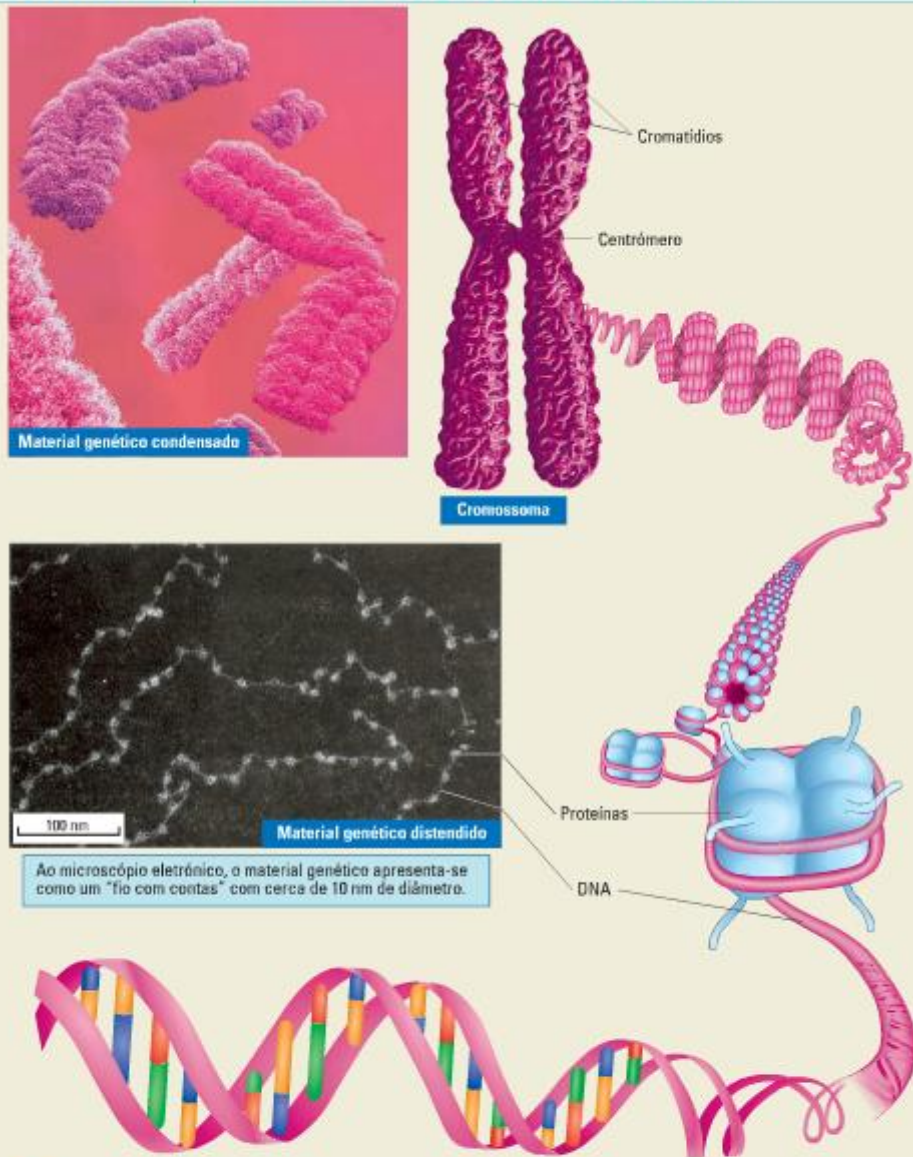


Fig. 47

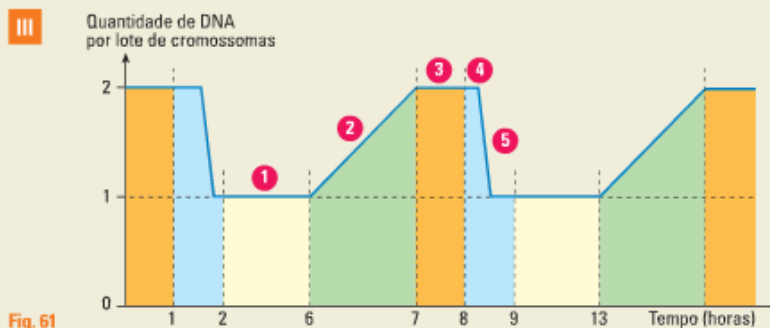
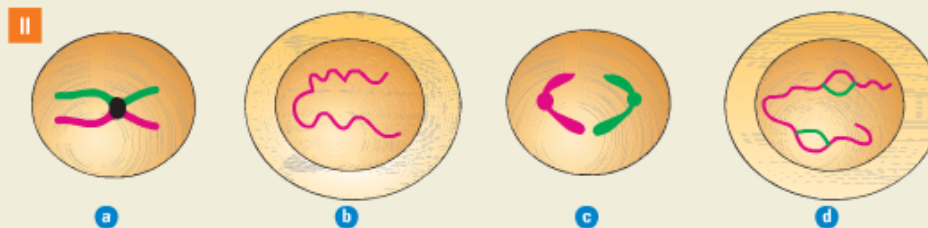
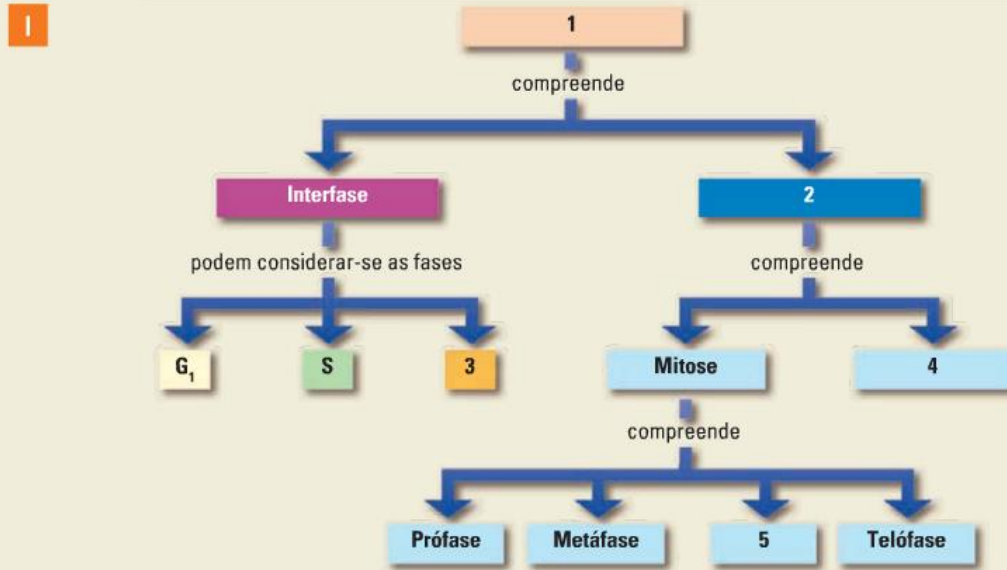
EXPLORAÇÃO

1. Indique o nome da estrutura ao nível da qual se ligam entre si os cromatídios de um cromossoma.
2. Descreva a constituição básica de um cromatídio.
3. Sugira uma explicação para a modificação dos cromossomas da forma distendida para a forma condensada, durante a vida de uma célula.
4. Sob que forma é que lhe parece previsível que o material genético se apresente no momento da divisão celular?

Figura 4 - Exercício do manual escolar sobre a condensação da cromatina.

ATIVIDADE 12

COMO É ASSEGURADA A ESTABILIDADE GENÉTICA?



EXPLORAÇÃO

Observe atentamente os diagramas I, II e III que compõem a figura.

- Complete o diagrama I, fazendo corresponder a cada número o termo que lhe parecer mais adequado.
- Ordene os estádios representados em II, de acordo com a forma como eles se sucedem ao longo do ciclo celular.
- Faça corresponder as letras c e d do esquema II aos números respetivos do gráfico III.
- Atendendo ao traçado do gráfico, refira:
 - em que fases do ciclo celular se encontra duplicada a informação genética;
 - qual a duração da interfase da célula considerada;
 - uma explicação para o traçado do gráfico no período S.
- De que forma os dados da figura permitem encontrar resposta para o problema formulado nesta atividade?

Figura 5 - Exercício do manual escolar sobre a estabilidade genética.

ATIVIDADE 13

NUMA CÉLULA DIFERENCIADA, O DNA É O MESMO DA CÉLULA INICIAL?

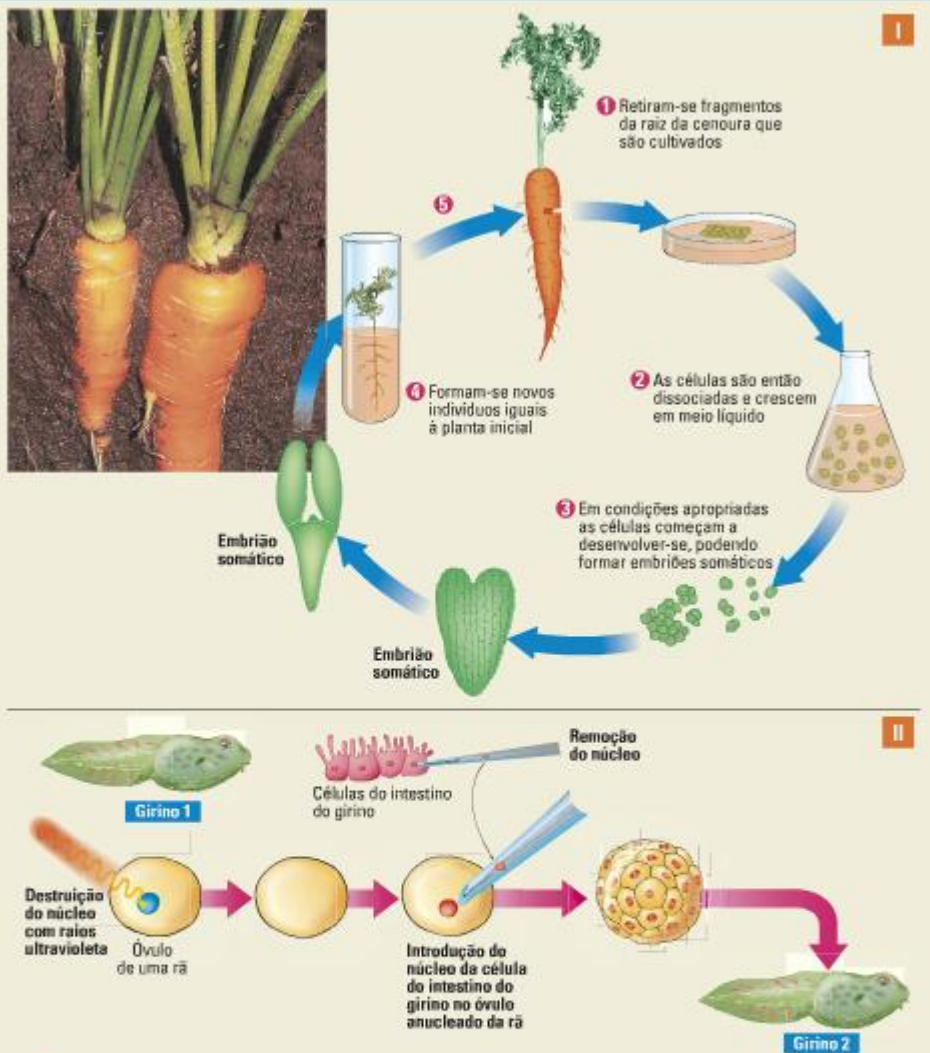


Fig. 67

EXPLORAÇÃO

1. No caso das cenouras, indique a proveniência das células a partir das quais se formaram plantas completas.
2. Porque pode afirmar-se que essas células se dediferenciaram?
3. No caso da experiência II, indique a proveniência do material genético do girino 2.
4. Que há de comum entre as duas experiências apresentadas?
5. Em que medida os resultados destas experiências permitem tirar conclusões relativamente ao problema considerado?

CC-BY-NC-SA

Figura 6 - Exercício do manual escolar sobre a diferenciação e dediferenciação celular.

Atividade 9 – Sugestão de resposta

1. Os cromatídeos ligam-se entre si através do centrómero.
2. Um cromatídio é constituído por uma cadeia de DNA associada a proteínas (histonas).
3. Os cromossomas modificam a sua estrutura (de distendida para condensada) de forma a tornar possível a divisão celular, garantindo a correta transmissão da informação hereditária.
4. Na sua forma condensada.

Figura 7 – Sugestão de resposta do exercício do manual escolar sobre a condensação da cromatina.

Atividade 12 – Sugestão de resposta

1. 1-Ciclo celular; 2-Fase mitótica; 3-G₂; 4-Citocinese; 5- Anafase.
2. B-D-A-C.
3. C-4; D-2.
4. 3 e 4/ 6 horas / está a ocorrer a replicação do DNA.
5. Os dados da figura permitem afirmar que a estabilidade genética é garantida pela replicação do DNA, que aumenta a quantidade de DNA por lote de cromossoma para 2n antes da divisão celular. Assim, quando divide, mantêm a mesma quantidade de DNA inicial (n).

Figura 8 – Sugestão de resposta do exercício do manual escolar sobre estabilidade genética.

Atividade 13 – Sugestão de resposta

1. Utilizaram-se células da raiz da cenoura.
2. Porque essas células eram diferenciadas mas ainda assim conseguiram originar um organismo inteiro, logo, teve que ocorrer desdiferenciação.
3. O material genético provém das células do intestino do girino 1.
4. No fim de cada experiência, obtém-se um indivíduo completo, formado a partir de células que se desdiferenciaram.
5. Estas experiências permitem concluir que o material genético é o mesmo numa célula diferenciada, uma vez que a partir destas foi possível, através de desdiferenciação, obter um organismo completo. Ou seja, a informação está presente no núcleo, apenas não está ativa.

Figura 9 – Sugestão de resposta do exercício do manual escolar sobre a diferenciação e desdiferenciação celular.



LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO

Escola Secundária José Falcão
Biologia e Geologia 11º ano

Data:

__/__/__

Nome: _____ Turma: ____ Nº.: ____

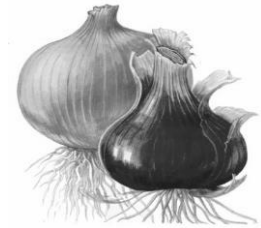
Atividade prática laboratorial

Observação de figuras de mitose em preparações temporárias de vértices vegetativos da raiz de cebola.

Nas plantas, a produção de novas células ocorre em regiões muito específicas do corpo, os meristemas, enquanto as restantes partes da planta se especializam na realização de outras funções.

Nas células de vértices vegetativos de raiz de cebola é fácil observar células em divisão, pois é uma zona de crescimento.

Nome Científico: *Allium cepa L.*



Material

Raízes de cebola	Ácido clorídrico 1 N Orceína acética	Agulha de dissecação espatulada Bisturi Lâminas de corte Lâminas e lamelas Lamparina de álcool Mola de madeira Papel de Filtro Vidro de relógio
------------------	---	--

Procedimento

1. Colocar, num vidro de relógio, nove gotas de orceína acética e uma gota de ácido clorídrico. O ácido clorídrico dissolve as substâncias pécnicas, que ligam as células umas às outras.
2. Escolher raízes novas de cebola, com cerca de 1,5 cm de comprimento e cortar transversalmente com a lâmina de corte 2 vértices vegetativos, com cerca de 0,5 cm de comprimento. Transferir os vértices vegetativos para o vidro de relógio.
3. Com a ajuda da mola de madeira aquecer o vidro de relógio, passando-o várias vezes pela chama de uma lamparina de álcool até a emissão de vapores. **NÃO DEIXAR FERVER.**
4. Colocar uma gota de orceína acética numa lâmina de vidro e transferir um vértice vegetativo do vidro de relógio para a lâmina de vidro.
5. Com a ajuda de uma agulha espatulada, esmagar o vértice vegetativo que deve estar flácido.
6. Remover cuidadosamente os detritos resultantes do esmagamento do vértice com o auxílio da agulha espatulada.
7. Colocar a lamela sobre a lâmina e comprimir, levemente, com o cabo da agulha de dissecação. Eliminar o excesso de corante com papel de filtro, aproximando o papel na lateral da lamela de forma a absorver o corante.
8. Observar a preparação temporária ao microscópio óptico, a uma ampliação de 40x.

➤ **1. Faz o registo das observações, desenhando uma célula representativa de cada fase da mitose, devidamente legendadas.**

Figura 10 – Ficha de trabalho da atividade prática laboratorial sobre a mitose.

3.2.5 Filmes e animações

A animação (aproximadamente 3 min) sobre o ciclo celular, retirada da Internet foi utilizada para ilustrar a passagem dinâmica entre as diferentes fases do ciclo celular, promovendo a construção de modelos mentais. A esta animação seguiu-se o registo na ficha de trabalho (Figura 3) sobre os principais acontecimentos do ciclo celular. Foi ainda utilizada a visualização de um filme como estratégia de ensino. O filme “Resolver o enigma do Cancro” (aproximadamente 15 min) foi cedido pela Orientadora Cooperante e consistia num documentário sobre a luta de uma mulher contra o cancro. Após o filme, efetuou-se uma discussão com os alunos sobre o problema do documentário, as hipóteses que foram colocadas, o desenvolvimento do estudo e as conclusões dos investigadores. Os tópicos da discussão foram apresentados num diapositivo em PowerPoint.

3.2.6 Atividade *Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*

Com a implementação de um projeto de Ciência Cidadã em sala de aula, foi introduzida uma atividade prática inovadora, assente nas TIC que, através da participação na resolução de um problema científico e no trabalho colaborativo, permitisse motivar os alunos para a temática em estudo e colaborar diretamente com a comunidade científica.

Esta atividade compreendeu duas componentes. A primeira consistia na participação no projeto “*Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*”, parte integrante do projeto europeu SOCIENTIZE. Este projeto, parte da investigação conduzida por José Carrodegua Villar, da Universidade de Saragoça (Espanha), tem como objetivo identificar compostos químicos que induzem a morte celular (apoptose) em células tumorais HeLa e, pela adequação ao tema selecionado, considerou-se importante a sua implementação.

A participação neste projeto pretendia ser uma atividade lúdica, educativa, simples e orientada, onde os alunos, utilizando uma plataforma *online* (<https://pybossa.socientize.eu/pybossa/app/cellspotting/>), teriam de analisar um conjunto de imagens, respondendo a uma questão que ajudava a determinar o estado da célula. A segunda componente foi a realização de uma videoconferência com um Investigador do projeto.

O desenvolvimento da primeira componente realizou-se em três fases: 1) lecionação do tema (pré-aula); 2) implementação; e 3) reflexão e avaliação do seu contributo para as aprendizagens dos alunos.

Na primeira fase, os alunos estudaram e analisaram os conceitos necessários para a sua execução, com recurso a diapositivos em PowerPoint. Na segunda fase, os alunos participaram numa sessão teórico-prática, conduzida pela equipa SOCIENTIZE, para distinguir os processos de morte celular e utilizar a aplicação. Na última fase, foi feita uma análise sobre os conhecimentos que aprenderam.

A segunda componente foi realizada no mesmo dia que a implementação da primeira, na sala da direção da escola, utilizando um computador, colunas, projetor, câmara e o programa *Skype*, previamente organizados e testados. Para a videoconferência, foi elaborado um guião (Anexos – Tabela XI), com questões para os alunos colocarem ao Investigador, para garantir a fluência da conversa e que ambas as partes pudessem beneficiar da experiência.

Para avaliar a implementação desta atividade, foi elaborado um questionário (Figura 10), com três grupos de questões. O grupo I, com dez itens numa escala de Likert de 1 a 5, foi construído para avaliar a primeira componente enquanto estratégia de ensino. Os itens foram inseridos em quatro parâmetros de avaliação: 1) adequação do projeto; 2) usabilidade da aplicação; 3) potencialidade da atividade para promover a construção de conhecimentos em Biologia Celular; e 4) Influência do projeto nas atitudes dos alunos perante a Ciência. O grupo II, com seis itens de escolha múltipla, foi desenhado para avaliar os conhecimentos dos alunos. O grupo III foi criado para avaliar a segunda componente, constituído por 10 itens numa escala de Likert de 1 a 5. Neste grupo, foram analisadas: 1) a experiência que a videoconferência proporcionou aos alunos e a motivação que lhes incutiu para a participação em projetos; e 2) o contributo da videoconferência para a compreensão do projeto *Cell Spotting* e do trabalho de investigação realizado pelo cientista.



Questionário sobre o projeto “*Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!*”

Este questionário foi desenvolvido para avaliar a contribuição deste tipo de atividades em contexto sala de aula e será utilizado para fins de investigação educacional. Por favor, responde individualmente para que os dados sejam válidos para a investigação.

Grupo I – Utilização da aplicação

Utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a Discordo totalmente e 5 a concordo totalmente, assinala com uma cruz (X) sobre o número que para ti responde da melhor forma à afirmação apresentada. (Escala: 1-Discordo totalmente; 2- Discordo; 3-Não discordo, nem concordo; 4-Concordo; 5- Concordo totalmente)

1. A utilização desta aplicação foi um bom complemento à exploração do tema desenvolvido pelo manual.

1 2 3 4 5

2. A plataforma *online* está bem organizada e permite compreender as tarefas de forma simples e rápida.

1 2 3 4 5

3. Nesta atividade foi fornecida a informação necessária para realizar as tarefas.

1 2 3 4 5

4. As imagens eram claras e foram simples de analisar.

1 2 3 4 5

5. Preferia ter aprendido este tema numa aula expositiva e sem recurso a atividades.

1 2 3 4 5

6. A participação nesta atividade permitiu-me desenvolver os meus conhecimentos em biologia celular.

1 2 3 4 5

7. A utilização da aplicação *Cell Spotting* ajudou-me a compreender o método de trabalho científico.

1 2 3 4 5

8. Esta atividade sensibilizou-me para estudos futuros no ramo científico.

1 2 3 4 5

9. Esta atividade incentivou-me a participar ativamente em projetos de investigação futuros.

1 2 3 4 5

10. O conceito de “Ciência Cidadã” permitiu-me dar a minha contribuição para trabalhos de investigação.

1 2 3 4 5

Figura 11 – Questionário sobre a participação na atividade “Projeto *Cell Spotting*”.

Grupo II – Apoptose, Necrose e Cancro

Completa as frases que se seguem colocando uma cruz (X) na afirmação correta.

1.1 As células HeLa são frequentemente utilizadas em investigação porque

- a) têm um nome bonito.
- b) morrem com facilidade.
- c) podem diferenciar-se em diferentes tipos de célula.
- d) estão em constante divisão.

1.1 A apoptose é um tipo de morte celular, que se diferencia da necrose pela ...

- a) Diminuição do volume celular.
- b) Condensação e fragmentação do núcleo celular.
- c) Formação de corpos apoptóticos.
- d) Todas as afirmações anteriores.

1.2 As células libertam o conteúdo celular assim que

- a) Estiverem cheias.
- b) Morrerem por necrose.
- c) Morrerem por apoptose.
- d) Quiserem alimentar outra célula.

1.3 O que acontece às mitocôndrias durante a apoptose?

- a) Diminuem.
- b) Ficam dispersas na células.
- c) Agrupam-se.
- d) Saem da célula.

1.4 A _____ da célula é um indicador do seu estado de saúde, apresentando-se _____ numa célula em apoptose.

- a) mobilidade (...) imóvel
- b) cor (...) escura
- c) mobilidade (..) móvel
- d) cor (..) clara

1.5 A identificação de compostos químicos que induzam a morte das células é de extrema importância pois

- a) permite encontrar formas de promover a divisão celular.
- b) ajuda os cientistas a compreenderem o ciclo celular.
- c) permite compreender melhor o processo de necrose.
- d) permite encontrar compostos que auxiliam a regulação celular e o combate às células tumorais.

Figura 11 (continuação) – Questionário sobre a participação na atividade “Projeto *Cell Spotting*”.

Utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a Discordo totalmente e 5 a concordo totalmente, assinala com uma cruz (X) sobre o número que para ti responde da melhor forma à afirmação apresentada.

(Escala: 1-Discordo totalmente; 2- Discordo; 3-Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5-Concordo totalmente)

Grupo III – Videoconferência com José Carrodegas Villar

1. A conversa com o Investigar ajudou-me a compreender melhor o seu trabalho.
 1 2 3 4 5
2. Percebi que a vida de um cientista não é sempre excitante e não se descobrem coisas novas todos os dias.
 1 2 3 4 5
3. O trabalho de um investigador é duro e esta investigação em particular requer muito tempo e muito dinheiro.
 1 2 3 4 5
4. Com a conversa, compreendi melhor o conceito de “ciência cidadã” e o porquê de o cientista precisar de ajuda.
 1 2 3 4 5
5. A videoconferência foi uma boa forma de compreender melhor a atividade *Cell Spotting*.
 1 2 3 4 5
6. A barreira linguística foi difícil de ultrapassar.
 1 2 3 4 5
7. A conversa com o Cientista inspirou-me a utilizar ativamente a aplicação *Cell Spotting*.
 1 2 3 4 5
8. O Cientista incentivou-me a prosseguir estudos na área das ciências.
 1 2 3 4 5
9. Considero que a videoconferência foi uma atividade diferente e muito positiva para o meu desenvolvimento.
 1 2 3 4 5
10. De uma forma geral, gostei muito da conversa e da experiência que proporcionou.
 1 2 3 4 5

Obrigado pela participação
Maria Palma

Figura 11 (continuação) – Questionário sobre a participação na atividade “Projeto *Cell Spotting*”.

3.2.7 Teste de avaliação sumativa

O teste de avaliação sumativa interna de Biologia realizou-se no mês de Outubro (2013), após concluída a lecionação da unidade 5 Crescimento e renovação celular. Este teste, constituído por 4 grupos, continha um grupo sobre o ciclo celular (Figura 13) e questões sobre regulação celular (questão 4), diferenciação celular (questão 5), e apoptose e necrose (questão 6), incorporadas no segundo grupo (Figura 12).

As questões seleccionadas envolveram itens de seleção (escolha múltipla, verdadeiro e falso, associação e ordenação) e itens de construção (resposta restrita), de acordo com a tipologia de questões de exame, que seguem as regras definidas pelo Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE).

Os critérios de correção (Anexos – Figura 2) seguem as normas estabelecidas pelo GAVE e são idênticos aos do exame nacional.

O teste de avaliação sumativa foi cotado para um total de 200 pontos, onde 70 correspondiam às questões elaboradas pela professora estagiária. A cotação de cada questão foi atribuída consoante o grau de dificuldade e discutida com a Orientadora Cooperante.

Grupo II

(6 pts) 4. A proteína p53 corrige eventuais modificações do material genético resultante de _____ em _____, levando as células mutadas a _____.

- A - |...| erros na replicação |...| G2 |...| apoptose
 B - |...| erros no emparelhamento |...| G2 |...| apoptose
 C - |...| erros na replicação |...| G2 |...| necrose
 D - |...| erros na replicação |...| M |...| apoptose

(8 pts) 5. Classifica cada uma das afirmações, abaixo referidas, em verdadeira (V) ou falsa (F).

- A – As proteínas expressas nos diferentes tipos de células são as mesmas.
 B – No genoma, existem genes que regulam o funcionamento de outros genes, permitindo que uns sejam ativados e outros não.
 C – Todas as células de um indivíduo adulto possuem a mesma informação genética.
 D – Quando os mecanismos de regulação celular falham, podem formar-se tumores.
 E – Em condições desfavoráveis, o número de divisões mitóticas aumenta, afetando a regeneração de tecidos.
 F – No fim de G1, efetua-se uma monitorização do ambiente celular e do tamanho da célula.
 G – Nas plantas o processo de diferenciação celular é irreversível.
 H – As células totipotentes, como por exemplo o zigoto, possuem potencialidades para originar apenas alguns tipos de células.

(6 pts) 6. Estabelece a correspondência entre os números da coluna A, referentes aos dois tipos de morte celular, e as letras da coluna B que caracterizam cada um.

Coluna A

1. Apoptose
2. Necrose

Coluna B

- 2 A. Libertação do conteúdo celular
 1 B. Formação de corpos apoptóticos
 1 C. Condensação do núcleo
 2 D. Posterior resposta inflamatória
 1 E. Posterior fagocitose por macrófagos

Figura 12 – Tese de avaliação sumativa de Biologia (Grupo II – Regulação celular; Morte celular).

Grupo III

Quantas células do corpo nascem por dia?

É muito difícil precisar o número de células que nascem e morrem no nosso organismo a cada dia, mas calcula-se que o corpo de um adulto produza em média 300 milhões de células por minuto ou 332 bilhões por dia – uma renovação que ocorre, principalmente em tecidos epiteliais e conjuntivos, responsáveis pelo revestimento e pela sustentação do corpo. Essa taxa pode variar em algumas situações, por exemplo, quando o corpo precisa de reparar uma lesão.

O aparecimento de novas células não acontece uniformemente. O tecido epitelial de revestimento do estômago, por exemplo, é renovado a cada 4 a 7 dias. Já a epiderme da pele (camada mais superficial) é completamente renovada a cada 15 a 30 dias, dependendo da idade do indivíduo.

Células musculares cardíacas e neurónios não possuem reposição natural. Uma vez que tais células são perdidas, não ocorre o aparecimento de novas células.

Os tecidos possuem processos de renovação e reparação menores à medida que envelhecemos, até que o número de células que morrem ultrapassa o número de células que nascem.

Retirado de Netxplica.com; Diário digital, 14-05-2013

Na resposta a cada um dos itens 1 e 2, seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(6 pts) 1. Indica de entre os seguintes processos, aquele a que se refere o texto.

- A-|...| Crescimento
- B-|...| Regeneração de órgãos
- C-|...| Renovação de células
- D-|...| Reparação de tecidos lesados

(6 pts) 2. Sabendo que as células epiteliais de revestimento do estômago são renovadas a cada 4 a 7 dias, e que cada célula tem 46 cromossomas, ao fim de 14 dias cada célula terá...

- A-|...| 23 cromossomas
- B-|...| 184 cromossomas
- C-|...| 92 cromossomas
- D-|...| 46 cromossomas

(8 pts) 3. Durante o ciclo celular as células musculares cardíacas e neurónios não entram em fase S, passando para a fase Go. Ordena as letras de A-E de modo a estabelecer a sequência cronológica de acontecimentos de uma célula que saia de Go.

- A. A cromatina sofre compactação e enrolamento, tornando os cromossomas mais curtos e densos, e os centríolos começam a movimentar-se no sentido dos pólos da célula,
- B. Os cromossomas, unidos ao fuso acromático, deslocam-se em direção ao centro da célula, para a placa equatorial.
- C. O nucléolo desaparece, o invólucro nuclear desaparece e os cromossomas ligam-se ao fuso acromático.
- D. A célula aumenta de volume, com síntese de biomoléculas (maioritariamente proteínas) e a formação de novos organelos celulares.
- E. Ocorre ruptura do centrómero, os cromatídios de cada cromossoma separam-se e os cromossomas ficam apenas com um cromatídio.

D-A-C-B-E

Figura 13 – Teste de avaliação sumativa de Biologia (Grupo III – Ciclo celular).

4. O processo representado na figura 2 diz respeito às células epiteliais do estômago.

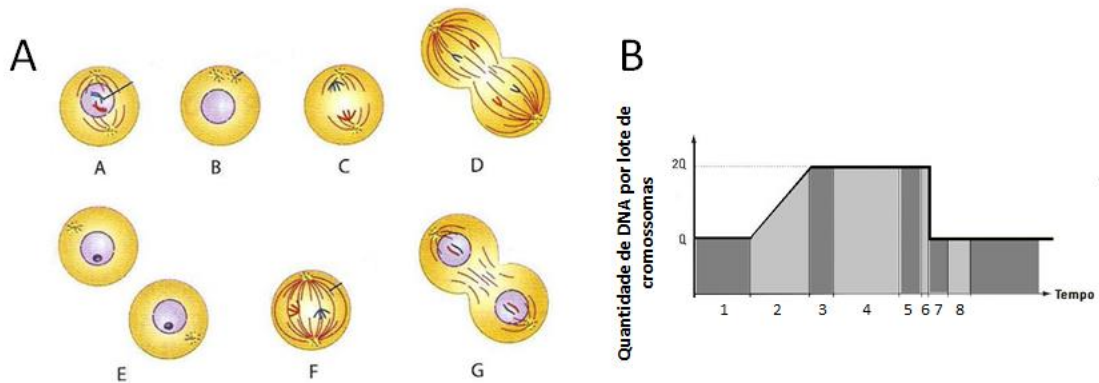


Figura 2

(6 pts) 4.1 A sequência pela qual ocorre o processo mitótico representado na figura 2 A, é _____

- A – [...] B → F → A → C → D → G → E
 B – [...] B → A → F → C → D → G → E
 C – [...] A → B → C → F → G → D → E
 D – [...] A → B → F → C → G → D → E

(6 pts) 4.2 O gráfico figura 2 B, representa a variação da quantidade de DNA por lote de cromossomas ao longo do ciclo celular. Estabelece a correspondência entre os números do gráfico B e as letras das fases representadas em A.

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

(8 pts) 4.3 Analisa as seguintes afirmações. Seleciona a alternativa que as avalia corretamente.

- O fenómeno que permite a passagem da quantidade de DNA de Q para 2Q é a replicação semiconservativa do DNA.
 - No período assinalado com o número 4 cada cromossoma é constituído por um só cromatídio.
 - Uma célula no período 6 reduz a quantidade de DNA devido à manutenção do número de cromossomas.
- A – A afirmação 1 é verdadeira e as afirmações 2 e 3 são falsas.
 B – A afirmação 2 é verdadeira e as afirmações 1 e 3 são falsas.
 C – A afirmação 3 é verdadeira e as afirmações 1 e 2 são falsas.
 D – As afirmações 1 e 3 são verdadeiras e a afirmação 2 é falsa.

(10 pts) 5. O taxol é uma substância utilizada no tratamento de doentes oncológicos, isolada a partir da casca do teixo, uma árvore da família Taxaceae. O taxol atua no ciclo celular impedindo a mitose, devido à ligação permanente a uma subunidade da tubulina, proteína que faz parte dos microtúbulos do fuso acromático, retirando-lhes flexibilidade.

Tendo em conta as características das células tumorais e os mecanismos de ação do taxol, explica a sua aplicação no tratamento de doentes com cancro.

A resposta deve conter:

- Relação entre a ação do taxol no impedimento da mitose e o bloqueamento em metafase/anáfase, impedindo a migração dos cromatídios irmãos para pólos opostos.

- Relação entre o bloqueamento da mitose e o impedimento da multiplicação de células cancerígenas.

Figura 13 (continuação) – Teste de avaliação sumativa de Biologia (Grupo III – Ciclo celular).

3.3 Geologia


3.3.1 Avaliação diagnóstica

O teste de avaliação diagnóstica (figura 14) elaborado para os subtemas Minerais, Alteração das rochas e Formação de rochas sedimentares, foi desenvolvido para avaliar os conhecimentos dos alunos sobre as temáticas.

Compreendeu quatro grupos: 1) oito itens de verdadeiro, falso e não sei para identificar as principais concepções erradas formadas em torno do conceito de mineral (consultadas em Monteiro *et al.*, 2011) e compreender se essas concepções erradas foram ultrapassadas depois da lecionação do tema; 2) 3 questões de escolha múltipla para introduzir o tema da alteração das rochas, através da interpretação de figuras sobre a alteração dos minerais constituintes do granito; 3) 5 itens de correspondência para introduzir as principais reações de meteorização química; e 4) 3 questões de escolha múltipla sobre alteração das rochas e formação das rochas sedimentares.

3.3.2 Diapositivos em PowerPoint

Na componente de Geologia, foram também utilizados diapositivos em PowerPoint (Figura 15). Estes diapositivos, à semelhança dos anteriores procuraram privilegiar a imagem, a esquematização e a apresentação de exemplos para que os alunos facilmente conseguissem associar diferentes processos a casos conhecidos (ex. Formação de minerais a partir de substâncias hidrotermais e a Serra de Naica; a alteração do calcário e da dolomia, muito típicos da zona de residência dos alunos, etc.).


**LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO**

Escola Secundária José Falcão
Biologia e Geologia 11º ano

Nome: _____

Turma: ____ Nº.: ____ A Professora: _____

Data: _____

Teste diagnóstico: Minerais e processos de formação das rochas

Lê atentamente as questões antes de responderes!

Grupo A. Coloca verdadeiro (V), falso (F) ou não sei (NS), nas afirmações que se seguem.

- V_1) Os minerais são os principais constituintes das rochas.
- V_2) Todos os minerais têm uma estrutura cristalina.
- F_3) O carvão e o petróleo são constituídos por minerais.
- V_4) Todos os minerais são cristais.
- F_5) O mercúrio é um mineral.
- V_6) Gelo, formado naturalmente, é um mineral.
- F_7) As olivinas $[(Fe,Mg)_2 SiO_4]$ são consideradas mineralóides porque não apresentam uma composição química fixa.
- F_8) A cor é uma propriedade fiável na identificação dos minerais.

Grupo B. Com base na análise da Figura 1.a e 1.b completa as frases que se seguem, assinalando com uma cruz (X) na afirmação correta.

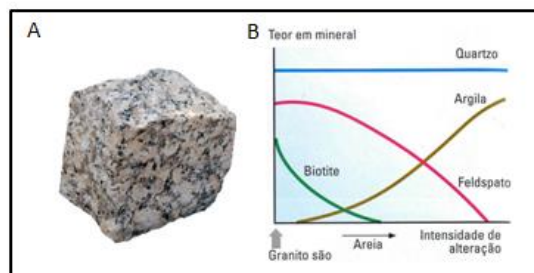


Figura 1. (A)- Granito. (B) - Gráfico da alteração do granito.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/42698311@N04/with/4301298025/> e <http://www.grupomodular.com.br/pecom.html>, consultado em 14 de Fevereiro 2014

B.1 O granito é constituído por três minerais principais, sendo que a ____ corresponde às porções mais escuras da rocha, enquanto que o ____ e ____ correspondem aos minerais mais claros.

- x_a) ... biotite ... quartzo ... feldspato
- b) ... argila ... quartzo ... feldspato
- c) ... biotite ... feldspato ... argila
- d) ... argila ... quartzo ... gesso
- e) Não Sei

B.2 Com base na análise do gráfico, o mineral mais resistente à alteração é o(a) ____ e o menos resistente é o(a) ____.

- a) Feldspato ... Biotite
- b) feldspato ... Quartzo
- x_c) Quartzo ... Biotite
- d) Quartzo ... Feldspato
- e) Não Sei

B.3 O aparecimento da argila está relacionado com...

- a) a meteorização física do granito.
- x_b) a hidrólise dos feldspatos.
- c) a meteorização química do quartzo.
- d) a dissolução da biotite.
- e) Não Sei

Figura 14 – Teste de avaliação diagnóstica (pré e pós-teste).

Grupo C. Estabelece a correspondência entre cada uma das reações de meteorização química dos minerais apresentados na coluna A, com o tipo de reação a que corresponde, na coluna B.

Coluna A	Coluna B
1. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 2. $2\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 4\text{SiO}_2$ 3. $\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mg}^{2+} + \text{H}_4\text{SiO}_4$ 4. $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2(\text{HCO}_3^-)$ 5. $4\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$	A. Dissolução B. Carbonatação C. Hidrólise D. Oxidação-Redução E. Não Sei

Correspondência: 1. A; 2.C; 3. C; 4. B; 5. D

Grupo D. Para cada alínea, seleciona a opção que completa de forma correta a frase apresentada sobre os processos de formação das rochas sedimentares.

D.1 A crioclastia diz respeito ao ...

- a) efeito do vento sobre os afloramentos rochosos.
- b) efeito da atividade biológica sobre as rochas.
- c) efeito do gelo sobre as rochas.
- d) efeito das contrações e dilatações térmicas sobre as rochas.
- e) Não sei.

D.2 Os sedimentos encontrados nos depósitos provenientes do degelo dos glaciares são ...

- a) bem calibrados e arredondados
- b) mal calibrados e angulosos
- c) bem calibrados e angulosos
- d) mal calibrados e arredondados
- e) Não sei.

D.3 São processos que ocorrem durante a diagénese a:

- a) Meteorização e erosão.
- b) Erosão e sedimentação.
- c) Transporte e sedimentação.
- d) Compactação e cimentação.
- e) Não sei.

Figura 14 (continuação) - Teste de avaliação diagnóstica (pré e pós-teste).



Figura 15 - Exemplo de diapositivos utilizados nas aulas de Geologia – Introdução aos minerais.

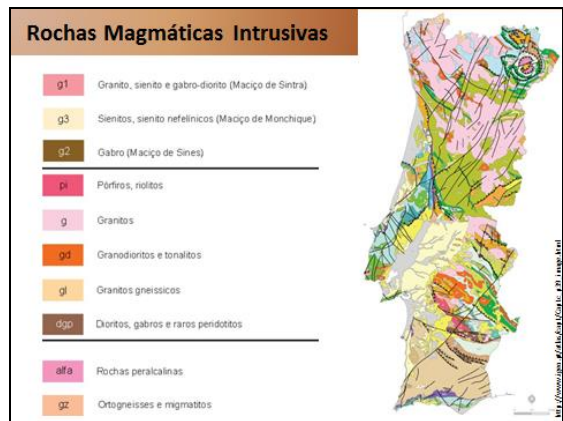


Figura 15 (continuação) - Exemplo de diapositivos utilizados nas aulas de Geologia – Introdução aos minerais.

3.3.3 Fichas de trabalho prático

Foram implementadas duas fichas de trabalho prático no fim da lecionação dos subtemas Minerais (Figura 16) e Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares (Figura 17), e utilizadas como síntese de conteúdos. Estas fichas, baseadas na utilização de mapas de conceitos enquanto estratégias de ensino, foram construídas para que os alunos pudessem relacionar os novos conceitos e consolidar a aprendizagem. A correção dos mapas de conceitos foi projetada através de diapositivos em PowerPoint. À semelhança de Biologia, foi ainda selecionado um exercício do manual escolar (Figura 18) sobre as etapas correspondentes à diagénese. Este exercício permitia que os alunos relacionassem as variáveis que atuam no processo e deduzir sobre os fatores que estão por base da consolidação de uma rocha sedimentar. Foi também elaborada uma sugestão de resposta (Figura 19) para o exercício.

3.3.4 Atividade prática laboratorial

Foi elaborada uma atividade prática laboratorial sobre identificação de minerais. Para acompanhar a atividade construiu-se uma ficha de trabalho prático laboratorial que incluía uma breve introdução, descrição dos materiais necessários, procedimento, tabelas para o registo dos resultados e uma chave dicotómica para auxiliar na identificação dos minerais (Figura 20). Esta atividade foi adaptada de outras cedidas pela Orientadora Cooperante e enriquecida com novos parâmetros e novos minerais a identificar, selecionados a partir do espólio de minerais existente na escola. A atividade foi desenhada para se realizar em grupos de quatro alunos, onde a cada grupo foram apresentados um conjunto de cinco minerais distintos para identificarem.

Em conjunto com a ficha de trabalho da atividade, construiu-se uma tabela com as propriedades de cada mineral em estudo, para a professora orientar os alunos ao longo da atividade (Anexos – Tabela XII).

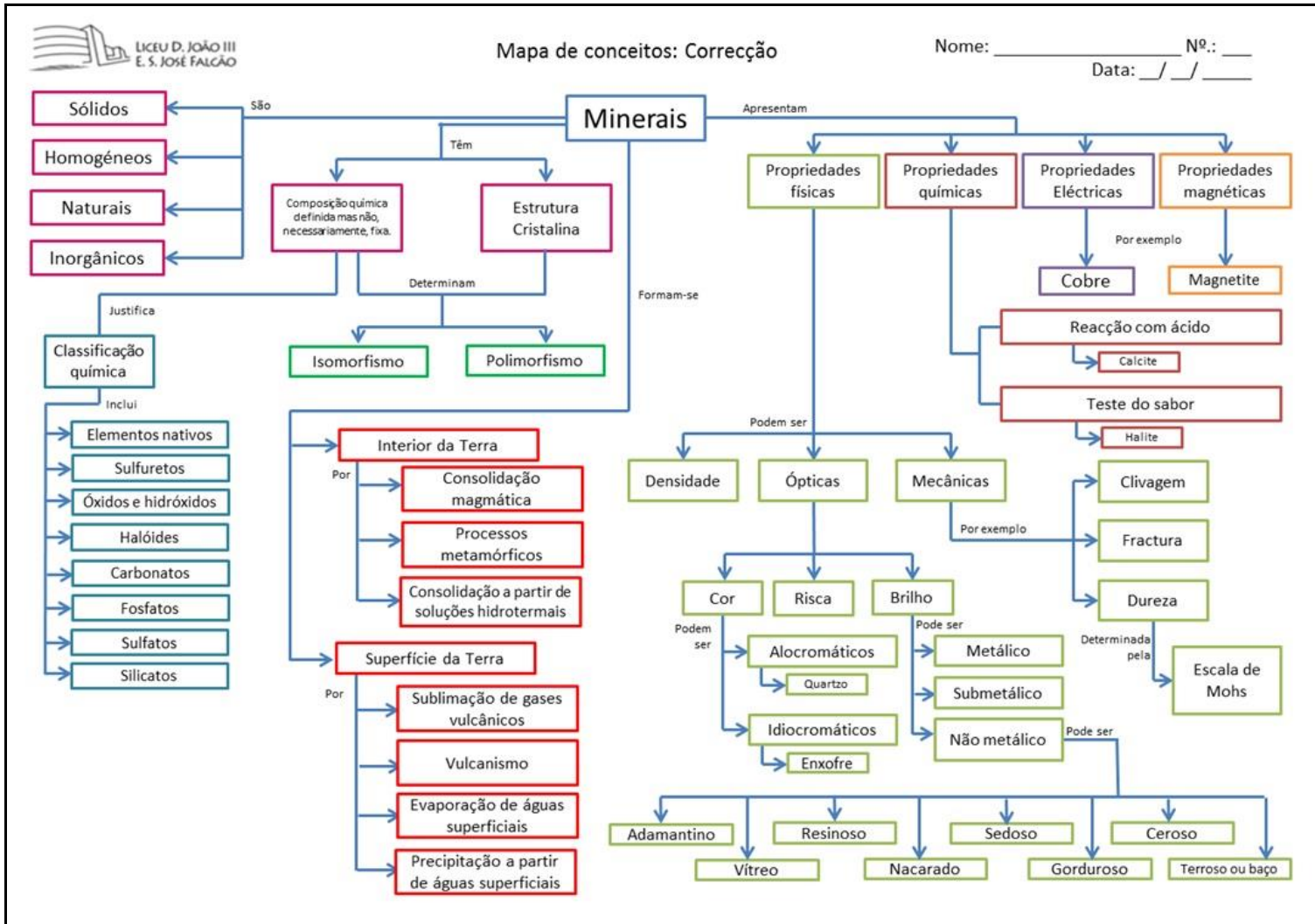


Figura 16 – Ficha de trabalho prático – Mapa de conceitos sobre Minerais e correção.

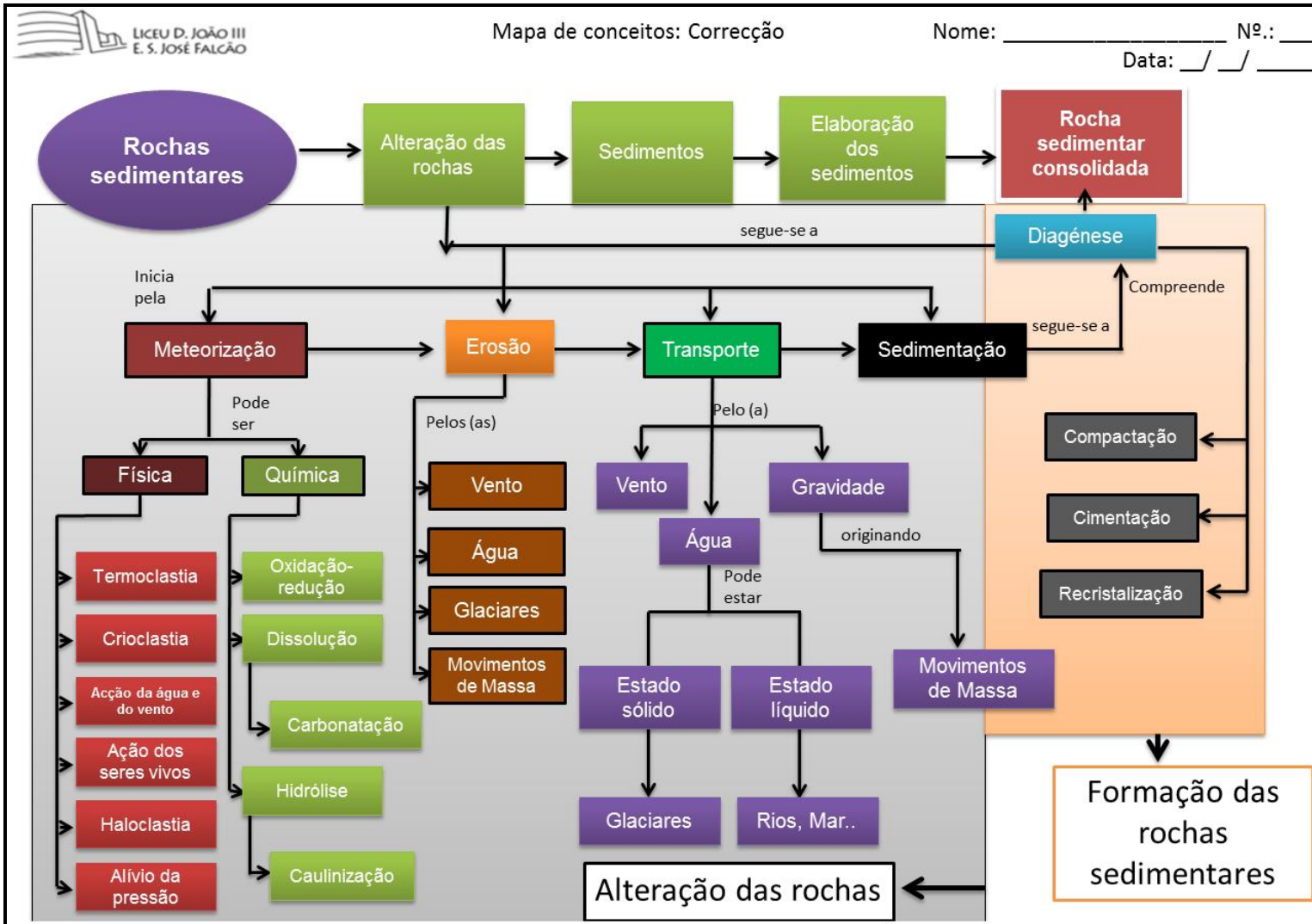
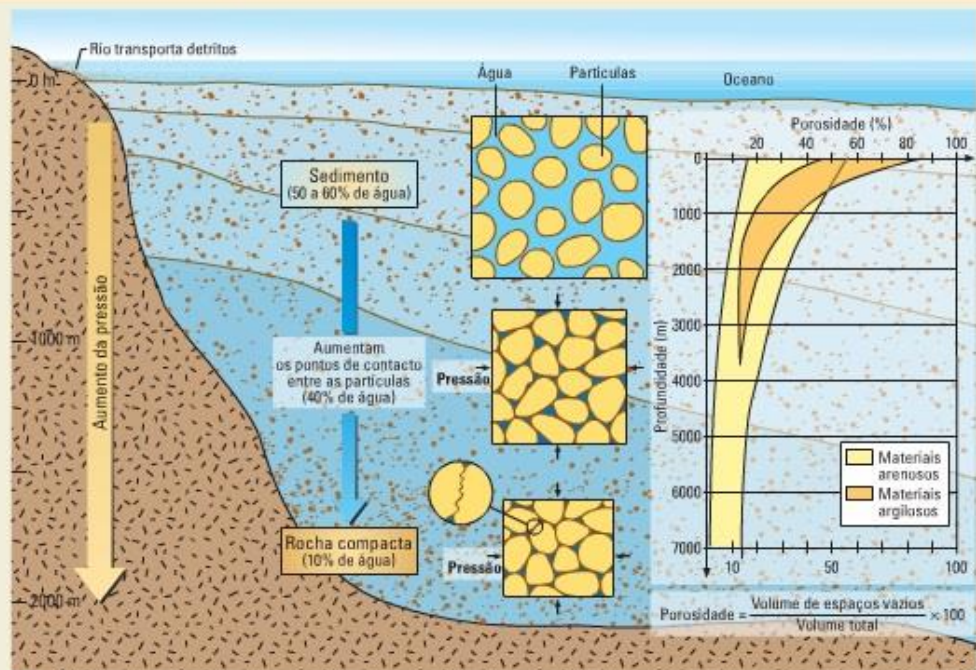


Figura 17 – Ficha de trabalho prático – Mapa de conceitos sobre Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares e correção.

ACTIVIDADE 7

COMO EVOLUEM OS SEDIMENTOS AO APROFUNDAREM NA CRUSTA?



EXPLORAÇÃO

1. Descreva as principais alterações que ocorrem à medida que se dá o aprofundamento dos materiais.
2. Compare a porosidade das areias e das argilas à profundidade de 2000 m.
3. Relacione os dados do gráfico com os esquemas representados.
4. Que acontece ao volume e à densidade da rocha quando atinge maiores profundidades?

Figura 18 – Exercício do manual escolar sobre a diagénese.

Atividade 7 – Sugestão de resposta

1. Diminuem os poros existentes entre os materiais devido à compactação e ocorre perda de água.
2. As argilas são muito menos porosas (menos espaços vazios, devido ao tamanho dos grãos) do que as areias.
3. O gráfico diz-nos que à medida que a profundidade aumenta, a porosidade diminui, que traduz os esquemas representados. Observam-se menos poros e os materiais compactados.
4. Quando atinge maiores profundidades a rocha diminui de volume (menos espaços vazios) e aumenta de densidade (menos água).

Figura 19 – Sugestão de resposta do exercício do manual escolar sobre a diagénese.



LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO

Escola Secundária José Falcão

Biologia e Geologia 11º2 ano

Data:

__/__/__

Nome: _____ Nº.: _____

Avaliação: _____ A professora: _____

Atividade prática laboratorial - Identificação de minerais

Introdução

Os minerais são sólidos homogéneos, naturais, formados por processos inorgânicos, com uma estrutura cristalina e uma composição química definida mas não, necessariamente, fixa. A natureza das partículas elementares, as ligações entre elas e a forma tridimensional da rede cristalina conferem a cada mineral determinadas propriedades que permitem fazer a sua identificação. Os minerais podem então ser identificados pelas suas propriedades físicas, químicas, elétricas e magnéticas.



**Fig.1 Cristais de
Quartzo**

<http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-images-three-quartz-crystal-image22585159>

Material necessário

- Ácido clorídrico
- Canivete
- Íman
- Placa de porcelana
- Amostras de minerais
- Escala de Mohs
- Moeda
- Placa de vidro

Procedimento

1 - Com o auxílio dos materiais que tens à disposição, descreve as propriedades dos minerais que encontras no tabuleiro da tua bancada, preenchendo as tabelas seguintes.

Para a cor, brilho e clivagem, observa as diferentes amostras e regista as tuas conclusões.

Para determinar a dureza, começa por realizar os ensaios preliminares antes de utilizares a escala de Mohs.

Ensaios preliminares - riscam o mineral: unha <2,5; moeda <3,5; canivete <5. Riscam a placa de vidro minerais com dureza > 7)

Escala de Mohs - começa o teste no sentido decrescente de dureza e lembra-te:

- Um mineral que risque e seja riscado por um termo da escala, ou se não se riscarem mutuamente, têm a mesma dureza.

- Se o mineral risca determinado termo, não sendo riscado por ele, e é riscado pelo termo imediatamente superior, não o riscando, a dureza do mineral fica compreendida entre os dois termos.

Para determinar se o mineral tem propriedades magnéticas utiliza o Íman para testar a sua atração pelo mineral.

1.4 Para testar se o mineral reage com ácidos, com o auxílio do(a) professor(a), coloca 2 gotas de HCl sobre uma pequena porção do mineral.

- Utiliza a chave dicotómica dos minerais (anexo 1) e identifica cada uma das amostras que possuis.

Figura 20 – Ficha da atividade prática laboratorial de Geologia sobre minerais.

Tabela 1. Propriedades dos minerais – Exemplo de uma tabela preenchida (Grupo 1)

Propriedades Mineral	Cor		Brilho	Clivagem	Dureza
	Mineral	Risca	Metálico/Não Metálico	Presente/ Ausente	1 - 10
A	Branco	Branca	Não metálico	Ausente	7
B	Castanha amarelada	Branca	Não metálico	Presente	2,5
C	Branca amarelada	Branca	Não metálico	Presente	3
D	Branco acinzentado	Branca	Não metálico	Presente	1
E	Amarelo latão	Preta	Metálico	Presente	6 - 6,5

Tabela 2. Propriedades magnéticas e químicas dos minerais

Exemplo de tabelas preenchidas (Grupo 1)

Propriedades Mineral	Tem propriedades magnéticas?	Reage com HCL?
	Sim/Não	Sim/Não
A	Não	Não
B	Não	Não
C	Não	Sim
D	Não	Não
E	Não	Não

Tabela 3. Identificação das amostras em estudo

Identificação Mineral	Nome do mineral	Fórmula química
	A	Quartzo
B	Moscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂
C	Calcite	CaCO ₃
D	Talco	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (H ₂ O)
E	Pirite	S ₂ Fe

Chave de identificação dos minerais

1. Minerais de brilho submetálico a metálico 2
Minerais de brilho não metálico 5
2. Mineral de cor preta e acastanhada 3
Mineral de cor amarela latão Pirite (S₂Fe)
3. Risca preta ou castanha escura 4
Risca vermelha ou castanha avermelhada Hematite (Fe₂O₃)
4. Risca preta, fortemente magnética Magnetite (Fe₃O₄)
Risca castanho chocolate Wolframite (Fe,Mn)WO₄
5. Com risca corada 6
Com risca branca ou cinzenta clara 7
6. Risca amarela, brilho resinoso Enxofre (S)
Risca creme, brilho nacarado nos planos de clivagem Biotite K(Mg, Fe)₃AlSi₃O₁₀(OH)₂
7. Dureza = 1, macio ao tato Talco Mg₃Si₄O₁₀(H₂O)
Dureza > 1 8
8. Dureza = 2, boa clivagem Gesso CaSO₄·2(H₂O)
Dureza > 2 9
9. Dureza = 2,5 10
Dureza > 2,5 11
10. Clivagem cúbica perfeita, sabor salgado Halite (NaCl)
Clivagem lamelar perfeita Moscovite (KAl₂(AlSi₃O₁₀)(F,OH)₂)
11. Dureza = 3, efervescente com ácidos Calcite (CaCO₃)
Dureza > 3, cristais transparentes Quartzo (SiO₂)

Figura 20 (continuação) – Ficha da atividade prática laboratorial de Geologia sobre minerais.

3.3.5 Atividade IX Congresso dos Jovens Geocientistas

Durante a lecionação, planificou-se e orientou-se a participação dos alunos no IX Congresso dos Jovens Geocientistas, organizado pelo Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra.

Nesta atividade os alunos, organizados em grupos de três, tiveram que elaborar um póster (Anexos – Figura 3) e um resumo (Anexos - Figura 4) sobre um tema que relacionasse a Matemática e a Geologia. Procurou-se ainda envolver o tema da cristalografia, uma vez que 2014 seria também o Ano Internacional da Cristalografia (IYCr2014). Selecionaram-se os temas “Cristais como modelos de simetria” e a “forma engana, mas estrutura interna não!” numa procura de despertar o interesse dos alunos para um tema que assenta na matemática dos minerais. Para ambos os trabalhos, a construção de modelos constituiu uma tarefa da atividade. Estes modelos permitiram não só a exemplificação clara dos conceitos como ainda utilizar as fotografias dos mesmos nas imagens para os pósteres. De forma a orientar os alunos no método de trabalho e de pesquisa, construiu-se um guião de trabalho (Anexos – Figura 5), específico para cada grupo, com: 1) identificação do grupo; 2) calendarização do trabalho; 3) tema do trabalho; 4) questões-problema; 5) objetivos; 6) elementos de avaliação do trabalho e a respetiva cotação; 7) modelos e regras para a elaboração dos trabalhos científicos; 8) diário de Aula e 9) bibliografia recomendada.

A avaliação da participação dos alunos na atividade foi efetuada com base numa grelha de observação (Anexos – Tabela XIII) desenvolvida para o efeito e tida em conta na avaliação final dos alunos. Foram também definidos critérios de avaliação para cada parâmetro de avaliação (Anexos - Tabela XIV). A avaliação global da atividade e a sua contribuição para o desenvolvimento curricular dos alunos foi analisada através de um questionário (Figura 21) implementado aos alunos. Este questionário foi construído em parceria com os Professores Estagiários Carla Marques, Carlos Barata e Nuno Milheiro, e compreendia um grupo, com 10 itens numa escala de Likert de 1 a 5, que pretendeu avaliar: 1) o papel da aprendizagem cooperativa; 2) o desenvolvimento de competências; 3) a motivação dos alunos; e 4) a participação no congresso.



Questionário sobre a participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas

Este questionário pretende avaliar o contributo da participação no IX Congresso dos Jovens Geocientistas. Por favor, responda individualmente para que os dados sejam válidos para a investigação. Obrigada.

Sexo: M F

Idade: _____

Data: ____/____/____

Utilizando a escala de 1 a 5, onde 1 corresponde a discordo totalmente e 5 a concordo totalmente, assinale com uma cruz (X) sobre o número que para si responde da melhor forma à afirmação apresentada.

(Escala: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não discordo, nem concordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente)

1. Considero que a realização do trabalho de grupo motivou-me para a participação no congresso.

① ② ③ ④ ⑤

2. A realização do trabalho de grupo permitiu-me desenvolver o pensamento crítico.

① ② ③ ④ ⑤

3. Considero que a realização dos trabalhos promoveu a cooperação entre colegas.

① ② ③ ④ ⑤

4. A responsabilização na elaboração do trabalho desenvolveu o meu sentido de autonomia.

① ② ③ ④ ⑤

5. Considero que o trabalho de grupo em nada contribuiu para o meu desenvolvimento pessoal e cívico.

① ② ③ ④ ⑤

6. Considero que a elaboração do resumo desenvolveu a minha capacidade de síntese.

① ② ③ ④ ⑤

7. Considero que a elaboração do póster científico permitiu-me apresentar as ideias principais do trabalho de forma criativa.

① ② ③ ④ ⑤

8. A apresentação dos trabalhos (oral e/ou poster) permitiu-me compreender os mecanismos de divulgação de resultados em ciência

① ② ③ ④ ⑤

9. O congresso ajudou-me a reconhecer o papel das geociências no desenvolvimento da sociedade.

① ② ③ ④ ⑤

10. O congresso dos jovens geocientistas incentivou-me para estudos futuros no ramo científico.

① ② ③ ④ ⑤

Obrigado pela participação
Os professores estagiários
Maria Palma e Nuno Oliveira

Figura 21 – Questionário sobre a participação no IX congresso dos Jovens Geocientistas

3.3.6 Avaliação sumativa

O teste de avaliação sumativa da componente de Geologia realizado após a lecionação foi substituído pelo Teste Intermédio Nacional, no mês de Março (2014).

De forma a avaliar as componentes lecionadas pelos professores estagiários, foi acordado com a Orientadora Cooperante que se elaboraria um teste sumativo no mês de Maio (3º Período) que englobasse um grupo sobre o tema lecionado (Figura 22).

As questões selecionadas envolveram itens de seleção (escolha múltipla e associação) e itens de construção (resposta restrita), de acordo com a tipologia de questões de exame, que seguem as regras definidas pelo Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE). Os critérios de correção (Anexos – Figura 2) seguem as normas estabelecidas pelo GAVE e são idênticos aos do exame nacional.

O teste de avaliação sumativa foi cotado para um total de 200 pontos, onde 50 correspondiam às questões elaboradas pela professora estagiária. A cotação de cada questão foi atribuída consoante o grau de dificuldade e discutida com a Orientadora Cooperante.

Grupo III

Coração de Cristal

Por baixo do tórrido deserto mexicano de Chihuahua, a quase trezentos metros de profundidade, desvendou-se no ano 2000 uma cavidade que contém os maiores cristais de selenite conhecidos no mundo. Formou-se há cerca de 26 Ma, quando uma bolsa de magma quente se elevou a partir do interior da terra, até se alojar a cerca de 1140 m de profundidade, dobrando as rochas carbonatadas que aí se encontravam. Nesta mina de zinco, prata e chumbo, as temperaturas atingem os 53°C e registam-se níveis de humidade elevados (90%), tornando-se um ambiente de condições extremas que não permite a presença do Homem por mais de 30 minutos, mesmo com fatos e máscaras especiais.

Durante um período de cerca de 500 mil anos, à medida que a temperatura baixava e ocorria a infiltração de águas externas mais frias (que se infiltraram naturalmente na montanha e forneceram oxigénio ao meio), ocorria o contacto com águas termais profundas, quentes e saturadas de sulfatos. É pois provável que o contacto com estes fluidos, associado à lenta dissolução da anidrite - mineral semelhante ao gesso, mas desprovido de moléculas de água, ou seja, um sulfato de cálcio anidro - possa ter conduzido à formação destes “macrocrístais” de selenite que chegam a atingir os 10 m de comprimento (com 2 m de diâmetro). O “Coração de Cristal” ou “Caverna dos Cristais”, como também é conhecida, é considerada uma autêntica “Capela Sistina dos Minerais”, obra espetacular e única na natureza.

Adaptado de GAVE, Exame 2011, 1ª fase, e “Coração de Cristal”, National Geographic Novembro 2006.

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

(6 pts) 1. Relativamente às regiões envolventes, na Serra de Naica o fluxo térmico é _____ .

- A – [...] inferior, devido à existência de uma intrusão magmática.
- B – [...] inferior, devido à existência de uma gruta.
- C – [...] superior, devido à existência de uma intrusão magmática.
- D – [...] superior, devido à existência de uma gruta.

(6 pts) 2. A selenite é considerada um mineral porque _____ .

- A – [...] é um corpo sólido cristalino, formado natural e inorganicamente, e que possui uma composição química definida.
- B – [...] é um corpo sólido amorfo, formado natural e inorganicamente, e que possui uma composição química que varia apenas dentro de certos limites.
- C – [...] é um corpo sólido cristalino, formado na natureza, organicamente, e que possui uma composição química definida.
- D – [...] é um corpo sólido amorfo, formado na natureza, organicamente, e que possui uma composição química definida.

(6 pts) 3. Os cristais de selenite da gruta de Naica resultam de _____ .

- A – [...] precipitação de sulfato de cálcio em meio aquoso.
- B – [...] dissolução do carbonato de cálcio em meio aquoso.
- C – [...] processos iniciais de diferenciação fracionada do magma.
- D – [...] diferenciação gravítica do magma.

(6 pts) 4. A presença de ____ pode favorecer a infiltração de águas superficiais que a baixas temperaturas sofrem ____.

- A – [...] diáclases [...] haloclastia.
- B – [...] diáclases [...] crioclastia.
- C – [...] dobras [...] haloclastia.
- D – [...] dobras [...] crioclastia.

Figura 22 – Teste de avaliação sumativa de Geologia (Grupo III – Alteração das rochas e rochas sedimentares).

(8 pts) 5. Analisa as seguintes afirmações e seleciona a alternativa que as avalia corretamente.

1. Os processos de meteorização física retardam os processos de meteorização química.
2. A disjunção esferoidal é um processo de meteorização física provocada pela ação da água.
3. A compactação corresponde à primeira etapa da diagénese, onde ocorre a deposição de um cimento que vai preencher os poros da rocha, aumentando a consolidação.

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

(8 pts) 6. Faz corresponder cada uma das descrições expressas na coluna A ao termo que identifica a respetiva rocha, que consta da coluna B.

Coluna A	Coluna B
A. Rocha Sedimentar detrítica consolidada, formada por grãos visíveis à vista desarmada.	<u> G </u> 1. Sal-gema
B. Rocha Sedimentar associada a processos de precipitação de carbonato de cálcio.	<u> D </u> 2. Caulino
C. Mineral alocromático muito resistente à meteorização.	<u> F </u> 3. Hulha
D. Mineral que se forma por hidrólise dos feldspatos.	<u> E </u> 4. Moscovite
E. Mineral com clivagem perfeita ao longo de uma única direção.	<u> H </u> 5. Argila
F. Rocha sedimentar biogénica com 70-90% de Carbono na sua constituição.	<u> A </u> 6. Arenito
G. Rocha formada quimiogénica que resulta de intensa evaporação.	<u> C </u> 7. Quartzo
H. Rocha sedimentar detrítica não consolidada e muito impermeável.	<u> B </u> 8. Travertino

(10 pts) 7. Na construção de monumentos como a Igreja de Santa Cruz e a Sé Velha de Coimbra, foram utilizados dois tipos de calcários: Pedra de Ançã (CaCO_3) e Dolomia [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].
Relaciona o processo de alteração destas rochas com o diferente grau de deteriorização do calcário de Ançã relativamente à dolomia, nos monumentos referidos

Tópicos que a resposta deve conter:

1. *Processo de alteração das rochas calcárias, provocado pela acidificação da chuva (formando ácido carbónico), que vai reagir com a rocha, numa reação de meteorização química que tem o nome de carbonatação (dissolução do calcário);*
2. *A Dolomia, como não contém apenas carbonato de cálcio na sua composição, é mais resistente à meteorização química do que a Pedra d'Ançã, um calcário puro.*

Figura 22 (continuação) – Teste de avaliação sumativa de Geologia (Grupo III – Alteração das rochas e rochas sedimentares).

4. Resultados e Conclusões

4.1 Biologia

4.1.1 Ficha de avaliação diagnóstica

O teste de avaliação diagnóstico, constituído por três grupos (A, B e C), cada um deles com cinco alíneas, foi aplicado a 10 alunos, que representa um total de 150 respostas recolhidas (50 respostas/grupo).

Da análise dos resultados do pré-teste (Figura 23) verificou-se que, das 150 respostas (100%), 45,3% estavam certas e 54,7% erradas e tenho dúvidas (27,3% cada categoria).

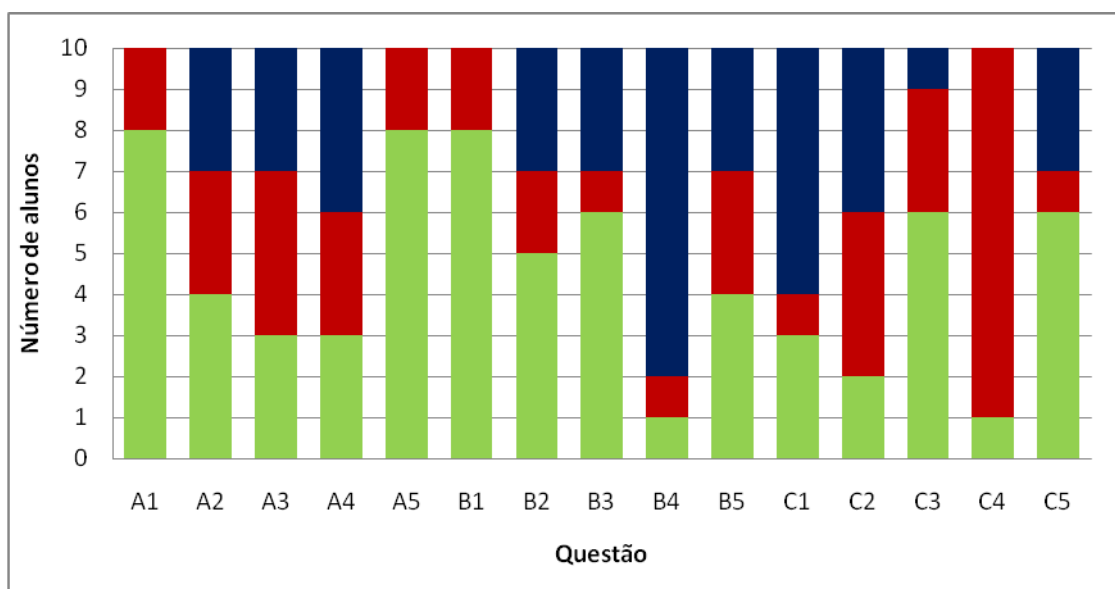


Figura 23 – Resultados obtidos no pré-teste – Biologia. ■ Respostas certas, ■ Respostas erradas, ■ Respostas tenho dúvidas.

O grupo com mais respostas certas, 26 em 50, foi o grupo A, o que seria de esperar, uma vez que este grupo era sobre a estrutura dos cromossomas que já tinha sido lecionado pela Orientadora Cooperante. O grupo com mais respostas erradas foi o grupo C (18 em 50) que compreendia questões sobre diferenciação celular, células estaminais e cancro, vulgarmente falados hoje em dia pelos média. Estes dados podem expressar um certo nível de conceções erradas ou mesmo a falta de conhecimentos sobre o tema. O grupo B foi onde se registou o maior número de respostas tenho dúvidas (17 em 50), o que pode ser explicado pelo facto de ser um tema completamente novo para os alunos.

Por outro lado, foram registadas 24 respostas certas, muito perto do grupo A, e 9 erradas, provavelmente por serem questões de interpretação de figuras.

No pós-teste (Figura 24) verificou-se uma grande evolução. Em 150 questões (100%), registaram-se 130 respostas certas (86,7%), 15 erradas (10%) e 5 tenho dúvidas (3,3%).

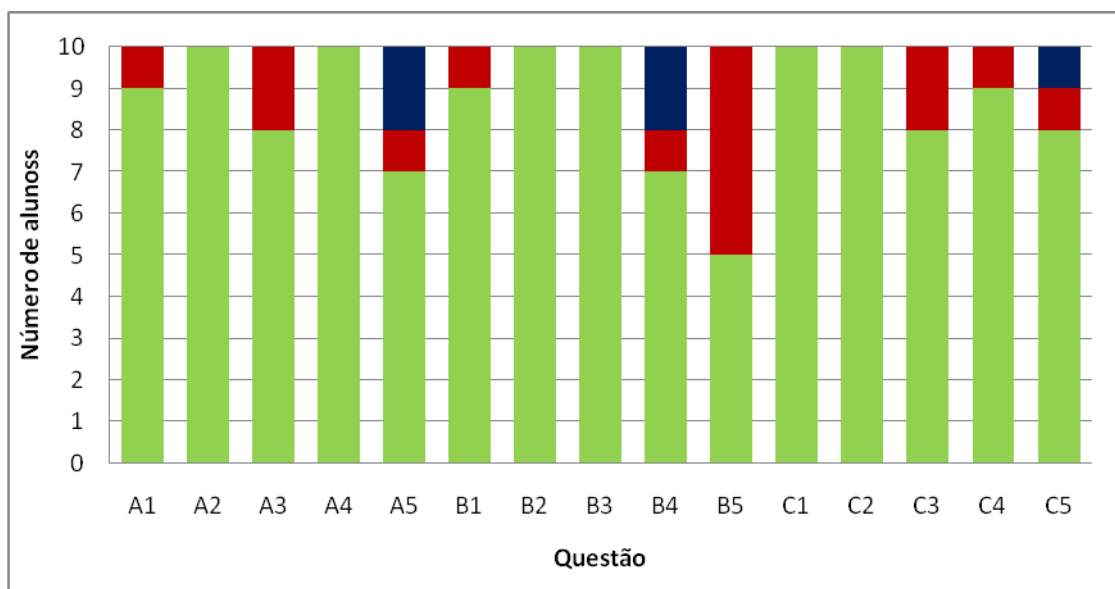


Figura 24 – Resultados obtidos no pós-teste – Biologia. ■ Respostas certas, ■ Respostas erradas, ■ Respostas tenho dúvidas.

No grupo A houve 44 respostas certas, 4 erradas e 2 tenho dúvidas enquanto no grupo B houve menos respostas certas (41) e mais erradas (7), com duas respostas tenho dúvidas. O grupo C foi aquele em que se registou o maior número de respostas certas (45), menor número de erradas (4), à semelhança do grupo A, e menor número de respostas tenho dúvidas (1).

Após uma análise comparativa, pode-se afirmar que houve uma grande evolução (Figura 25), principalmente no grupo C, o que traduz aprendizagem dos conceitos e a transformação das conceções erradas. O grupo B sobre o ciclo celular continuou a registar um grande número de respostas erradas (7) embora seja menor que no pré-teste (9). Destacando-se a alínea B5 (Antes de se dividir, a célula replica a sua informação garantindo deste modo ... a manutenção da quantidade de DNA) com 4 respostas erradas, o que significar que os alunos não aprenderam ou não compreenderam a pergunta.

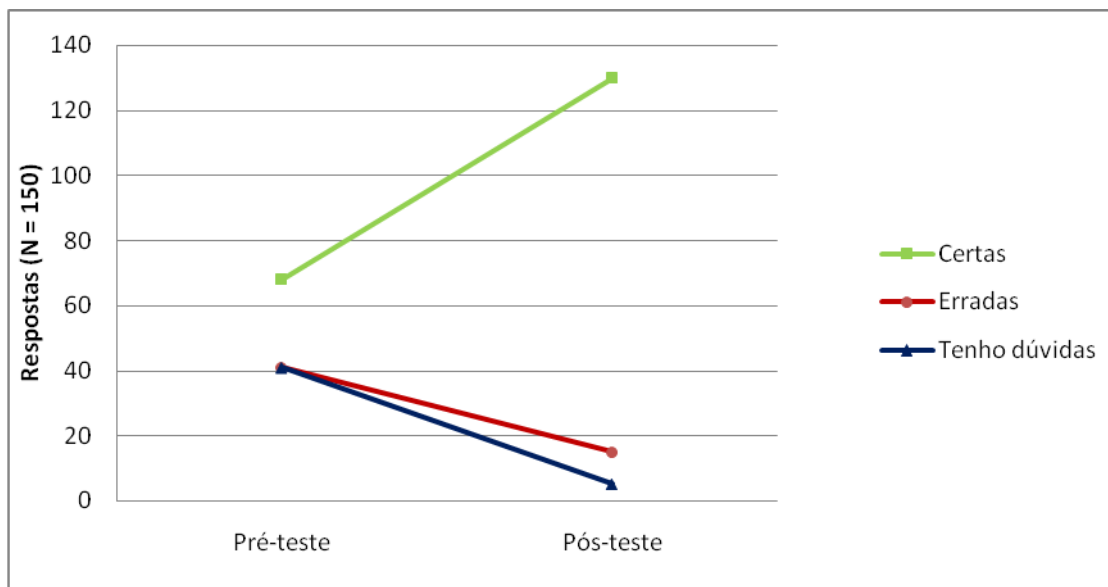


Figura 25 – Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste – Biologia.

Do pré-teste para o pós-teste houve, em média, um aumento de respostas certas, de 68 para 130, e uma diminuição de respostas erradas, de 41 para 15, e tenho dúvidas, de 41 para 5 (Figura 25), o que traduz uma boa aprendizagem dos conceitos.

4.1.2 Atividade prática laboratorial

No relatório da atividade prática laboratorial verificou-se que todos os alunos tiveram nota positiva, entre 12 e 18,7 valores. Nestes resultados, destacam-se dois alunos (20%) que obtiveram nota superior a 17,5, o que corresponde a uma avaliação qualitativa de Muito Bom. Sete alunos (70%) obtiveram uma avaliação de Bom, com notas entre 13,5 e 17,4 e apenas um aluno (10%) obteve 12 valores que corresponde a uma avaliação de suficiente (Figura 26).

De um modo geral, foi uma atividade prática bem sucedida, tendo a média dos resultados sido de 15,8 valores.

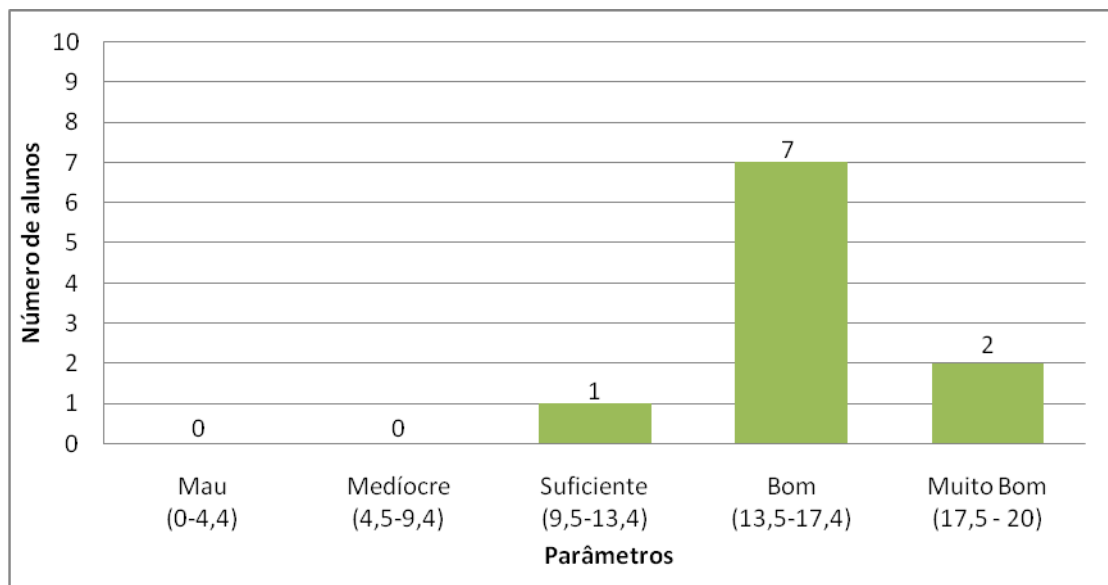


Figura 26 – Avaliação qualitativa e equivalência quantitativa do relatório da atividade prática laboratorial.

4.1.3 Atividade “Cell Spotting – Vamos combater o cancro juntos!”

Para a implementação do conceito de Ciência Cidadã em sala de aula foram desenvolvidas duas componentes, como já foi referido. A avaliação de ambas foi baseada na análise dos dados obtidos no questionário.

Projeto Cell Spotting

Após a análise dos dados do grupo I (Tabela 1), pode-se concluir que a maioria dos alunos (66,7%) consideraram a atividade adequada e que foi um bom complemento à exploração do tema realizada pelo manual escolar. Além disso, a maioria (88,9%) também considerou que este tipo de estratégia é preferível a uma aula expositiva. Relativamente à facilidade de utilização, 77,8% dos alunos consideraram as tarefas de fácil compreensão e 100% que a informação disponibilizada foi suficiente para realizar as tarefas com sucesso.

De acordo com as respostas dos alunos, a atividade contribuiu para a construção de conhecimentos em Biologia Celular e ajudou a compreender o método dos investigadores (66,7% e 88,9% dos alunos, respetivamente). Por outro lado, apenas 22,2% dos alunos afirmaram ter ficado sensibilizados para prosseguir os estudos num ramo científico, assim como 22,2% ficaram motivados para participar em projetos de investigação, concordando, no entanto, que o conceito de Ciência Cidadã é uma forma de contribuir para trabalhos de investigação (66,7 %).

Da análise do grupo II (Tabela 2), que avaliava os conhecimentos, verificou-se que apenas 3 alunos (33,3%) acertaram em mais de três questões (em 6), dos quais, 2 acertaram 4 questões.

Conclui-se que o projeto *Cell Spotting*, além de se ter revelado uma boa estratégia de ensino, foi uma experiência inovadora que envolveu os alunos na resolução de um problema científico, permitindo aplicar conhecimentos, reforçar o espírito cooperativo e de cidadania e colaborar diretamente com a comunidade científica.

Videoconferência com o Investigador

A segunda componente foi muito relevante, na medida em que todos os alunos compreenderam a importância do trabalho de um cientista, que a investigação requer tempo e dinheiro e o conceito de Ciência Cidadã. Além disso, foi muito útil para que a maioria dos alunos (88,9%) tivessem compreendido melhor o projeto *Cell Spotting*.

Relativamente à motivação, esta componente contribuiu ainda para que alguns alunos (33,3%) tivessem ficado inspirados para continuar a participar no projeto, embora apenas 22,2% tivessem afirmado ter ficado motivados a prosseguir estudos na área das ciências. Salienta-se que as percentagens que se opõem aos resultados referidos na motivação (66,7% e 77,8%, respetivamente), correspondem a respostas de Não concordo nem discordo pelo que, não traduz que a atividade não contribuiu para motivar os alunos. A videoconferência foi considerada, por todos os alunos, como uma boa experiência mas apenas 88,9% dos participantes consideraram que foi uma atividade diferente e positiva para o desenvolvimento dos alunos.

Esta componente da atividade, pelo seu dinamismo e inovação, foi uma experiência diferente, interessante e muito positiva para a compreensão do conceito de Ciência Cidadã e para o desenvolvimento de competências nos alunos, nomeadamente de autonomia e cidadania.

Tabela 1 – Avaliação da atividade “*Cell Spotting*” pelos alunos (N=9).

Dimensão	Afirmação	Discordo totalmente/ Discordo	Não discordo nem concordo	Concordo/ Concordo totalmente
Adequação	A1. A utilização desta aplicação foi um bom complemento à exploração do tema desenvolvido pelo manual.	-	3 (33,3)	6 (66,7)
	A2. Preferia ter aprendido este tema numa aula expositiva, sem recurso a atividades.	8 (88,9)	1 (11,1)	-
Usabilidade	B1. A aplicação <i>online Cell Spotting</i> permite compreender as tarefas de forma simples.	1 (11,1)	1 (11,1)	7 (77,8)
	B2. Nesta atividade foi fornecida a informação necessária para realizar as tarefas.	-	-	9 (100)
	B3. As imagens apresentadas foram fáceis de interpretar.	1 (11,1)	3 (33,3)	5 (55,6)
Aprendizagem	C1. A participação nesta atividade permitiu-me desenvolver os meus conhecimentos em biologia celular.	-	3 (33,3)	6 (66,7)
	C2. A utilização da aplicação <i>Cell Spotting</i> ajudou-me a compreender o método de trabalho científico.	-	1 (11,1)	8 (88,9)
Atitudes	D1. Esta atividade sensibilizou-me para estudos futuros no ramo científico.	4 (44,4)	3 (33,3)	2 (22,2)
	D2. Esta atividade incentivou-me a participar ativamente em projetos de investigação futuros.	1 (11,1)	6 (66,7)	2 (22,2)
	D3. O conceito de “Ciência Cidadã” permitiu-me dar a minha contribuição para trabalhos de investigação.	-	3 (33,3)	6 (66,7)

Tabela 2. Avaliação dos conhecimentos dos alunos na área de Biologia Celular (N=9).

N de questões certas	0	1	2	3	4	5	6
N Alunos	0	4	2	1	2	0	0
N Total (%)	< 3 = 6 (66,7)			≥ 3 = 3 (33,3)			

Tabela 3. Avaliação da videoconferência pelos alunos, N=9 (% em parêntesis), DT-Discordo totalmente; D- discordo; NCND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente.

Dimensão	Afirmação	DT/ D	NCND	C/CT
Trabalho de um investigador/ Projeto <i>Cell Spotting</i>	A1. A conversa com o investigador ajudou-me a compreender o seu trabalho.	0	0	9 (100)
	A2. Percebi que na vida de um cientista não se descobrem coisas novas todos os dias.	1 (11,1)	0	8 (88,9)
	A3. O trabalho de investigação requer muito tempo e dinheiro.	0	0	9 (100)
	A4. Compreendi melhor o conceito de “ciência cidadã”.	0	0	9 (100)
	A5. A videoconferência foi uma boa forma de compreender o projeto <i>Cell Spotting</i> .	0	1 (11,1)	8 (88,9)
Experiência que proporcionou/Motivação	B1. A conversa inspirou-me a utilizar a aplicação <i>Cell Spotting</i> .	2 (22,2)	4 (44,4)	3 (33,3)
	B2. O cientista incentivou-me a prosseguir estudos na área das ciências.	1 (11,1)	6 (66,7)	2 (22,2)
	B3. Gostei da experiência que proporcionou.	0	0	9 (100)
	B4. Foi uma atividade diferente, positiva para o meu desenvolvimento.	0	1	8 (88,9)

4.1.4 Avaliação sumativa

Da análise dos dados, regista-se que, em 10 alunos, apenas um obteve uma classificação inferior a 9,5 valores (Medíocre) e nove uma classificação positiva entre 9,7 e 18,0 valores (Suficiente a Muito Bom). Três alunos obtiveram uma classificação de Suficiente (9,5 – 13,4 valores), cinco Bom (13,5 – 17,4 valores) e um Muito Bom (17,5 – 20 valores).

Tabela 4. Classificação dos alunos nas questões sobre Crescimento e renovação celular no teste de avaliação sumativa de Biologia.

Grupo	Questão (pontos)	Alunos										Média
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
II	4 (6)	0	6	6	6	6	6	0	6	6	6	4,8
	5 (8)	2	8	8	6	2	4	2	6	8	6	4,8
	6 (6)	6	6	6	6	6	6	3	3	6	6	5,4
III	1 (6)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	2 (6)	0	6	6	6	6	6	0	6	6	6	4,8
	3 (8)	0	8	8	8	8	8	0	0	8	8	5,6
	4.1 (6)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4.2 (6)	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	2,7
	4.3 (8)	8	8	0	8	8	0	8	0	0	6	4,8
	5 (10)	3	6	6	3	3	0	8	3	0	0	3,2
Total Pontos	70	34,0	63,0	55,0	58,0	51,0	42,0	33,0	36,0	49,0	53,0	47,4
Total Valores	20	9,7	18,0	15,7	16,6	14,6	12,0	9,4	10,3	14,0	15,1	13,5

No grupo II (Figura 12), as questões 4 e 6 foram as que tiveram uma média de pontos mais elevada. Na questão 4, item de escolha múltipla sobre regulação celular, apenas dois alunos erraram e, na questão 6, item de associação sobre apoptose e necrose, dois alunos apresentam respostas incompletas.

Pode-se concluir que tanto a utilização do filme Resolver o enigma do cancro, sobre a proteína P53, como a participação no projeto “*Cell Spotting*” e as estratégias utilizadas na lecionação foram importantes para a aprendizagem dos alunos.

No grupo III (Figura 13), destacam-se as questões 1 e 4.1, que obtiveram 100% de respostas certas. A primeira questão era de interpretação do texto e a questão 4.1, correspondia a um item de escolha múltipla para ordenar as fases do ciclo celular representadas na figura.

Realça-se ainda os resultados da questão 2, onde oito alunos acertaram. Os dados obtidos nesta questão sobre a manutenção da quantidade de DNA (Nº de cromossomas) suportam, mais uma vez, os dados obtidos nos pré-teste e pós-teste (item

B5), onde os alunos mostraram ter dificuldade em distinguir o número de cromossomas e o facto de o cromossoma possuir um ou dois cromatídeos.

Na questão 3, três alunos erraram num item de ordenação sobre os principais acontecimentos de algumas fases do ciclo celular. A questão que obteve menor cotação foi a resposta de construção (5), onde apenas um aluno referiu os dois tópicos de resposta, mas não de uma forma cientificamente correta e bem escrita (8 pts).

De uma forma global, verificou-se que os alunos compreenderam os conceitos e aprenderam o tema, traduzindo-se numa classificação média de Bom (13,5 valores) nas questões do teste de avaliação sumativa.

4.2 Geologia

4.2.1 Avaliação diagnóstica

O teste de avaliação diagnóstica da componente de Geologia, foi constituído por quatro grupos: grupo A, com 8 alíneas; grupo B e grupo D, com 3 alíneas; e grupo C, com 5 alíneas. Foi aplicado a 10 alunos, que representa um total de 190 respostas.

Da análise dos dados do pré-teste (Figura 27) verificou-se que, das 190 respostas (100%), 64 (33,7%) estavam certas e 126 (66,3%) erradas e tenho dúvidas (32,1% e 34,2%, respetivamente).

No grupo A, em 80 questões, 29 eram respostas certas, 23 erradas e 28 tenho dúvidas. Este grupo foi construído com base em concepções erradas que os alunos possuem sobre o conceito de mineral, onde o item A1 (Os minerais são os principais constituintes das rochas) foi onde os alunos mais acertaram (9 alunos) por oposição ao item A5 (O mercúrio é um mineral), onde 9 erraram. O grupo A foi aquele em que se registou o maior número de respostas tenho dúvidas (7) nos itens A6 (Gelo, formado naturalmente, é um mineral) e A7 (As olivinas são consideradas mineralóides porque não apresentam uma composição química fixa).

No grupo B, em 30 questões registam-se 14 respostas certas, 9 erradas e 7 tenho dúvidas. O item com mais respostas certas foi o item B2 (O mineral mais resistente à alteração é o *quartzo* e o menos resistente é a *Biotite*) por oposição ao item B3 (O aparecimento da argila está relacionado com a hidrólise dos feldspatos), com 2 respostas certas. O último item (B3) requeria conhecimentos sobre o tema e foi criado para avaliar a evolução das respostas após a leção. Apontam-se ainda 4 respostas tenho dúvidas que veio confirmar, juntamente com os dados recolhidos em A6 e A7, que a inclusão desta opção nos testes, foi importante para reduzir a aleatoriedade de respostas.

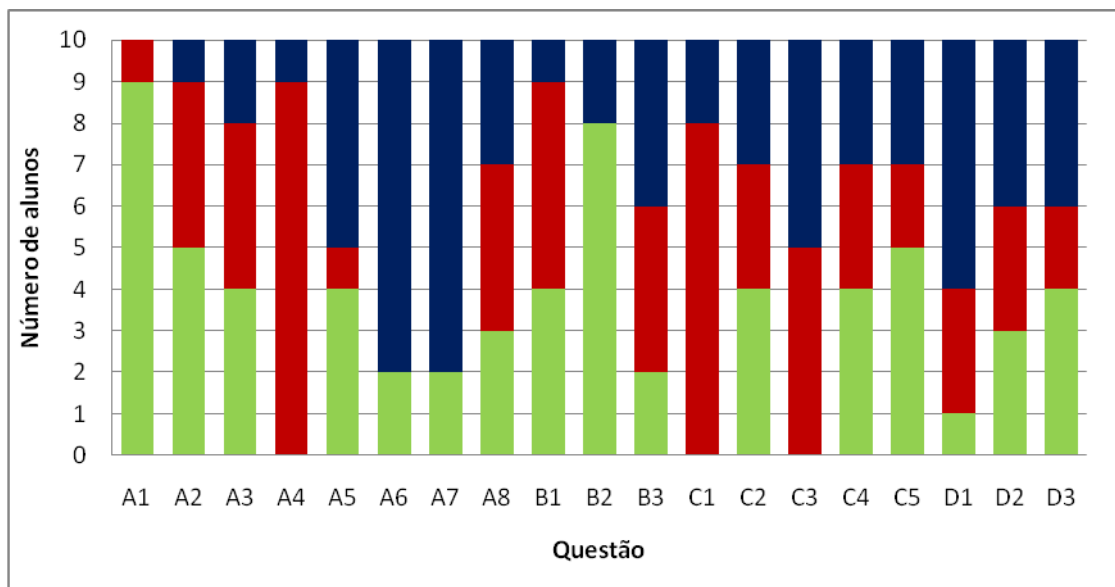


Figura 27 – Resultados obtidos no pré-teste – Geologia. ■ Respostas certas, ■ Respostas erradas, ■ Respostas tenho dúvidas.

O grupo C foi aquele em que se registou o maior número de respostas erradas, 21 em 50, que pode ser explicado pelo grau de dificuldade do exercício. Aqui registam-se ainda 13 respostas certas e 16 tenho dúvidas. Os itens C1 e C3 não possuem respostas certas e apresentam o maior número de erradas. O item com mais respostas certas (5) foi o item C5, que representava uma reacção de oxidação-redução, possivelmente conhecida aos alunos das aulas de ciências físico-químicas. Proporcionalmente, o grupo D é o grupo com mais respostas tenho dúvidas (14). Conta ainda com 8 certas e 8 erradas. Este grupo, compreendia questões sobre crioclastia (D1), transporte (D2) e diagénese (D3). O item D1 foi onde se verificou o menor número de respostas certas (1) de todo o teste de avaliação diagnóstica.

Dos dados do pós-teste (Figura 28), verificou-se uma melhoria no número de respostas certas onde, em 190 questões (100%), 57,4% estavam certas e 42,6% erradas e tenho dúvidas (30,5% 12,1%, respetivamente).

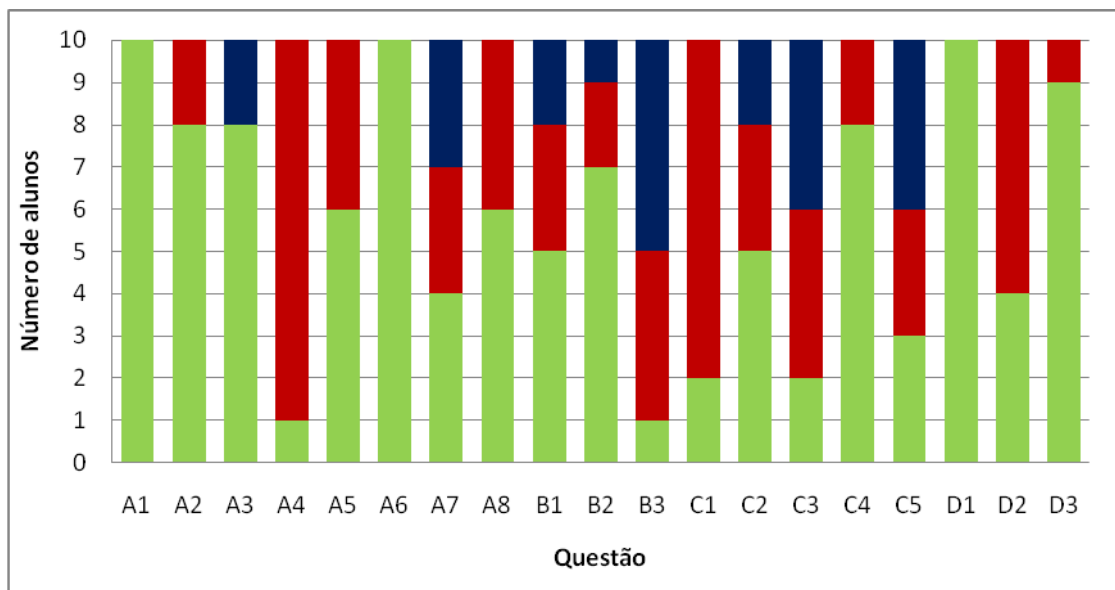


Figura 28 – Resultados obtidos no pós-teste – Geologia. ■ Respostas certas, ■ Respostas erradas, ■ Respostas tenho dúvidas.

No grupo A, verificou-se uma melhoria de 29 respostas certas para 53, registrando-se 22 erradas e 5 tenho dúvidas. Os itens A1 e A6 obtiveram 100% de respostas certas, destacando-se ainda a alínea A6, que tinha sido, no pré-teste, das alíneas com 7 respostas tenho dúvidas, podendo-se concluir que os alunos aprenderam e transformaram as suas concepções. Por oposição, no item A4, registam-se ainda 9 respostas erradas, o que leva a concluir que os alunos continuam sem perceber a diferença entre mineral e cristal.

No grupo B, com 13 respostas certas, 9 erradas e 8 tenho dúvidas, o item com mais respostas certas continuou a ser o item B2 e com menos certas, o item B3. Conclui-se que neste grupo não praticamente evolução.

No grupo C, verificou-se uma melhoria de 13 respostas certas para 20. Com ainda 20 respostas erradas, mas uma diminuição no número de “tenho dúvidas”, que passou a 10 respostas. Aqui o número de respostas correctas aumentou para as reacções de hidrólise (C2) e carbonatação (C4), tendo diminuído na reacção de oxidação-redução (C5).

O grupo D que proporcionalmente era o grupo com mais respostas tenho dúvidas, passou ao grupo com mais respostas certas a nível de pós-teste (23 em 30) e com zero respostas erradas. Destaca-se o item D1, que tinha sido a questão com o menor número de respostas certas de todo o teste de avaliação diagnóstica em pré-teste, e que passou para 100% de respostas certas.

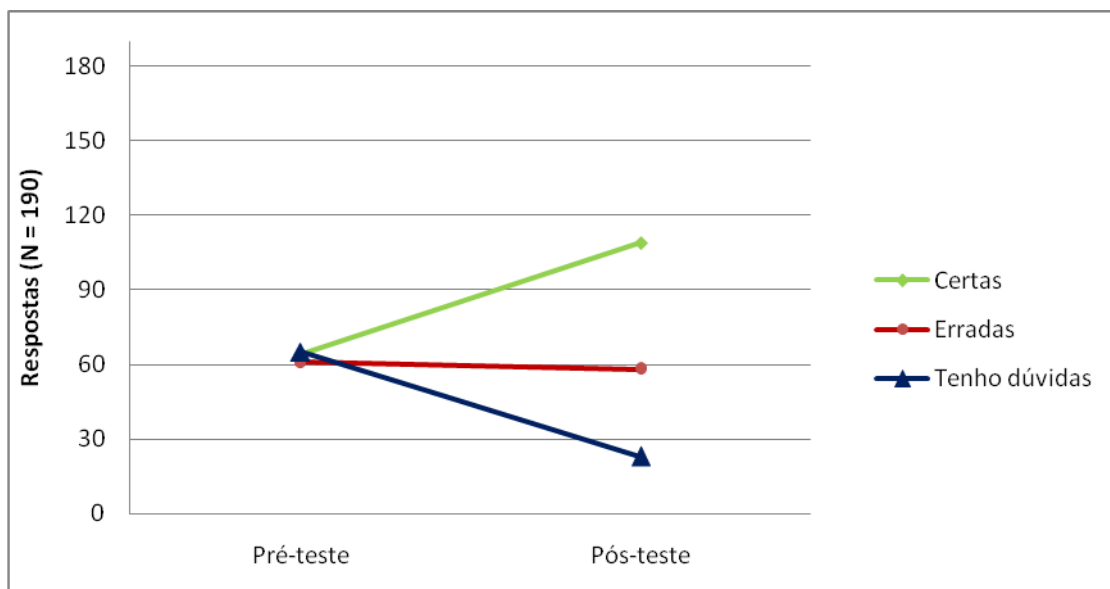


Figura 29 – Comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste – Geologia.

Do pré-teste para o pós-teste houve, em média, um aumento de respostas certas, de 64 para 109, uma ligeira diminuição de respostas erradas, de 61 para 58, e uma diminuição de respostas tenho dúvidas, de 65 para 23 (Figura 29), o que traduz a aprendizagem dos conceitos.

4.2.2 Atividade prática laboratorial

A avaliação da atividade prática laboratorial foi efetuada com base no preenchimento das propriedades dos minerais nas tabelas, fornecidas na ficha da atividade prática laboratorial. O preenchimento da tabela foi cotado para 100 pontos e, a cada propriedade (coluna) foi atribuída uma cotação de 10 pontos, à exceção da Nome do Mineral, para a qual foram atribuídos 20 pontos.

Após a análise dos dados, optou-se por não se elaborar um gráfico pois, verificou-se que todos os alunos obtiveram uma classificação de Muito Bom ($\geq 17,5$ valores), sendo a média dos resultados obtidos de 19,2 valores (o que corresponderia no gráfico apenas a uma coluna de 100% para a categoria Muito Bom). Nesta atividade, a nota mais baixa apontada foi 17,6 (pela falta de preenchimento de uma coluna) e a nota mais alta foi 19,6 (que traduz um único erro sobre uma propriedade de um dado mineral).

4.2.3 Atividade IX Congresso dos Jovens Geocientistas

A avaliação da participação dos alunos na atividade foi baseada numa grelha de observação (Anexos - Tabela XIII), que compreendia os parâmetros de avaliação definidos e as respetivas cotações, onde foram atribuídos: 35% para o resumo científico; 30% para o póster; 5% para os modelos construídos; 5% para o Diário de aula; 15% para a participação e empenho no trabalho; e 5% para a assiduidade. Tendo em conta estes parâmetros e os critérios de avaliação (Anexos – Tabela XIV), calculou-se a classificação individual dos alunos onde se verificou que, ambos os grupos (total 5 alunos) obtiveram classificações de 10,4 e 12,2 valores (Suficiente), com uma média de 11,2 valores. Estes resultados podem ser explicados: 1) pelos grupos terem sido constituídos apenas por rapazes, o que tornou muitas vezes difícil conduzir o trabalho da melhor forma; 2) pelos temas sobre cristalografia não terem motivado os alunos para a sua realização; 3) pela falta de cuidado na apresentação dos trabalhos; e 4) pela falta de interesse e empenho demonstrados pelos alunos na realização das tarefas.

A avaliação da atividade foi ainda analisada através de um questionário (Figura 21) implementado aos alunos, que pretendeu avaliar: 1) o papel da aprendizagem cooperativa; 2) o desenvolvimento de competências; 3) a motivação dos alunos; e 4) a participação no congresso. De acordo com os dados obtidos (tabela 5) relativamente ao papel da aprendizagem cooperativa na realização dos trabalhos, todos os alunos consideraram que o trabalho de grupo permitiu desenvolver o pensamento crítico e 90% que promoveu a cooperação entre colegas e contribuiu ainda para o desenvolvimento pessoal e cívico. Quanto ao desenvolvimento de competências, 90% dos alunos consideraram que a responsabilização na elaboração do trabalho desenvolveu o seu sentido de autonomia. Com a construção do resumo, 80% dos alunos afirmaram que desenvolveram a sua capacidade de síntese e, 70% que a elaboração do póster permitiu-lhes apresentar as ideias principais do trabalho de forma criativa. Relativamente à motivação que esta atividade incutiu aos alunos, 80% dos alunos afirmaram que a realização de trabalho em grupo os motivou para a participação no Congresso. Por outro lado, apenas 50% dos alunos concordam que o Congresso os motivou a prosseguir estudos no ramo científico, tendo 40% discordado da afirmação (o que se assemelha muito aos dados recolhidos na atividade “*Cell Spotting*” da componente de Biologia, onde apenas dois alunos afirmaram que ficaram sensibilizados para estudos futuros na área das Ciências).

Tabela 5 - Avaliação da atividade IX Congresso dos jovens geocientistas pelos alunos (N = 10)

Dimensão	Afirmação	Discordo totalmente/ Discordo	Não discordo nem concordo	Concordo/ Concordo totalmente
Aprendizagem cooperativa	A1. O trabalho de grupo permitiu-me desenvolver o pensamento crítico.	-	-	10 (100)
	A2. A realização dos trabalhos promoveu a cooperação entre colegas.	-	1 (10)	9 (90)
	A3. O trabalho de grupo em nada contribuiu para o meu desenvolvimento pessoal e cívico.	9 (90)	-	1 (10)
Desenvolvimento de competências	B1. A responsabilização na elaboração do trabalho desenvolveu o meu sentido de autonomia.	-	1 (10)	9 (90)
	B2. A elaboração do resumo desenvolveu a minha capacidade de síntese.	-	2 (20)	8 (80)
	B3. A elaboração do póster científico permitiu-me apresentar as ideias principais do trabalho de forma criativa.	-	3 (30)	7 (70)
Motivação	C1. A realização do trabalho em grupo motivou-me para a participação no Congresso.	1 (10)	1 (10)	8 (80)
	C2. O Congresso dos Jovens Geocientistas incentivou-me para futuros estudos no ramo científico.	4 (40)	1 (10)	5 (50)
Participação no Congresso	D1. A apresentação dos trabalhos (oral e/ou poster) permitiu-me compreender os mecanismos de divulgação de resultados em ciência.	-	6 (60)	4 (40)
	D3. O congresso ajudou-me a reconhecer o papel das Geociências no desenvolvimento da sociedade.	1 (10)	1 (10)	8 (80)

Da participação no Congresso 40% dos alunos afirmaram ter compreendido os mecanismos de divulgação em Ciência, e os 60% que se opõem a este valor não discordam, nem concordam com a afirmação. Por outro lado, 80% dos alunos consideraram que a participação no Congresso os ajudou a reconhecer o papel das Geociências no desenvolvimento da sociedade.

Conclui-se que a atividade realizada foi uma estratégia positiva para os alunos, ainda que, esta turma não se mostre muito motivada para aprender e prosseguir estudos em Ciências.

4.2.4 Avaliação sumativa

Da análise dos dados, regista-se que, em 9 alunos que realizaram o teste, apenas um obteve uma classificação inferior a 9,5 valores (Medíocre) e oito, uma classificação entre 9,6 e 16 valores (Suficiente e Bom).

Tabela 6. Classificação dos alunos nas questões sobre Minerais e Alteração das rochas no teste de avaliação sumativa de Geologia.

Grupo	Questão (pontos)	Alunos										Média
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1 (6)	6	6	6	6	-	0	6	6	6	0	4,7
	2 (6)	0	0	0	6	-	6	6	6	6	6	4,0
	3 (6)	0	6	6	0	-	6	0	6	0	6	3,3
III	4 (6)	6	6	0	6	-	6	0	6	6	6	4,7
	5 (8)	8	8	8	0	-	0	0	0	0	8	3,6
	6 (8)	0	4	4	4	-	6	0	0	6	4	3,1
	7 (10)	5	8	5	3	-	5	0	5	0	10	4,6
Total Pontos	50	25	38	29	25	-	29	12	29	24	40	27,9
Total Valores	20	10	15,2	11,6	10	-	11,6	4,8	11,6	9,6	16	11,2

Da análise dos dados verificou-se que nenhuma questão obteve a totalidade de respostas certas, destacando-se os itens 1 e 4 (escolha múltipla) com apenas duas respostas erradas. A primeira questão pedia a interpretação do texto e a quarta referia-se

ao fenómeno de meteorização física por crioclastia (onde se registou 100% de respostas certas no pós-teste).

Na questão 7, item de construção, apenas dois alunos referiram os dois tópicos de resposta dos quais, apenas um obteve a totalidade dos pontos por apresentar linguagem científica adequada e organização coerente dos conteúdos.

De uma forma global, a média das classificações foi de 11,2 valores (Suficiente) o que pode traduzir: 1) falta de estudo dos alunos; 2) falta de empenho e motivação; ou ainda 3) incompreensão dos conteúdos lecionados. Estes resultados podem também ser explicados pela distância temporal que separou a leção do tema e a data de realização do teste de avaliação sumativa.

5. Considerações Finais

Ao longo da prática letiva, foram selecionadas e construídas estratégias diversificadas utilizando-as de forma inovadora e, sempre que possível, com criatividade. Desde apresentações em PowerPoint, aos exercícios de papel e lápis, às atividades práticas laboratoriais, à participação num projeto de Ciência Cidadã e Congresso de Jovens Geocientistas, procurou-se centrar a aula no aluno, dando-lhe oportunidades educativas para desenvolver um raciocínio lógico e dedutivo que o conduzisse na construção do seu conhecimento.

O contributo das estratégias foi avaliado através da implementação de uma avaliação diagnóstica, como pré e pós-teste, nos resultados obtidos num relatório e ficha de trabalho prático laboratorial, nos questionários sobre a participação nas atividades desenvolvidas e fichas de avaliação sumativas.

Da avaliação diagnóstica, para ambas as componentes das práticas de ensino supervisionadas, registou-se uma evolução no número de respostas certas. Esta evolução foi mais visível na componente de Biologia do que na componente de Geologia, o que pode ser devido ao maior grau de dificuldade deste último teste diagnóstico relativamente ao primeiro. A evolução verificada reflete a aprendizagem dos conteúdos pelos alunos sobre os subtemas lecionados, o que leva a concluir que as estratégias e os recursos utilizados na prática letiva contribuíram para o desenvolvimento das competências dos alunos.

Em ambas as atividades práticas laboratoriais, os alunos conseguiram alcançar os objetivos propostos, o que se refletiu nos resultados positivos obtidos no relatório e nas tabelas de identificação dos minerais. Estas atividades foram importantes na compreensão dos conceitos e no desenvolvimento de capacidades e técnicas laboratoriais, essenciais ao currículo de Ciências. No âmbito do trabalho prático laboratorial, um dos aspetos a melhorar seriam os métodos de avaliação. Após concluída a prática letiva, surgiu a oportunidade para refletir sobre o que se faria de forma diferente, tendo-se concluído que muitos dos recursos seriam diferentes assim como as estratégias. Relativamente à atividade prática laboratorial de Geologia, teria sido proveitoso incluir, à semelhança de Biologia, um conjunto de questões sobre o procedimento seguido na aula prática e pedir uma pequena ilustração de um mineral à escolha. Ainda assim, foram atividades que contribuíram positivamente para a prática letiva.

Ao longo da lecionação foram selecionadas atividades que tiveram por objetivo aproximar os alunos do mundo da Ciência. Planificou-se e implementou-se um projeto de Ciência Cidadã, em contexto de sala de aula, e a participação dos alunos no IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

A participação no projeto *Cell Spotting*, incluindo a videoconferência com o Investigador, foi, sem dúvida, uma experiência de ensino diferente. Ambas as componentes da atividade revelaram ser estratégias de ensino dinâmicas e inovadoras, adequadas e aplicáveis em sala de aula e que, acima de tudo, motivaram os alunos para a aprendizagem dos conceitos. Familiarizados com as TIC, os alunos não tiveram dificuldades na realização das tarefas e a própria utilização das tecnologias mostrou ser um fator de motivação para os alunos. A introdução do conceito de Ciência Cidadã em contexto educativo permitiu envolver os alunos na resolução de um problema científico, aprender e aplicar conhecimentos, desenvolver competências e reforçar o espírito cooperativo e de cidadania e, ainda, colaborar diretamente com a comunidade científica.

Relativamente à participação dos alunos no IX Congresso dos jovens Geocientistas, foram vários os aspetos positivos desta experiência. De uma forma geral, os alunos consideraram importante a realização dos trabalhos através de uma aprendizagem cooperativa, tendo sido esta a grande fonte de motivação dos alunos. Estes afirmaram que permitiu o desenvolvimento do pensamento crítico e promoveu a cooperação entre colegas. Consideraram ainda que a responsabilização na elaboração do trabalho fortaleceu a sua autonomia e que a elaboração de um resumo e de um póster permitiu desenvolver competências como síntese e criatividade. De salientar, que a construção de modelos também foi um fator preponderante nesta atividade. Através da observação do trabalho, que foi sempre realizado em contexto de sala de aula, foi possível verificar que os alunos ficaram motivados para a sua construção. Este trabalho mecânico foi mais atraente para ambos os grupos que, sendo constituídos apenas por rapazes, se sentiram aptos para construir e desenvolver estes trabalhos manuais. Os modelos construídos foram fundamentais para que os alunos percebessem os conteúdos pesquisados e concluíssem os seus trabalhos. Estes aspetos estão de acordo com o que tem sido descrito na literatura de Investigação na Educação em Ciências. A participação neste tipo de atividades é muito importante no sentido de aproximar os alunos da comunidade científica e dos meios de divulgação de resultados em Ciência. A aprendizagem cooperativa e a utilização de modelos foram elementos chave nesta atividade.

Após uma reflexão crítica, considera-se importante realçar alguns aspetos a melhorar. Para implementar esta atividade com melhores resultados, será fundamental: torná-la obrigatória e importante para a avaliação para que os alunos se empenhem na sua realização; organizar os grupos de forma aleatória para evitar situações como as que se verificaram (divisão por géneros); estabelecer horários de orientação tutorial para esclarecimento de dúvidas.

Relativamente às fichas de avaliação sumativa, as classificações foram positivas para ambas as componentes embora tenham sido mais baixas em Geologia. No item de resposta de construção, os alunos tiveram mais dúvidas e dificuldades, em ambas as componentes, mas a média de pontos foi superior na Geologia. A utilização de um exemplo sobre alteração de rochas que estão próximas dos alunos (Pedra d'Ançã e Dolomia) pode ter sido um fator importante para responder a esta questão.

Na ficha de avaliação sumativa de Biologia, também a apresentação de um documentário sobre o cancro e a regulação celular, bem como a participação no projeto *Cell Spotting*, foram importantes para a compreensão dos conteúdos e, mais uma vez, foi evidenciado o papel que estas atividades desempenharam em contexto educativo.

Os resultados da avaliação sumativa refletem uma turma de nível razoável, que não depende muito tempo a estudar e apresenta bastantes dificuldades, principalmente ao nível da interpretação e construção escrita. Com base nos dados dos questionários, foi possível verificar que, de uma forma geral, os alunos não estavam motivados para prosseguir estudos em Ciências, o que pode ser um fator que contribui para a falta de motivação ao estudo, apesar de ter sido das disciplinas que os alunos mais assinalaram como preferida no início do ano. Salienta-se que, dos nove alunos que pretendem seguir um curso de ensino superior, cinco referiram cursos de Ciências.

Conclui-se que as práticas letivas, as estratégias implementadas e os recursos utilizados contribuíram positivamente para o desenvolvimento das aprendizagens e competências dos alunos, correspondendo às expectativas e aos objetivos propostos. O trabalho de um professor não é fácil. Requer um planeamento cuidado, um estudo sistemático e competências que vão além do saber falar, estar em sala de aula e na Escola e integrar a comunidade educativa.

Os primeiros passos na escola marcam um professor em formação e as primeiras impressões nunca que esquecem. As primeiras turmas e os primeiros colegas, as primeiras críticas, ainda que construtivas e as primeiras vitórias, todos eles assinalam o início de uma nova fase, de um novo percurso. O ano de estágio pedagógico foi uma experiência única e em que aprendi, evoluí e cresci como pessoa e futura professora. E esta experiência não se fica pelas poucas palavras deste relatório. Foi muito mais do que aqui se lê. Um ano atribulado, repleto de descobertas, ensinamentos e amizades. Um ano que recordarei e que, como cantam os estudantes de Coimbra, “levo comigo para a vida”.

6. Referências Bibliográficas

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2008). *Molecular Biology of the Cell*. New York: Garland Science, Taylor and Francis Group.
- Azevedo, C. & Sunkel, C.E. (2012). Mitose. In C. Azevedo & C.E Sunkel. (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Barros, J. Almeida, P. & Cruz, N. (2011). Trabalho de campo em Geologia: concepções e práticas de professores. Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências. Braga, Universidade do Minho, 53-67.
- Barroso, F. & Kullberg, J. C. (2000). Exemplos de ferramentas de media utilizados nas TIC's em Geologia – Projecto GeoMedia. *Ciência da terra (UNL)*, Número especial IV, 51-58.
- Bonney, R., Cooper, C.B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *Bioscience*, 59, 11.
- Brooker, R., Widmaier, E., Graham, L. & Stiling, P. (2011). *Biology*. New York, USA: McGraw-Hill Companies.
- Brophy, J. (2000). *Teaching. Educational Practices Series –1*. Brussels: International Academy of Education. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED440066.pdf> (em 30/06/2014)
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. (2008). *Biology*. San Francisco, California, USA: Pearson Benjamin Cummings.

- Carneiro, F., David, L., Máximo, V., Seruca, R., Soares, P. & Simões, M.S. (2012). Célula neoplásica. In C. Azevedo & C.E. Sunkel (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Carvalho, G.A.M. (1997). *Cristalografia e Mineralogia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Cooper, G.M. & Hausman, R.E. (2013). *The Cell: A Molecular Approach*. USA: Sinauer Associates, Inc.
- DES-ME – Departamento do Ensino Secundário – Ministério da educação e ciência (2001). Programa de Biologia e Geologia, 10 ou 11º anos, Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias.
- DES-ME – Departamento do Ensino Secundário – Ministério da educação e ciência (2003). Programa de Biologia e Geologia, 11 ou 12º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias.
- Dias, P. (2011). Uma abordagem microssociológica de sala de aula, no âmbito da aprendizagem das ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 24(2), 35-71
- Ferraz, A.P.C.M. & Belhot, R.V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão e Produção*, 17 (2), 421-431.
- Festjens, N., Berghe, T.V. & Vandenabeele, P. (2006). Necrosis, a well-orchestrated form of cell demise: Signalling cascades, important mediators and concomitant immune response. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1757, 1371-1387.
- Giampetri, C., Starace, D., Petrunaro, S., Filippini, A. & Ziparo, E. (2014). Necroptosis: Molecular signalling and translational implications. *International Journal of Cell Biology*, 14. DOI:10.1155/2014/490275.

- Gibson, P.A., Stinger, K., Cotton, S.R., Simoni, Z., O'Neal, L.J. & Howell-Moroney, M. (2013). Changing teachers, changing students? The impact of a teacher-focused intervention on students' computer usage, attitudes, and anxiety. *Computers & Education*, 71, 165–174.
- Gilbert, S.F. (2010). *Developmental Biology*. Sunderland, MA USA: Sinauer Associates, Inc.
- Grotzinger, J., Jordan, T.H., Press, F. & Siever, R. (2010). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman and company.
- Hardin, J., Bertoni, G. & Kleinsmith, L. (2012). *Becker's World of the Cell*. San Francisco, USA: Pearson Benjamin Cummings.
- Hassard, J. & Dias, M. (2009). *The Art of Teaching Science: Inquiry and Innovation on Middle School and High School*. New York: Taylor and Francis
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Kerr, J.F.R., Wyllie, A.H. & Currie, A.R. (1972). Apoptosis: A basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics. *British Journal of Cancer*, 26, 239-257.
- Klein, C. & Hurlbut, Jr. C. S. (1999). *Manual of Mineralogy (after James D. Dana)*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Klein, C. & Hurlbut, Jr. C. S. (2002). *The 22th Ed. of the Manual of Mineral Science (after James D. Dana)*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Lacerda, A., Weber, C., Porto, M. & Antunes da Silva, R. (2008). A importância dos eventos científicos na formação acadêmica: Estudantes de biblioteconomia. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, 13 (1), 130-144.
- Leite, C. & Fernandes, P. (2002). *Avaliação das Aprendizagens dos Alunos – Novos Contextos Novas Práticas*. Alfragide: Edições Asa.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a Avaliação das Aprendizagens dos Alunos. In M. Sequeira, L. Dourado, M.T. Vilaça, J.L. Silva, A.S. Afonso, & J.M. Batista. (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S.L., Matsudaira, P. & Darnell, J. (2003). *Molecular Cell Biology*. USA: W.H. Freeman.
- Lostal Lanza, E., Serrano Sanz, F., Carrodegas Villar, J.A., Martínez Alonso, P., Sanz Garcia, F. & Val Gascón, C. (2013). Cell images analysis as a case of citizen science for advanced education: laboratory and school, back and forth. *Proceedings of the 7th International Technology, Education and Development Conference (INTED2013)*, Valencia, Espanha, 2489-2496.
- Lutgens, F.K. & Tarbuck, E.J. (2012). *Essentials of Geology*. New Jersey: Prentice Hall, an Imprint of Pearson Education, Inc.
- McClellan, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B.M., Terpstra, J. & White, A. (2005). Molecular and cellular biology animations: Development and impact on student learning. *Cell Biology Education*, 4, 169-179.
- McGrath, M.B. & Brown, J.R. (2005). Visual learning for science and engineering. IEEE Computer Society. <http://goo.gl/ChpQmn> (em 1/07/2014).
- Miranda, G.L. (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 3, 41-50.

- Monroe, J., Wicander, R. (2013). *The Changing Earth – Exploring Geology and Evolution*. USA: Cengage Learning.
- Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B. & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9 (8), e1001127.
- Navarro-Costa, P., Plancha, C.E. & David-Ferreira, J.F. (2012) Citosqueleto: Composição, organização e significado funcional. In C. Azevedo & C.E. Sunkel (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Nesse, W.D. (2000). *Introduction to Mineralogy*. Oxford: Oxford University Press, Inc.
- Norman, R.I. & Lodwick, D. (1999). *Medical Cell Biology - Made Memorable*. Edinburg: Churchill Livingstone.
- OECD (2013). PISA 2012 Assesment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. OECD Publishing. http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book_final.pdf (em 27/06/2014).
- Oliveira, R.A. & Valente, L.F. (2012). Cromatina e cromossomas. In C. Azevedo & C.E. Sunkel (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Pacheco, J. (2012). Avaliação das aprendizagens. Políticas formativas e práticas sumativas. Encontros de Educação Funchal. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/21170> (em 27/06/2014).
- Parente, A.M. (2012). A célula procariótica. In C. Azevedo & C.E. Sunkel (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Perkins, D. (1998). *Mineralogy*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

- Ramos, R., Silva, H. & Lopes, J. (2013). A aprendizagem no ensino-aprendizagem das ciências naturais através de um método de aprendizagem cooperativa. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 334-346.
- Reis, P. (1995). Os mapas de conceitos como instrumento pedagógico. *Revista de Educação*, 1, 114-125.
- Sansão, M., Castro, M. & Pereira, M. (2002). Mapa de conceitos e aprendizagem dos alunos. *Inovação*, 15, 1-3.
- Skinner, B.J., Porter, S.C. & Park, J. (2004). *The Dynamic Earth – An introduction to Physical Geology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- SOCIENTIZE Consórcio, (2013). Green paper on Citizen Science. [<http://bit.do/greenpapercs>].
- Sunkel, C. (2012). Ciclo celular. C. Azevedo & C.E. Sunkel (Eds). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Lidel.
- Tasdemir, A. Kartal, T. & Kus, Z. (2012a). The use of out-of-the-school learning environments for the formation of scientific attitudes in teacher training programmes. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46, 2747 – 2752.
- Tasdemir, A., Kus, Z. & Kartal, T. (2012b). Out-of-the school learning environment in values education: Science centres and museums. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 46, 2765-2771.
- Treagust, D.F., Chittleborough, G. & Mamiala, T.L. (2002). Students’ understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(2), 357-368.
- Yildirim, A. (2003). Instructional planning in a centralized school system: Lessons of a study among primary school. *International Review of Education*, 49(5), 525–543.

7. Anexos

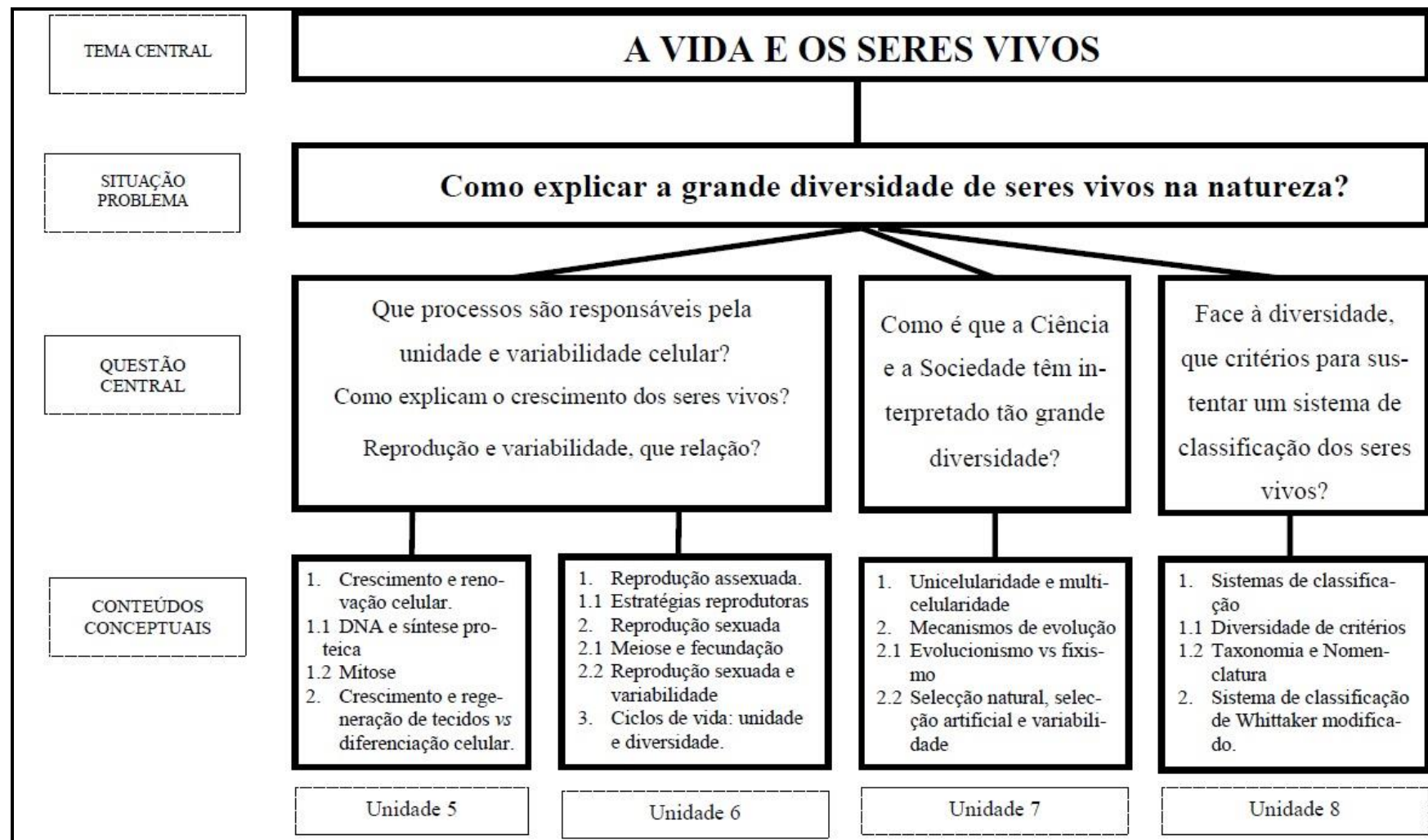


Figura 1 – Orientações curriculares propostas pelo Ministério de Educação e Ciência para a disciplina de Biologia e Geologia (retirado de DES-ME, 2003).

Unidade 5 — CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO CELULAR

Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular? Como explicam o crescimento dos seres vivos?

RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A SITUAÇÃO-PROBLEMA

1. Crescimento e renovação celular

As células possuem processos de síntese que asseguram o seu crescimento. Através da mitose têm a possibilidade de originar novas células idênticas à inicial.

2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular

O crescimento dos organismos e a regeneração dos tecidos têm por base processos de mitose. A diferenciação torna as células especializadas nas funções que desempenham, de tal modo que a própria capacidade de divisão celular pode ficar comprometida.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Crescimento e renovação celular.</p> <p>1.1 DNA e síntese proteica</p> <p>1.2 Mitose</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir a necessidade de constante renovação de alguns dos constituintes celulares (ex. proteínas). • Explicar como a expressão da informação contida no DNA se relaciona com o processo de síntese de proteínas. • Analisar e interpretar dados de natureza diversa (em tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução. • Interpretar procedimentos laboratoriais e experimentais relacionados com estudos de síntese proteica e ciclo celular. • Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de factores ambientais sobre o ciclo celular. • Conceber, executar e interpretar procedimentos laboratoriais simples, de cultura biológica e técnicas microscópicas, conducentes ao estudo da mitose. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão e desenvolvimento de atitudes críticas, conducentes a tomadas de decisão fundamentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no ciclo celular e conduzir a situações indesejáveis como, por exemplo, o aparecimento de doenças. 	<ul style="list-style-type: none"> • As características estruturais e funcionais que permitem distinguir DNA de RNA. • A importância da replicação do DNA para a manutenção da informação genética. • A síntese de proteínas como um mecanismo importante para a manutenção da vida e da estrutura celular. • A compreensão global de acontecimentos importantes para célula, nomeadamente, o encurtamento de cromossomas, a divisão do centrómero, a separação de cromátídeos, a formação de dois núcleos filhos e a divisão do citoplasma. • A mitose como o processo que assegura a manutenção das características hereditárias ao longo das gerações e permite a obtenção de novas células. • A sequência de acontecimentos que caracterizam o ciclo celular. 	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo por menorizado dos processos de replicação, transcrição e tradução. • A classificação de cromossomas com base na localização do centrómero. • Descrição de processos de “empacotamento” de DNA no cromossoma (histonas, nucleossomas, anasas,...) 	<p>Núcleo e Membrana nuclear R.E.R. Ribossoma Cariótipo, Cromossoma, Cromatídeo, Centrómero DNA e RNA Nucleótido Bases azotadas Ribose Desoxirribose Replicação Transcrição Tradução Códão, anti-códão e codogene Código genético Gene, Genoma Mutaçãõ genica Ciclo celular Interfase Mitose: profase, metafase, anafase, telofase Citocinese</p>	10

Figura 1 (continuação) – Orientações curriculares propostas pelo Ministério de Educação e Ciência para a disciplina de Biologia e Geologia (retirado de DESME, 2003).

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar, esquematizar e/ou descrever imagens de mitose em células animais e vegetais, identificando acontecimentos celulares e reconstituindo a sua sequencialidade. • Avaliar o papel da mitose nos processos de crescimento, reparação e renovação de tecidos e órgãos em seres pluricelulares. • Explicar que o crescimento de seres multicelulares implica processos de diferenciação celular. • Discutir a possibilidade dos processos de diferenciação celular poderem ser afectados por agentes ambientais (ex. raios x; drogas; infecções virais; ...). 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de atitudes, cientificamente sustentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no processo de diferenciação celular. 	<ul style="list-style-type: none"> • As diferenças estruturais e funcionais que existem entre as células de um indivíduo resultam de processos de diferenciação. • A diferenciação celular como processo que envolve regulação da transcrição e tradução de genes. • A capacidade que uma célula tem de originar outros tipos de células especializadas é, em geral, tanto maior quanto menor for a sua diferenciação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição de processos de regulação génica envolvidos na diferenciação celular. 	<p>Célula indiferenciada Célula especializada Clone Clonagem</p>	

Figura 1 (continuação) – Orientações curriculares propostas pelo Ministério de Educação e Ciência para a disciplina de Biologia e Geologia (retirado de DES-ME, 2003).

Quadro I – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas.						
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Nº aulas
2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.			<p>As principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>A classificação das rochas sedimentares com base na sua génese: detriticas, quimiogénicas e biogénicas.</p> <p>A introdução dos conceitos de mineral e rocha em paralelo com o estudo das rochas sedimentares, mas considerando-os como conceitos transversais (2.1, 2.2 e 2.4), cuja construção deve ser progressiva e corresponder a uma correcção das ideias iniciais dos alunos através de um processo de enriquecimento conceptual.</p> <p>As principais características que distinguem os diferentes tipos de rochas sedimentares propostas.</p> <p>As informações que os fósseis de fácies nos podem fornecer sobre paleoambientes.</p>	<p>Descrições exaustivas e pormenorizadas de cada uma das principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>O estudo descontextualizado das rochas sedimentares sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p> <p>Fazer referência a classificações texturais, com excepção da estratificação.</p> <p>Descrições exaustivas da génese dos carvões e do petróleo, não ultrapassando, neste caso, noções breves de armadilha petrolífera, local de geração, migração e local de acumulação.</p> <p>Um tratamento exaustivo do significado paleoambiental e da idade dos fósseis.</p>	<p>Meteorização (química e mecânica), erosão, transporte, deposição e diagénese.</p> <p>Mineral e rocha. Principais propriedades dos minerais (composição, clivagem, brilho, cor, dureza, riscagem, densidade). Caracterização e identificação dos minerais mais comuns nas rochas.</p> <p>Rochas detriticas não consolidadas (balastos, areias, siltes e argilas); rochas detriticas consolidadas (conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos), quimiogénicas (travertino, gesso e sal-gema) e biogénicas (calcário, calcário recifal, calcário conquífero, carvões e hidrocarbonetos). Petróleo (rocha-mãe, rocha-armazém, rocha-cobertura, armadilha petrolífera).</p> <p>Fósseis. Processos de fossilização.</p> <p>Paleoambientes. Fácies. Fósseis indicadores de idades e de paleoambientes. Ambientes sedimentares continentais, de transição e marinhos.</p>	

Figura 1 (continuação) – Orientações curriculares propostas pelo Ministério de Educação e Ciência para a disciplina de Biologia e Geologia (retirado de DES-ME, 2003).

Tabela I – Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 1





		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014		
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 2		
Unidade de Biologia Conteúdos		1.2 Crescimento e renovação celular – Mitose 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular		
Aula nº 29	Sumário:	- Realização de um teste diagnóstico sobre a unidade de crescimento e renovação celular. - Introdução ao ciclo celular. - Estrutura dos cromossomas das células eucarióticas.	15 de Outubro (50 min)	
Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos	
		- Aplicação de um teste diagnóstico no início da aula para averiguar o conhecimento dos alunos sobre a temática e as conceções erradas;		
- A célula (revisões)	- Rever o conceito de célula; - Rever os pressupostos da teoria celular; - Identificar as diferenças entre células procarióticas e células eucarióticas; - Identificar as diferenças entre uma célula animal e célula vegetal;	- Recurso a diapositivos (DP) em PowerPoint para rever conceitos, através da análise de imagens, acompanhada de diálogo com os alunos;	Célula animal; Célula vegetal; Células eucarióticas; Células procarióticas; Teoria celular;	

Tabela I (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 1

- O ciclo celular	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de ciclo celular; - Reconhecer a importância da divisão celular para os organismos unicelulares; - Reconhecer a importância da proliferação celular na formação e manutenção dos organismos multicelulares; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para introduzir o conceito de ciclo celular, através da análise de esquemas e imagens orientada com um diálogo por inquérito com os alunos; 	<ul style="list-style-type: none"> Célula eucariótica; Células-filhas; Ciclo celular; Crescimento celular; Divisão celular; Diferenciação celular; DNA; Organismos unicelulares; Organismos multicelulares; Proliferação celular;
- Estrutura dos cromossomas das células eucarióticas	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer os constituintes da cromatina; - Identificar os diferentes níveis de condensação da cromatina; - Perceber a importância da condensação e descondensação da cromatina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para analisar imagens, alternativas às do manual escolar, sobre a condensação da cromatina. - Utilização de esquemas no quadro para introduzir os níveis de condensação da cromatina; - Recurso ao trabalho de casa: “Atividade nº9 da página 39 do manual escolar”; - Identificação na imagem da atividade, dos diferentes níveis de condensação da cromatina; - Identificação dos nucleossomas; - Identificação do nível de condensação presente durante a transcrição. 	<ul style="list-style-type: none"> Centrómero; Condensação da Cromatina; Cromatídio; Cromatina; Cromossoma; Descondensação da Cromatina; Divisão celular; DNA; Histonas; Nucleossoma; Transcrição.

Tabela II – Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula2



		<p>Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014</p>			
<p>Plano da Unidade Didática de Regência</p>		<p>Biologia e Geologia 11º Ano Turma 1</p>			
<p>Unidade de Biologia</p>		<p>1.2 Crescimento e renovação celular – Mitose</p>			
<p>Conteúdos</p>		<p>2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular</p>			
<p>Aulas nº s 30, 31 e 32</p>		<p>Sumário:</p>		<p>16 de Outubro (150 min)</p>	
<p>- As fases do ciclo celular: Mitose e Citocinese.</p>		<p>- Atividade laboratorial: Observação de figuras da mitose em preparações temporárias de vértices vegetativos de raiz de cebola.</p>			

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Fases do ciclo celular	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir cariocinese e citocinese como divisão do núcleo e divisão do citoplasma, respetivamente. - Caracterizar as cinco fases da divisão do núcleo relativamente aos acontecimentos que nelas ocorrem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a diapositivos (DP) em PowerPoint para introduzir as diferentes fases da mitose, com base na análise de imagens e esquemas, acompanhado de diálogo com os alunos. - Utilização de uma ficha de trabalho/Registo com as diferentes fases da mitose para acompanhar os alunos na introdução de novos conceitos e etapas do ciclo celular. 	<p>Anáfase; Ascensão polar; Cariocinese; Centríolos; Centrossoma; Citocinese; Fuso acromático; Interfase; Metafase; Microtúbulos; Núcleo; Nucléolo;</p>

Tabela II (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 2

			<p>Período G1; Período G2; Período S; Placa metafásica; Profase; Prometáfase; Replicação DNA; Síntese de Biomoléculas; Telófase.</p>
<p>Fases do ciclo celular (continuação)</p>	<p>- Desenvolver capacidades e práticas em microscopia; - Conseguir identificar as fases da mitose no Microscópio óptico composto.</p>	<p>- Realização da atividade laboratorial: Observação de figuras da mitose em preparações temporárias de vértices vegetativos de raiz de cebola. - Elaboração de um relatório de registo das observações em folha branca, acompanhado do preenchimento de questões relativas aos procedimentos utilizados na atividade.</p>	<p>Ácido Clorídrico; Esmagamento; Microscópio óptico composto (MOC); Orceína acética.</p>

Tabela III - Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 3



		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 1			
Unidade de Biologia Conteúdos		1.2 Crescimento e renovação celular – Mitose 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular			
Aulas nº 33 e 34		Sumário:		- Conclusão do estudo das fases da Mitose. Citocinese em células animais e vegetais. - Estabilidade do ciclo celular. - Regulação do ciclo celular.	
21 de Outubro (100 min)					

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
As fases do Ciclo celular: Mitose (Conclusão)	- Distinguir na fase mitótica a cariocinese e a citocinese. - Caracterizar as cinco fases da divisão do núcleo relativamente aos acontecimentos que nelas ocorrem.	- Recurso a Diapositivos (DP) em PowerPoint para recapitular o processo da mitose – Sorteio de alunos ao quadro para explicar aos colegas cada uma das fases da mitose. - Apresentação de fotografias tiradas pelos alunos na aula laboratorial, acompanhado de diálogo com os alunos para consolidar os acontecimentos característicos de cada fase da mitose;	Anafase; Ascensão polar; Cariocinese; Centríolos; Centrômero; Condensação da Cromatina; Cromatídio; Cromatina; Cromossoma; Descondensação da Cromatina; Fuso acromático;

Tabela III (continuação) - Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 3

		<ul style="list-style-type: none"> - Visualização de uma animação sobre a mitose, para permitir aos alunos observarem a passagem dinâmica entre as diferentes fases; - Utilização de uma ficha de trabalho/registo com as diferentes fases da mitose para os alunos assentarem as ideias-chave; 	<p>Interfase; Metafase; Microtúbulos; Núcleo; Placa metafásica; Profase; Telofase.</p>
As fases do Ciclo celular: Citocinese	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar a citocinese como a divisão do citoplasma. - Distinguir a citocinese em células animais da citocinese em células vegetais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para introduzir a citocinese, através da análise de esquemas e imagens orientada com um diálogo por inquérito com os alunos. 	<p>Anel contráctil; Célula animal; Célula vegetal; Células-filhas; Estrangulamento citoplasmático; Filamentos de actina; Parede celular; Placa celular; Sulco de clivagem.</p>
Estabilidade do programa genético	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a mitose como o processo que assegura a manutenção das características hereditárias ao longo das gerações; - Perceber a diferença entre variação da quantidade de DNA ao longo do ciclo celular com o número de cromossomas presentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade 12, das páginas 50 e 51 do manual escolar, para introduzir o conceito de “estabilidade genética”; - Análise de imagens e esquemas, apresentadas em diapositivos em PowerPoint, para apontar a diferença entre o número de cromossomas e a variação da quantidade de DNA ao longo do ciclo celular. 	<p>Divisão celular; Estabilidade genética; Quantidade de DNA; Replicação DNA.</p>
Regulação do ciclo celular	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a necessidade de regulação do ciclo celular; - Identificar os principais pontos de controlo do ciclo celular; - Distinguir apoptose e necrose. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para analisar imagens e esquemas, identificar os pontos de controlo do ciclo celular e perceber a diferença entre apoptose e necrose, acompanhado de diálogo com os alunos; - Realização de uma breve introdução ao projeto “<i>Cell Spotting</i>”, a realizar dia 23 de Outubro. 	<p>Apoptose; <i>Checkpoints</i>; Controlo; Necrose; Período G0.</p>

Tabela IV – Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 4

		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 1			
Unidade de Biologia Conteúdos		1.2 Crescimento e renovação celular – Mitose 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular			
Aulas nº s 35 e 36		Sumário:		- Regulação celular e cancro. - Diferenciação celular.	
				22 de Outubro (100 min)	

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Regulação celular e cancro	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a importância da regulação celular com o aparecimento de neoplasias; - Distinguir tumor Benigno de tumor maligno; - Compreender o processo de metastização; - Reconhecer a influência dos fatores externos na origem de certas mutações; - Perceber os conceitos de agentes mutagénicos e mutagénese. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a Diapositivos (DP) em PowerPoint para introduzir o tema do cancro, acompanhado de diálogo com os alunos e formulação de hipóteses sobre consequências do desequilíbrio entre apoptose e proliferação celular; - Análise de imagens, efetuada pelos alunos sobre o processo de metastização; - Diálogo por inquérito com os alunos para os conduzir ao papel dos fatores externos e à importância de certas proteínas na regulação celular; 	Agentes mutagénicos; Cancro; Metastização; Mutagénese; Neoplasia; Tumor Benigno; Tumor Maligno.



Tabela IV (continuação) - Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 4

	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar o papel da Proteína p53 na regulação da proliferação celular; - Analisar casos de estudo com a identificação do problema, hipóteses, desenvolvimento do estudo e conclusões. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização de um filme “Resolver o enigma do cancro” acompanhado de discussão sobre o problema, hipóteses e conclusões; 	
Diferenciação celular	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de diferenciação celular; - Reconhecer que a diversidade de formas e funções das células resulta de complexos mecanismos de regulação que ativam seletivamente diferentes genes em diferentes células; - Perceber que o DNA de uma célula diferenciada é o mesmo que da célula inicial; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para recapitular a importância da mitose ao nível dos organismos unicelulares e pluricelulares e, introduzir o tema da diferenciação com a questão “Se a mitose origina 2 células-filhas geneticamente iguais, como é que o ser humano tem mais de 200 tipos de células diferentes?” para promover o debate; - Através da análise dos esquemas, efetuada pelos alunos, conduzi-los à conclusão de que as células se diferenciam como resultado da ativação/inativação específica de certos genes; 	<p>Célula diferenciada; Célula indiferenciada; Diferenciação celular; Totipotência.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que é possível ocorrer desdiferenciação em células vegetais e em células animais pouco diferenciadas; - Compreender o conceito de clone e clonagem; - Desenvolver competências de trabalho autónomo e por pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade 13 da página 55 do manual escolar, para procurar responder à questão “Numa célula diferenciada, o DNA é o mesmo da célula inicial?” e introduzir os conceitos de clone e clonagem; - Introduzir o caso da Ovelha Dolly com a análise de um esquema com o procedimento utilizado no processo de clonagem; - Recurso a uma tarefa a realizar em casa – “Click and Clone”, na internet - onde os alunos terão a oportunidade de seguir passo a passo o processo de clonagem e responder na aula seguinte à questão “Qual a cor do rato clonado?”; 	<p>Clonagem; Clone; Desdiferenciação.</p>

Tabela IV (continuação) - Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 4



<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir células totipotentes, pluripotentes, multipotentes e unipotentes; 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise da imagem da página 56 do manual, acompanhada de diálogo com os alunos sobre exemplos de células totipotentes, pluripotentes, multipotentes e unipotentes e distinção entre cada uma delas. 	<ul style="list-style-type: none"> Célula multipotente; Célula pluripotente; Célula totipotente; Célula unipotente.
<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de célula estaminal. - Perceber a importância dos estudos com células estaminais para a ciência. - Compreender o conceito de clonagem terapêutica; - Reconhecer que o controlo da expressividade dos genes ocorre a diferentes níveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para, através da análise de imagens, chegar ao conceito de célula estaminal. - Diálogo por inquérito com os alunos sobre a utilização de células estaminais e sua aplicação para tratamento de doenças – clonagem terapêutica. - Analisar o esquema da página 58 do manual para concluir sobre a importância dos mecanismos de regulação. 	<ul style="list-style-type: none"> Células estaminais; Clonagem terapêutica;
<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a influência de fatores externos com a expressividade dos genes; - Compreender o conceito de metaplasia; - Apresentar exemplos de metaplasias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o caso da substituição das células de revestimento da traqueia e dos brônquios para introduzir o conceito de metaplasia, seguido de diálogo com os alunos para se chegar a outros exemplos de metaplasia. 	<ul style="list-style-type: none"> Metaplasia;

Tabela V - Planificação a curto prazo da componente de Biologia – Aula 5

		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 1			
Unidade de Biologia Conteúdos		1.2 Crescimento e renovação celular – Mitose 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular			
Aulas nº 37,38 e 39		Sumário: <ul style="list-style-type: none"> - Participação no Projeto “Cell Spotting”. - Participação numa videoconferência com o cientista do projeto. 		23 de Outubro (150 min)	

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Morte celular: Apoptose e Necrose	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar a morte celular no ciclo celular (enquanto parte da regulação genética); - Distinguir apoptose e necrose apontando as diferenças entre ambos os processos; - Compreender a importância do estudo para identificação de compostos capazes de combater o cancro; - Formular questões relevantes e pertinentes sobre o projeto; - Participar ativamente num projeto de ciência cidadã; - Compreender o papel do cidadão comum no desenvolvimento da ciência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a uma apresentação de diapositivos em PowerPoint acompanhada da análise da unidade didática fornecida pelo projeto <i>SOCIENTIZE</i> - Utilização de computadores com acesso à internet para participar na atividade “Cell Spotting”; - Videoconferência com José Villar para que os alunos possam questionar diretamente o cientista pioneiro do projeto; - Preenchimento de um inquérito sobre a atividade realizada. 	Apoptose; Ciclo celular; Necrose; Regulação celular.

Tabela VI – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 1

		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 2			
Unidade de Geologia Conteúdos		2.Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres 2.1.Principais etapas de formação das rochas sedimentares			
Aula nº132,133,134	Sumário:	- Realização de um teste diagnóstico. - Estudo dos minerais e suas propriedades. - Atividade prática laboratorial: Identificação de minerais			19 de Fevereiro (150 min)

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
		- Aplicação de um teste diagnóstico no início da aula para averiguar o conhecimento dos alunos sobre a temática e respetivas conceções erradas.	
Minerais	- Recordar a definição de rocha; - Recordar os tipos de rochas; - Distinguir amostras de minerais e rochas.	- Utilização de um conjunto de amostras de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas) e de minerais para distinguir os conceitos; - Recurso à análise de imagens com os alunos em diapositivos (DP) PowerPoint (DP nº 2).	- Litosfera; - Minerais; - Rochas magmáticas; - Rochas metamórficas; - Rochas sedimentares.
Minerais (continuação)	- Identificar os diferentes ambientes de formação das rochas; - Relacionar os ambientes de formação das rochas com a formação de minerais.	- Recurso a DP em PowerPoint para analisar o ciclo das rochas e se consiga inferir sobre diferentes processos de formação de minerais, através de um diálogo com os alunos (DP nºs. 4,5,6 e 7).	- Evaporação; - Metamorfismo; - Precipitação; - Vulcanismo.



Tabela VI (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 1

Minerais (continuação)	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de mineral; - Perceber os requisitos que uma substância tem que ter para ser considerada mineral; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para inferir sobre os requisitos que uma substância tem que ter para ser considerada mineral, através da análise de imagens, acompanhado de diálogo com os alunos (DP n.ºs. 8,9,10,11,12,14,15,16,17,18,19 e 20); 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólido; - Homogéneo; - Estrutura amorfa; - Estrutura cristalina; - Natural; - Inorgânico; - Cristal; - Composição química.
	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a diferença entre mineral e mineralóide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso à análise de imagens nos DP n.ºs 12 e 13 da apresentação em PowerPoint. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mineralóide.
	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de cristal; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso à análise de imagens no DP n.º 22 da apresentação em PowerPoint. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anédrico; - Cristal; - Euédrico; - Subédrico;
	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a relação entre a estrutura cristalina e a composição química dos minerais: Conceitos de isomorfismo e polimorfismo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de gráficos e esquemas através de diálogo com os alunos, com recurso a DP em PowerPoint (DP n.ºs. 23,24,25 e 26). 	<ul style="list-style-type: none"> - Isomorfismo; - Polimorfismo; - Composição química; - Rede cristalina.

Tabela VI (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 1

Propriedades dos minerais	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber que arranjos internos específicos conferem aos minerais diferentes propriedades; - Compreender que existem três propriedades físicas principais: mecânicas, ópticas e a densidade; - Distinguir cor do mineral e risca ou traço; - Identificar os diferentes tipos de brilho dos minerais; - Compreender o conceito de clivagem; - Identificar os diferentes tipos de clivagem nos minerais; - Compreender o conceito de fratura; - Compreender o conceito de dureza; - Perceber o modo de utilização da escala de Mohs; - Identificar os objetos comuns que fazem parte dos ensaios preliminares de dureza; - Distinguir densidade relativa de densidade absoluta; - Compreender os diferentes testes às propriedades químicas dos minerais; - Identificar minerais com propriedades magnéticas; - Identificar minerais com propriedades elétricas. - Identificar minerais através da utilização de uma chave dicotómica de minerais; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para introduzir as propriedades dos minerais, através da análise de imagens com os alunos e diálogo orientado (DP n.ºs. 27→49); - Realização da atividade prática laboratorial - identificação de minerais – para consolidar conhecimentos sobre algumas das propriedades dos minerais; Identificar as principais características de amostras de minerais, para que, com a utilização de uma chave dicotómica seja possível identificar os minerais em estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Balança de Jolly; - Brilho metálico; - Brilho não metálico; - Brilho submetálico; - Clivagem; - Cor do mineral; - Densidade; - Densidade absoluta; - Densidade relativa; - Dureza; - Ensaios preliminares; - Escala de Mohs; - Fratura; - Massa volúmica; - Peso específico, - Propriedades elétricas; - Propriedades físicas; - Propriedades magnéticas; - Propriedades mecânicas; - Propriedades ópticas; - Propriedades químicas; - Reação com ácido; - Risca ou traço; - Teste do sabor.
---------------------------	---	--	---

Tabela VII – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 2



		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 2			
Unidade de Geologia Conteúdos		2.Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres 2.1.Principais etapas de formação das rochas sedimentares			
Aula nº 132.133	Sumário:	- Conclusão do estudo dos minerais e suas propriedades. - Alteração das rochas: Meteorização.		24 de Fevereiro (100 min)	

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a formação das rochas está relacionada com a geodinâmica terrestre; - Identificar a fonte de energia que alimenta a geodinâmica externa; - Identificar a fonte de energia da geodinâmica interna; - Compreender o conceito de rocha; - Compreender os processos de reciclagem das rochas no ciclo litológico; - Compreender que a formação das rochas sedimentares está associada à alteração dos diferentes tipos de rochas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso à apresentação de Diapositivos (DP) em PowerPoint para explorar com os alunos diferentes imagens e esquemas sobre o ciclo das rochas e geodinâmica terrestre (DP nº. 2,3,4,5,6). 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das rochas; - Ciclo litológico; - Geodinâmica externa; - Geodinâmica interna; - Rocha; - Rochas magmáticas; - Rochas metamórficas; - Rochas sedimentares; - Sedimentos;

Tabela VII (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 2

<p>Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares (continuação)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as etapas de alteração de um maciço granítico; - Compreender o conceito de diáclases; - Identificar os elementos característicos de um maciço granítico alterado (Caos de bloco, areias); - Distinguir os conceitos de minerais primários e minerais secundários; - Identificar os minerais constituintes do granito relativamente à sua resistência à alteração; 	<p>Exploração com os alunos de imagens relativas a um exemplo de alteração de rochas magmáticas intrusivas, com recurso a DP em PowerPoint (DP n.ºs. 7,8,9,10,11,12 e 13)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Afloramento; - Arenização; - Caos de Blocos; - Diáclases; - Feldspato; - Granito; - Micas; - Minerais de Argila; - Minerais primários; - Minerais secundários; - Quartzo;
	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a sedimentogénese compreende as etapas de formação dos sedimentos e que a meteorização, erosão e transporte fazem parte da alteração de todas as rochas; - Compreender que a diagénese corresponde ao conjunto de processos que conduzem à elaboração dos sedimentos; - Compreender o conceito de meteorização; - Identificar os diferentes tipos de sedimentos; - Compreender os diferentes processos de meteorização física; - Relacionar a ação da água e do vento com a formação de estruturas características; - Compreender o processo de crioclastia; - Compreender o processo de haloclastia; - Compreender o processo de termoclastia; - Compreender que o alívio da pressão (descompressão) pode originar estruturas características (disfunção esferoidal e esfoliação); - Compreender a importância da ação dos seres vivos na meteorização física; 	<p>- Recurso a DP em PowerPoint para, através da análise de imagens e esquemas e do diálogo com os alunos, explorar as diferentes etapas da formação das rochas sedimentares, nomeadamente, a ação dos diferentes agentes de meteorização física (DP n.ºs. 14 → 25).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ação da água; - Ação do vento; - Ação dos seres vivos; - Alívio da pressão; - Cimentação; - Compactação; - Crioclastia; - Diagénese; - Disjunção esferoidal; - Erosão; - Esfoliação; - Haloclastia; - Meteorização Física; - Meteorização Química; - Meteorização; - Recristalização; - Sedimentação; - Sedimentogénese; - Sedimentos biogénicos; - Sedimentos detríticos; - Sedimentos químicos; - Termoclastia; - Transporte;

Tabela VIII – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 3



		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 2			
Unidade de Geologia Conteúdos		2.Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres 2.1.Principais etapas de formação das rochas sedimentares			
Aula nº 134, 135		Sumário:		- Alteração das rochas: Meteorização química, erosão e transporte.	
				25 de Fevereiro (100 min)	

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares (continuação)	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir a meteorização física da meteorização química; - Compreender o conceito de meteorização química; - Reconhecer os principais agentes de meteorização química; - Compreender o processo de dissolução; - Perceber como o dióxido de carbono influencia a acidificação das águas; - Compreender o processo de Hidrólise; - Reconhecer que na hidrólise dos feldspatos, uma vez que se forma Caulinite, a reação pode chamar-se caulinização; 	- Recurso à apresentação de Diapositivos (DP) em PowerPoint para explorar com os alunos diferentes imagens e esquemas sobre a meteorização química, acompanhada de esquemas no quadro sobre as reações químicas, fórmulas, etc. (DP nº. 26 → 41).	<ul style="list-style-type: none"> - Acidificação das águas; - Caulinite; - Caulinização; - Dióxido de Carbono; - Dissolução; - Feldspatos; - Granito; - Halite; - Hidrólise; - Meteorização química; - Minerais de argilas.

Tabela VIII (continuação) – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 3

<p>Alteração das rochas e formação das rochas sedimentares (continuação)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que o processo de carbonatação favorece o alargamento de fissuras em ambientes calcários e, conseqüentemente, a formação de grutas. - Compreender que a composição química influencia o grau de meteorização química; - Identificar exemplos de edifícios ou monumentos afetados por meteorização química; - Compreender o processo de oxidação; - Reconhecer que alguns minerais são mais suscetíveis que outros; - Compreender que a suscetibilidade dos minerais à alteração está relacionada com a sua solubilidade e taxa de dissolução. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcário dolomítico; - Calcário; - Carbonatação; - Oxidação; - Redução; - Solubilidade - Suscetibilidade; - Taxa de dissolução. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir o conceito de erosão e meteorização; - Identificar os principais agentes erosivos; - Compreender o conceito de erosão diferencial; - Reconhecer que existe transporte dos sedimentos desde o seu local de origem, até ao local de deposição; - Identificar os principais agentes de transporte; - Compreender que durante o transporte ocorre um aumento de arredondamento e granosseleção dos minerais; - Explorar o diagrama de Hjulström; - Compreender as diferenças entre o arredondamento de areias de praia e areias do deserto; - Distinguir o grau de arredondamento entre areias de praia e areias de rio; - Identificar a forma como os sedimentos são transportados pela água e pelo vento; - Perceber como são transportados sedimentos através de um glaciar; - Reconhecer que os movimentos de massa promovem o transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso a DP em PowerPoint para, através da análise de imagens e esquemas e do diálogo com os alunos, explorar as etapas de erosão e transporte (DP n.ºs. 42 → 56). 	<ul style="list-style-type: none"> - Água; - Arrastamento; - Arredondamento; - Crevasses; - Diagrama de Hjulström - Erosão; - Glaciar; - Granosseleção; - Gravidade; - Moreia glaciar; - Movimentos de massa; - Rolamento; - Saltação; - Suspensão; - Transporte; - Vento; - Zona de ablação; - Zona de acumulação;

Tabela IX – Planificação a curto prazo da componente de Geologia – Aula 4

		Escola Secundária José Falcão Núcleo de Estágio de Biologia e Geologia 2013/2014			
Plano da Unidade Didática de Regência		Biologia e Geologia 11º Ano Turma 2			
Unidade de Geologia Conteúdos		2.Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres 2.1.Principais etapas de formação das rochas sedimentares			
Aula nº 36,137,138	Sumário:	- Processos de formação das rochas sedimentares: Sedimentação e diagénese; - Resolução de exercícios		26 de Fevereiro (150 min)	

Conteúdos	Competências	Estratégias e Atividades	Conceitos
Processos de formação das rochas sedimentares	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a deposição ou sedimentação como última etapa da sedimentogénese; - Identificar os elementos de uma sequência de estratificação; - Compreender o conceito de estratificação entrecruzada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso à apresentação de diapositivos (DP) em PowerPoint para explorar com os alunos diferentes imagens e esquemas sobre a deposição dos sedimentos e posterior diagénese (DP nº. 26 → 41); 	<ul style="list-style-type: none"> - Estratificação entrecruzada; - Estrato; - Muro; - Sedimentação; - Superfície de estratificação; - Teto.
	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de diagénese; - Compreender o processo de compactação; - Compreender o processo de cimentação; - Identificar os principais tipos de cimentos que unem os detritos; - Compreender o processo de recristalização; 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade nº7 do manual escolar (Pág. 63); - Utilização de mapas de conceitos a preencher pelos alunos sobre minerais e formação das rochas sedimentares para recapitular os principais conceitos desta unidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentação; - Compactação; - Diagénese; - Recristalização;

Tabela X – Critérios de correção da atividade prática laboratorial da componente de Biologia.

Parâmetros a avaliar		Critérios de correção
	Título (10)	Título com o nome científico (10); Sem nome científico (-2); Título com ponto final no final (-2)
	Legenda da figura (cada - 10 pts)	Legenda com: Figura nºX, Célula em (fase) corada comorceína acética numa ampliação de 400x
	Organização/ Apresentação	Colocação das setas na mesma direção, a apontar para um número. Lista ao lado dos números e respetiva legenda. (2) Desenhos das figuras pela ordem das fases no processo de mitose (profase, metafase, anafase, telofase), (3) Apresentação cuidada e organizada. (5)
Profase	Desenho esquemático (10)	Cor vermelha nas paredes vegetais (-2); riscos a "fingir" que são cromossomas na profase (-2); Parede celular às ondas (-2)
	Legenda esquemática (15)	Parede celular (3,5); Citoplasma (3,5); Núcleo (4,5); Invólucro nuclear (3,5)
Metafase	Desenho esquemático (10)	Círculo em volta dos cromossomas em metafase/anafase (0)
	Legenda esquemática (15)	Parede celular (3,5); Cromossomas no plano equatorial (8) ou Cromossomas (3,5) e Plano equatorial (4,5); Citoplasma (3,5)
Anafase	Desenho esquemático (10)	Círculo em volta dos cromossomas em metafase/anafase (0)
	Legenda esquemática (15)	Parede celular (3,5); Pólo da célula (4,5); Cromossoma (3,5); Citoplasma (3,5)
Telifase	Desenho esquemático (10)	Telifase em estrangulamento (0); Núcleos muito diferentes em Telifase (-2)
	Legenda esquemática (15)	Parede celular (3,5); Núcleo (4,5); Invólucro nuclear (3,5); Citoplasma (3,5)
	Questões de discussão	Sugestão de Correção
	2,1 (10)	Corar o DNA
	2,2 (10)	Para quebrar as ligações peptídicas das paredes celulares (e também para matar as células
	2,3 (10)	Para se acelerar a reação
	2,4 (10)	Interfase (porque a célula passa maior parte do tempo em Intersfase) ou Profase (Aceita-se, justificando que é a etapa mais longa da mitose)

Tabela XI – Guião de questões utilizadas na videoconferência da atividade Projeto “*Cell Spotting*”, com as respostas dadas pelo cientista.

Questões (inglês)	Respostas (espanhol, traduzidas para português)
Life as a Scientist	
Why did you choose to be a scientist?	“Desde pequenino que sempre fui muito curioso. Tinha o hábito de desmontar os meus brinquedos para perceber como funcionavam. Penso que vem daí a minha vocação para ser cientista.”
Why the study of cancer?	Na verdade eu não estudo apenas o problema do cancro. Eu trabalho com diferentes tipos de células, como as células estaminais, diferenciadas e tumorais e estudo a morte celular em várias frentes. Induzir a apoptose celular é apenas uma delas, mas que se reveste de um impacto muito significativo pela sua potencialidade no tratamento de doenças como é o caso do cancro.
How is your daily routine in the laboratory?	“Grande parte do tempo passo em frente ao computador a tratar de burocracias, analisar dados e a escrever documentos científicos. Na realidade, não passo tanto tempo no laboratório como gostaria. No entanto, sempre que posso vou para lá para fazer o que realmente gosto.”
Would you recommend your profession?	“Tendo para vos dizer que não. Trabalhar em Ciência requer muito trabalho e empenho e o sucesso não pode ser medido pelo número de descobertas ou de resultados significativos. É um trabalho muitas vezes frustrante. Tem que se gostar muito do que está a fazer e ter uma grande força de vontade”.
The Investigation project	
To find a chemical compound able to induce apoptosis can be difficult. What do you expect to discover with this project?	Espero encontrar compostos químicos que induzam eficazmente a apoptose celular em células tumorais para depois partir para ensaios mais específicos de forma a estudar as suas potencialidades e a clarificar estes resultados.
A chemical library is large. How many compounds have you tested so far?	Neste momento, detenho uma biblioteca com pouco mais de 14,000 compostos químicos. Para além destes, estudo também os que são de domínio público e já são conhecidos como eficazes no tratamento de outras doenças. Não sei dizer ao certo quantos já testei, mas pretendo analisá-los todos. E com a vossa ajuda!

Tabela XI (continuação) – Guião de questões utilizadas na videoconferência da atividade Projeto “*Cell Spotting*”, com as respostas dadas pelo cientista.

<p>Have you already found a chemical compound worthy of mention in a scientific article?</p>	<p>Sim. Não se tratou de um composto eficaz em células tumorais, mas um composto que afetava células estaminais.</p>
<p>Scientific Volunteering</p>	
<p>Why did you decided to ask for the citizen help?</p>	<p>“A Fundação Ibercivis fez-me o convite por considerarem que por ter tantas imagens para análise que podia ser algo benéfico para mim. E como tenho todo o interesse em divulgar o trabalho que se faz por aqui, achei que seria uma ótima ideia.”</p>
<p>Don’t you fear that, with the limited knowledge of the ordinary citizen, his contribution will provide you with wrong results?</p>	<p>“Não. Cada imagem é analisada por mais do que uma pessoa, pelo que a resposta que me é enviada tem o consentimento de um conjunto significativo de pessoas. Isto por si só já é um crivo importante que me vai ajudar a selecionar quais os compostos pelos quais devo prestar mais atenção.”</p>
<p>After all images classified, what comes next?</p>	<p>“Depois desta análise, espero ter encontrado compostos químicos de interesse. Até ao momento, a grande maioria dos compostos induzem a morte celular nas células. O que varia entre eles é a rapidez com que o fazem. Depois de identificar estes compostos, partiremos para uma análise em que consideraremos outros tipos de células e ensaios experimentais em ratinhos. Precisamos de encontrar compostos com um elevado grau de especificidade para células tumorais e garantir que têm efeito em animais.”</p>

Ficha Sumativa de Biologia

- Grupo II, Questão 5 - Verdadeiro e Falso

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

- Grupo II, Questão 6 e Grupo III, Questão 4.2 – Correspondência

Níveis de correspondências assinaladas corretamente	cotação
4 ou 5	6 pontos
2 ou 3	3 pontos

Ficha Sumativa de Geologia

– Grupo III, Questão 6 - Correspondência

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

Ficha Sumativa de Biologia e de Geologia, Grupos III, questões nº 7.

Descritor	Classificação
aborda os dois tópicos de referência; apresenta organização coerente dos conteúdos; aplica linguagem científica adequada.	10 pontos
aborda os dois tópicos de referência; apresenta falhas de coerência na organização dos conteúdos e/ou falhas na aplicação da linguagem científica.	8 pontos
aborda apenas um dos tópicos de referência; aplica linguagem científica adequada.	5 pontos
aborda apenas um dos tópicos de referência; apresenta falhas na aplicação da linguagem científica.	3 pontos

Figura 2 – Critérios de correção utilizados nas fichas sumativas.

Tabela XII – Tabela com algumas propriedades dos minerais utilizados na atividade prática laboratorial da componente de Geologia.

Mineral	Cor	Risca	Brilho	Dureza	Clivagem	Outros
Talco	Branco acinzentado ou esverdeado	Branca	Vítreo com reflexo nacarado	1	Uma direção perfeita	Macio ao tacto
Enxofre	Amarela	Amarelo claro	Resinoso	1-2	Clivagem Imperfeita	-
Gesso	Incolor a branca	Branca	Vítreo nacarado	2	Uma direção perfeita	Dissolve-se facilmente em água
Halite	Incolor ou branca	Branca	Vítreo	2,5	Cúbica perfeita	Sabor salgado, solúvel na água
Biotite	Preta, castanha	Creme	Vítreo, nacarado nos planos de clivagem	2-3	Uma direção perfeita – clivagem lamelar	Forma lâminas flexíveis e elásticas
Moscovite	Nas lâminas é incolor. Tem tons amarelados, acinzentados e esverdeados	Branca	Vítreo nacarado e prateado nos planos de clivagem	2-3	Uma direção perfeita – clivagem lamelar	Forma lâminas flexíveis e elásticas
Calcite	Incolor, branca leitosa, por vezes com tons acinzentados, amarelados.	Branca	Vítreo adamantino	3	Perfeita segundo romboedros	Reage com ácidos
Hematite	Preta de ferro, castanha ou cinza aço	Vermelha a castanha avermelhada	Submetálico	3,5-6	-	-
Volframite	Preta	Castanho chocolate	Submetálico	4,5-5,5	Uma direção perfeita)	-
Magnetite	Preta amarelada	Preta	Submetálico	5,5-6	-	Muito magnética
Pirite	Amarela latão	Preta com tons acastanhados ou esverdeados	Metálico	6-6,5	Clivagem imperfeita	-
Quartzo	Variável: incolor, branca, rósea, lilás, cinzenta	Branca	Vítreo	7	-	Deixa passar os U.V. é piezoeléctrico.

IX Congresso dos Jovens Geocientistas



FCTUC DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Geologia, Mineralogia, Cristalografia e Matemática

6 e 7 de Março de 2014



LICEU D. JOÃO III
E. S. JOSÉ FALCÃO

Nem tudo o que parece é!

João Gonçalves; Duarte Rodrigues; David Veríssimo

Escola Secundária José Falcão, 11º Ano, Turma 2

INTRODUÇÃO

Este trabalho consistiu no estudo comparativo da forma externa e interna de tipos distintos de formas cristalográficas, o prisma e o cubo e a bipirâmide e o octaedro, tendo em conta as relações entre os eixos cristalográficos (a, b, c) e os ângulos axiais (α , β , γ). Procurou-se, desta forma, responder à questão problema "Será que as semelhanças externas entre os sólidos traduzem as semelhanças internas?".

MATERIAIS E MÉTODOS

Efectuou-se uma pesquisa em livros científicos e em sites online, reuniu-se e resumiu-se a informação e, posteriormente, construíram-se os modelos representativos dos dois conjuntos de formas cristalográficas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

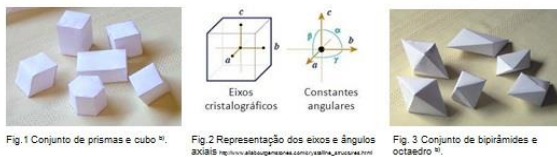


Fig. 1 Conjunto de prismas e cubo¹⁾.

Fig. 2 Representação dos eixos e ângulos cristalográficos.

Fig. 3 Conjunto de bipirâmides e octaedro¹⁾.

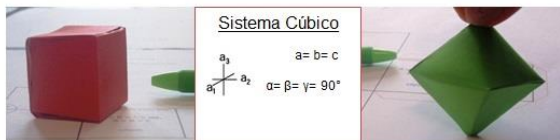


Fig. 4 Modelo do cubo.

Fig. 5 Constantes paramétricas e angulares do sistema cúbico.

Fig. 6 Modelo do octaedro.

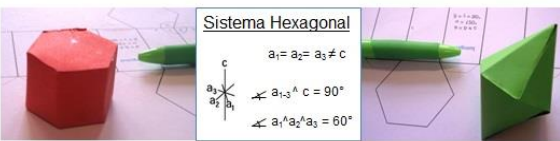


Fig. 7 Modelo do prisma hexagonal.

Fig. 8 Constantes paramétricas e angulares do sistema hexagonal.

Fig. 9 Modelo da bipirâmide hexagonal.

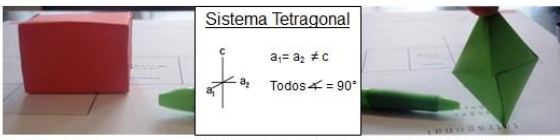


Fig. 10 Modelo do prisma tetragonal.

Fig. 11 Constantes paramétricas e angulares do sistema tetragonal.

Fig. 12 Modelo da bipirâmide tetragonal.

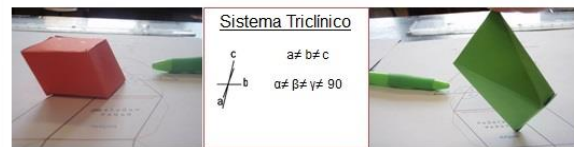


Fig. 13 Modelo do prisma triclinico.

Fig. 14 Constantes paramétricas e angulares do sistema triclinico.

Fig. 15 Modelo da bipirâmide triclinica.

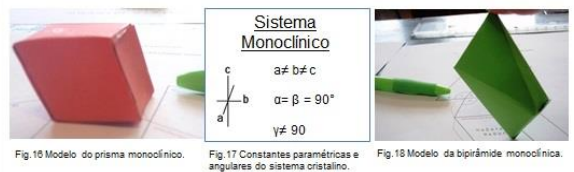


Fig. 16 Modelo do prisma monoclinico.

Fig. 17 Constantes paramétricas e angulares do sistema monoclinico.

Fig. 18 Modelo da bipirâmide monoclinica.

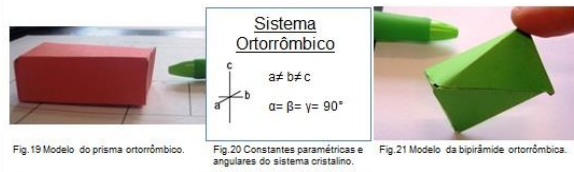


Fig. 19 Modelo do prisma ortorrômbico.

Fig. 20 Constantes paramétricas e angulares do sistema ortorrômbico.

Fig. 21 Modelo da bipirâmide ortorrômbica.

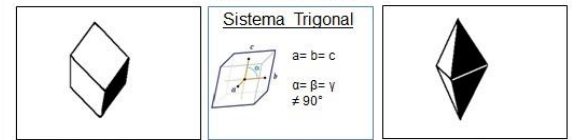


Fig. 22 Prisma trigonal^{*}.

Fig. 23 Constantes paramétricas e angulares do sistema trigonal.

Fig. 24 Bipirâmide trigonal^{*}.

^{*} Estes modelos não foram construídos

CONCLUSÕES

Verificou-se que dentro de um mesmo sistema cristalográfico os ângulos internos e os eixos são os mesmos embora as formas externas possam ser diferentes, ou seja, "Nem tudo o que parece é!". A construção de modelos permite analisar, de forma dinâmica, a forma exterior que, numa primeira observação, pode enganar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, A. (1997). *Cristalografia e mineralogia*. Lisboa: Universidade Aberta, 31-57pp.
- Fuller, K. (2001). *Models of Crystal Shapes*. Online: http://learn-science.20m.com/student_crystals.html (Consultado em 10 de Janeiro de 2014)

AGRADECIMENTOS

Gostáramos de agradecer à Professora Paula Paiva e à professora Maria Palma por tomarem possível a nossa participação.

Figura 3 – Exemplo de um póster elaborado pelos alunos para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.

NEM TUDO O QUE PARECE É!

João Gonçalo; Duarte Rodrigues; David Veríssimo

Escola Secundária José Falcão
Av. D. Afonso Henriques, 3001-654 Coimbra

11ºano, Turma 2

Palavras-chave: Cristalografia; Malhas elementares; Mineralogia; Teoria reticular

Este trabalho consistiu no estudo comparativo da forma externa e interna de dois tipos distintos de formas cristalográficas, o prisma e o cubo e a bipirâmide e o octaedro, tendo em conta as relações entre os eixos cristalográficos e os ângulos axiais. Procurou-se, desta forma, responder à questão problema “Será que as semelhanças externas entre os sólidos traduzem as semelhanças internas?”. Para tal começou-se a pesquisar em livros científicos e em sites *online*, reuniu-se e resumiu-se a informação e, posteriormente, construíram-se os modelos representativos dos dois conjuntos de formas cristalográficas e estudaram-se os sólidos em função dos parâmetros da rede cristalina: eixos da célula unitária e os ângulos que as suas faces formam entre si. Verificámos que dentro de um mesmo sistema cristalográfico os ângulos internos e os eixos são os mesmos embora as formas externas possam ser diferentes. Deste modo, concluiu-se que “Nem tudo o que parece é!”. A construção de modelos permite analisar, de forma dinâmica, a forma exterior que, numa primeira observação, pode enganar. Conclui-se ainda que o estudo da estrutura cristalina engloba, não só a forma externa e os parâmetros da célula unitária, mas também as operações e os elementos de simetria que caracterizam os diferentes sistema cristalográficos.

Figura 4 – Exemplo de um resumo elaborado pelos alunos para o IX Congresso dos Jovens Geocientistas.



Figura V – Guião de trabalho elaborado no âmbito da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

IX Congresso dos Jovens Geocientistas

Identificação do Grupo 1

Nome	Nº

Planificação do Trabalho

Tarefas	Data Limite de Realização/Entrega
Inscrição no Congresso de Geocientistas	10 de Janeiro de 2014
Conclusão da pesquisa científica	22 de Janeiro de 2014
Elaboração dos modelos 3D	27 de Janeiro de 2014
Entrega do Póster e resumo à Professora de Biologia	3 de Fevereiro de 2014
Entrega do Póster e resumo ao revisor científico	10 de Fevereiro de 2014
Entrega dos trabalhos – versão final	18 de Fevereiro de 2014
Participação no Congresso de Jovens Geocientistas	7 de Março de 2014

Tema do trabalho

Cristalografia: A simetria dos minerais

Questões – problema

Porque serão mais belas as pessoas com faces mais simétricas?

Porque são os cristais os modelos de simetria?

Será a simetria um indicador de beleza?

Figura 5 (continuação) – Guião de trabalho elaborado no âmbito da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

Objetivos do trabalho

- Compreender o conceito de simetria.
- Identificar os elementos de simetria.
- Identificar os elementos de simetria do sistema cúbico (classe holoédrica).
- Construir modelos 3D que representem os elementos de simetria do sistema cúbico.
- Identificar modelos 3D existentes na escola representantes do sistema cúbico.
- Identificar minerais da coleção da escola, do sistema cúbico.
- Responder às questões-problema.

Elementos de Avaliação

- Resumo científico (35%)
- Póster (30%)
- Modelos construídos e Diário de Aula (10%)
- Participação e empenho no trabalho (20%)
- Assiduidade (5%)

Resumo Científico e Póster

Os templates do resumo e posters serão enviados por *e-mail* para acertar tipos de letra e tamanho.

<p><small>IX Congresso dos Jovens Geocientistas</small></p> <hr/> <p>TÍTULO SUBTÍTULO, se necessário</p> <p>Celeste Gomes; Maria Henriques; Alexandre Tavares (nome dos autores dispostos por ordem alfabética dos apelidos)</p> <p>Nome da Escola Morada da Escola</p> <p>Ano de escolaridade, Turma</p> <p>Palavras-chave: Geologia; Paleontologia; Mineralogia (até 5 palavras que identifiquem os objectos de estudo e os métodos utilizados, dispostas por ordem alfabética).</p> <p>O título indica o tema do trabalho, devendo ser atraente, de forma a cativar para a leitura de toda a informação contida no resumo. Deverá ser escrito com letras maiúsculas. O texto do resumo deverá conter até 260 palavras, sem parágrafos, não podendo ultrapassar uma página. Deve conter: 1) identificação do problema e objectivos do trabalho; 2) enquadramento da investigação; 3) parágrafo: metodologia (s) utilizada (s); 4) conclusões e implicações.</p> <p>USAR ESTE TEMPLATE. POR FAVOR</p>	<p>IX Congresso dos Jovens Geocientistas Geologia, Mineralogia, Cristalografia e Matemática</p> <p><small>FCTUC DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE DE COIMBRA</small></p> <p>6 e 7 de Março de 2014</p> <hr/> <p>Título</p> <p>Neste espaço poderão colocar o logótipo da vossa escola ou o foto do grupo de trabalho</p> <p>Anabela Costa; João Miranda; Xavier Silva (autores por ordem alfabética dos apelidos) Escola, ____º Ano, Turma ____</p> <hr/> <p>INTRODUÇÃO A introdução servirá para dar a conhecer, de uma forma geral, o objeto de estudo do vosso grupo de trabalho. Deve ser redigida com base em frases curtas, com ideias-chave bem organizadas, tentando responder à pergunta "O quê?" em conformidade com o tema em questão.</p> <p>O fundo deve ser deixado em branco.</p> <p>MATERIAIS E MÉTODOS Materiais utilizados e métodos a que recorreram durante o trabalho. O texto deve ser redigido com frases curtas e elucidativas.</p> <p>As imagens deverão ser explicativas e apelativas, complementando a informação contida no texto. <u>A imagem deve conter a respectiva legenda e fonte bibliográfica.</u></p> <p>RESULTADOS E DISCUSSÃO Os resultados podem ser apresentados sob a forma de tabelas, quadros ou figuras, que deverão ser <u>numerados e conter a respectiva legenda.</u></p> <p>CONCLUSÕES</p> <p>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS Esta deverá ser escrita por ordem alfabética do último nome dos autores, seguindo-se a data de edição (entre parêntesis), título da obra (em itálico), editor, cidade e paginação. Nas referências online é importante o endereço electrónico completo da página consultada, a data da consulta, título da página, autor e ano (ou ano de atualização) da página.</p> <p>a) Dias, A. G., Guimarães, P. & Rocha P. (2003). <i>Geologia 10 – Parte 2</i>. Areal Editores, Perafita, 207pp.</p> <p>b) Oliveira, J. B. (2002). <i>Fisiologia do sistema digestivo</i>. Online: http://www.vulcanodpccoc.com.br/klicac-diversidade/fisiologia_sistema_digestivo.asp (consultado em 4 de Janeiro de 2005).</p> <p>AGRADECIMENTOS Agradecimento a quem possibilitou a participação e auxiliou na concretização.</p>
---	--

Figura 5 (continuação) – Guião de trabalho elaborado no âmbito da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

Diário de aula

Plano de atividades e registo do trabalho de grupo (Dia 1)

Data: _____

Síntese das tarefas realizadas:

Planificação das tarefas futuras:
(divisão de trabalho; delinear objetivos,...)

Problemas encontrados:

Observações:

Figura 5 (continuação) – Guião de trabalho elaborado no âmbito da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

Bibliografia

1. Manuais escolares
2. Borges, F. (1996). Elementos de Cristalografia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
3. Carvalho, A. (1997). Cristalografia e Mineralogia. Lisboa: Universidade Aberta.
4. Sharp, W., Hurlbut, Jr. (1998) Dana's Minerals and how to study them. New York: John Wiley & Sons, Inc.
5. Klein, C., Dutrow, B. (2012). Manual de ciência dos minerais – recurso eletrónico. Porto Alegre: Bookman. <http://tinyurl.com/o45g2s5>

Sites

1. http://learn-science.20m.com/student_crystals.html (modelos)
2. <http://webmineral.com/crystal1.shtml>
3. <http://www.rockhounds.com/rockshop/xtal/part1.shtml>
4. http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/dossiers/rochas_minerais
5. http://geoportal.lneg.pt/index.php?option=com_content&id=60&lg=pt
6. Google académico – Pesquisar palavras – chave: Simetria; Cristalografia

Figura 5 (continuação) – Guião de trabalho elaborado no âmbito da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

Tabela XIII – Grelha de Observação/Avaliação da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

		Grupo I		Grupo II			Pontos (200)
		Alunos n.º		Alunos n.º			
		5	27	11	12	16	
Resumo científico (35%)	Boa organização conceptual	9	9	6	6	6	12
	Informação sistematizada	17	17	11	11	11	22
	Rigor científico	6	6	6	6	6	12
	Revela conhecimentos no tema	6	6	6	6	6	12
	Nota pelos revisores Científicos	6	6	6	6	6	12
Póster (30%)	Boa organização conceptual	5	5	3	3	3	10
	Informação sistematizada	5	5	3	3	3	10
	Apresentação chamativa	5	5	0	0	0	10
	Revela conhecimentos no tema	3	3	3	3	3	10
	Rigor científico	3	3	3	3	3	10
	Nota pelos revisores Científicos	5	5	5	5	5	10
Modelos construídos (5%)	Rigor científico	4	4	4	4	4	4
	Apresentação cuidada	4	4	4	4	4	4
	Fotografias cuidadas e com escala	2	2	2	2	2	2
Diário de aula (5%)	Assiduidade	1	1	1	1	1	2
	Organização do trabalho	1	1	1	1	1	3
	Apresentação cuidada	1	1	1	1	1	3
	Pertinência das observações	1	1	1	1	1	2
Participação e empenho no trabalho (20%)	Cumprir prazos	6	6	6	6	6	7
	Traz material necessário	5	5	5	5	5	5
	Inicia prontamente o trabalho	2	2	2	2	2	6
	Toma iniciativa	4	4	4	4	6	6
	Colabora com o grupo	8	8	8	8	8	8
	Revela interesse pelo trabalho	3	3	3	3	6	8
Assiduidade (5%)	Presente em todas as aulas de elaboração do trabalho	10	10	10	10	10	10
Pontos		122	122	104	104	109	200

Tabela XIV – Critérios de avaliação da atividade “IX Congresso dos Jovens Geocientistas”.

		Grupo I			Grupo II			Pontos (200)
		Alunos n.º			Alunos n.º			
		5	6	27	11	12	16	
Resumo científico (35%)	Organização conceptual	M-0; Med-4; S- 6; B-9; MB- 12						12
	Sistematização da Informação	M-0; Med-7; S- 11; B-17; MB-22						22
	Rigor científico							12
	Conhecimentos no tema	M-0; Med-4; S- 6; B-9; MB- 12						12
	Nota pelos revisores Científicos							12
Póster (30%)	Organização conceptual							10
	Sistematização da informação							10
	Apresentação estética	M-0; Med-3; S- 5; B-8; MB- 10						10
	Conhecimentos no tema							10
	Rigor científico							10
	Nota pelos revisores Científicos							10
Modelos Construídos (5%)	Rigor científico	M- 0; Med- 1; S- 2; B- 3;MB- 4						4
	Apresentação cuidada	M- 0; Med- 1; S- 2; B- 3;MB- 4						4
	Fotografias cuidadas e com escala	M- 0; S- 1; MB-2						2
Diário de Bordo (5%)	Assiduidade	M- 0; S- 1; MB-2						2
	Organização do trabalho	M- 0; S- 1; B- 2; MB- 3						3
	Apresentação cuidada	M- 0; S- 1; B- 2; MB- 3						3
	Pertinência das observações	M- 0; S- 1; MB-2						2
Participação e empenho no trabalho (20%)	Cumprir prazos	M- 0; Med- 2; S- 3 ; B- 6;MB- 7						7
	Traz material necessário	M- 0; Med- 1; S- 2; B- 4;MB- 5						5
	Inicia prontamente o trabalho							6
	Toma iniciativa	M- 0; Med- 1; S- 2; B- 4;MB- 6						6
	Colabora com o grupo							8
	Revela interesse pelo trabalho	M- 0; Med- 2; S- 3 ; B- 6;MB- 8						8
Assiduidade (5%)	Presente nas aulas do trabalho	M-0; Med-3; S- 5; B-8; MB- 10						10

*Escala: M- mau; Med- medíocre; S- Suficiente; B- Bom; MB- Muito bom