



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Filomena Maria Alexandre Morgado

OS FLUIDOS DA TERRA E DA VIDA!
ENSINO DA VULCANOLOGIA AO 10.º ANO E DO SANGUE E
SISTEMA CARDIOVASCULAR AO 9.º ANO.

**Relatório de Estágio Pedagógico no âmbito do Mestrado em Ensino de
Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
orientado pela Professora Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes e pelo
Professor Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, e apresentado aos
Departamento de Ciências da Vida e Departamento de Ciências da Terra, da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.**

Outubro de 2021

Os fluidos da Terra e da vida!

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

OS FLUIDOS DA TERRA E DA VIDA!

ENSINO DA VULCANOLOGIA AO 10.º ANO E DO SANGUE E SISTEMA CARDIOVASCULAR AO 9.º ANO.

Filomena Maria Alexandre Morgado

Relatório de Estágio Pedagógico no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário orientado pela Professora Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes e pelo Professor Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, e apresentado aos Departamento de Ciências da Vida e Departamento de Ciências da Terra, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (Decreto-Lei n.º 74/2014 de 14 de maio).

Outubro de 2021

1 2 9 0



**UNIVERSIDADE D
COIMBRA**

Agradecimentos

Aos alunos das turmas do 9.º I e 10.º A pela sua simpatia e por me terem acolhido e recebido bem como professora estagiária deles, colaborando e participando nas atividades e aulas.

Ao orientador cooperante, Professor Paulo Magalhães pela sua sabedoria, experiência, orientação e paciência.

À Professora Doutora Ana Rola, pelas orientações no decurso de várias disciplinas do mestrado.

Aos orientadores científicos, Professora Doutora Isabel Abrantes e Professor Doutor Pedro Calapez, por toda a disponibilidade, orientação, sabedoria, experiência, paciência, apoio, força e dedicação que tiveram por mim, e que muito me ajudou na minha aprendizagem.

A todos os professores do Mestrado de Ensino em Biologia e Geologia pelo seu apoio e pela sua contribuição fundamental neste caminho.

À Escola Secundária D. Duarte e sua comunidade profissional por me terem aceitado como estagiária e por me terem disponibilizado os materiais necessários, instalações, informações e documentos.

Aos meus colegas Andreia Rodrigues, Miguel Gomes e todos os outros colegas que se cruzaram comigo neste estágio, pela sua simpatia, ajuda e colaboração nas demais tarefas e trabalhos.

Aos meus amigos, em especial à Cristina Seabra e à Isabel Febra, que estiveram sempre do meu lado e a todos os outros que estiveram envolvidos durante este meu mestrado.

Aos meus pais, à minha irmã e ao Piruças por todo o amor, alegria, carinho, força e apoio incondicional, mesmo nas situações mais difíceis e stressantes.

A Deus e todos os seres celestes por me terem guiado e dado força neste mestrado, que muito contribuiu para o meu desenvolvimento.

Muito obrigada a todos!

Os fluidos da Terra e da vida!

Os fluidos da Terra e da vida! Ensino da Vulcanologia ao 10.º ano e do Sangue e Sistema cardiovascular ao 9.º ano.

Resumo

O atual relatório insere-se no âmbito da unidade curricular ‘Estágio Pedagógico e Relatório’, do segundo ano do ‘Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário’, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Tem como objetivos principais relatar e analisar criticamente as atividades que desenvolvi na escola, como professora estagiária, durante o meu percurso de estágio. Nele são apresentadas e ponderadas as ações letivas concretizadas, bem como uma apreciação do desempenho dos estudantes perante essas ações, com vista a determinar o sucesso das suas aprendizagens e a adequabilidade dos recursos e estratégias utilizados no processo de ensino e nas avaliações de caráter formativo e sumativo. Para tal, procedeu-se ao enquadramento teórico relativo às práticas letivas, em termos da sua moldura legal e da sua contextualização pedagógica e didática, considerando as normativas preconizadas pelo Ministério da Educação. Seguiu-se o enquadramento teórico dos temas lecionados, de acordo com os conceitos e fundamentos científicos consignados nas Aprendizagens Essenciais e nos manuais escolares adotados pela escola para o 10.º e 9º anos de escolaridade. O estágio foi realizado na Escola Secundária D. Duarte, em Coimbra, durante o ano letivo de 2020/2021, e teve como intuito criar condições ao exercício da ação docente na formação inicial docente do estagiário, contando com o apoio do orientador cooperante Professor Paulo Magalhães e de orientadores científicos da Universidade de Coimbra. Os objetivos específicos concretizados, passaram por: 1) planificar e implementar aulas; 2) selecionar e aplicar estratégias de ensino e recursos didáticos, consoante os temas a serem abordados, as turmas e as circunstâncias ou condições logísticas; 3) analisar a sua efetividade e êxito, através de investigação sobre a aprendizagem dos estudantes, e 4) autorreflexão do estagiário sobre as suas ações letivas. Algumas das estratégias e recursos implementados foram o relatório “V de Gowin”, atividades práticas de lápis e papel, recursos audiovisuais e modelos didáticos 3D. As práticas letivas deste estágio incidiram essencialmente numa turma de 10.º ano, do ensino secundário, relativamente à disciplina de Biologia e Geologia, e numa turma de 9.º ano, do 3.º Ciclo do ensino Básico, na disciplina de Ciências Naturais. Os temas lecionados nas aulas foram Vulcanologia (vulcanismo secundário, vulcanismo e tectónica, evidências em Portugal, benefícios e prevenção dos riscos) ao 10.º ano, e o sangue e sistema cardiovascular (constituintes e ciclo cardíaco) ao 9.º ano de escolaridade. A análise efetuada através do

Os fluidos da Terra e da vida!

relatório “V de Gowin”, dos pré-testes e pós-testes, permitiu constatar que a aprendizagem dos estudantes sobre estes temas, após as aulas assistidas da estagiária, foi significativa em muitos dos seus aspetos e conduziu a conhecimento duradouro, motivando os estudantes para temas de Ciências Naturais e para o trabalho cooperativo.

Palavras-chave: Biologia e Geologia, Ensino das ciências, Estágio Pedagógico, Sangue, Sistema cardiovascular, Vulcanologia.

The fluids of Earth and life!

Teaching of Volcanology in the 10th grade and Blood and Cardiovascular System in the 9th grade.

Abstract

The current report is part of the curricular unit 'Pedagogical Training and Report' of the second year of the 'Master in Biology and Geology Teaching in the 3rd cycle of Basic and Secondary Education', Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra. The main objectives of this report are to report and critically analyze the activities carried out in the school, as an intern teacher, during my pedagogical training. Therefore, in this report the teaching actions implemented are presented and considered, as well as an appreciation of the students' performance in these actions to determine the success of their learning and the adequacy of the resources and strategies used in the teaching process and in the formative and summative assessment. The theoretical context related to teaching practices was made, in terms of its legal framework and its pedagogical and didactic contextualization, considering the norms recommended by the Ministry of Education. Afterwards, the theoretical context of the topics taught, taking into account the scientific concepts set out in the "Aprendizagens Essenciais" and in the textbooks adopted by the school for the 10th and 9th years. The pedagogical training was held at "Escola Secundária D. Duarte", in Coimbra, during the school year 2020/2021, and aimed to create conditions for the exercise of teaching in the initial teacher training of the trainee, with the support of the cooperative supervisor Professor Paulo Magalhães and scientific supervisors of the University of Coimbra. The specific objectives achieved were: 1) to plan and implement the lectures; 2) to select and apply teaching strategies and didactic resources, depending on the topics to be addressed, the classes and the circumstances or logistical conditions; 3) to analyze its effectiveness and success, by investigating the learning of the students; and 4) to reflect on the teaching actions conducted during the pedagogical training. Some of the strategies and resources implemented were the "V de Gowin" report, pencil and paper practical activities, audiovisual resources and 3D didactic models. The teaching practices of this pedagogical training were focused mainly on a class of the 10th grade of secondary education, in relation to the discipline of Biology and Geology, and in a class of the 9th grade of the 3rd Cycle of Basic Education, in the discipline of Natural Sciences. The topics taught in the classes were Volcanology (secondary volcanism,

Os fluidos da Terra e da vida!

volcanism and tectonics, evidence in Portugal, benefits and risk prevention) at the 10th grade, and the blood and cardiovascular system (constituents and cardiac cycle) to the 9th grade. The analysis carried out through the "V de Gowin" report, the pre-tests and post-tests revealed that, at the end of the trainee assisted lectures, the students learning on these topics was significant in many of its aspects and led to lasting knowledge, motivating the students to Natural Science topics and to cooperative work.

Keywords: Biology and Geology, Blood, Cardiovascular system, Pedagogical training, Science teaching, Volcanology.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRAT.....	VII
INDICE.....	IX
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento Legal	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estrutura e organização.....	3
2. O ensino: abordagem teórica ao ensino e aprendizagem.....	4
2.1. Estratégias e recursos educativos.....	8
2.1.1. Método transmissivo ou expositivo vs método por questionamento ou inquiry.....	10
2.1.2. Atividades práticas e atividades práticas de lápis e papel.....	12
2.1.3. Modelo ou diagrama “V de Gowin”.....	13
2.1.4. Recursos tradicionais como o quadro e o manual escolar.....	15
2.1.5. Recursos audiovisuais e digitais: Powerpoint, vídeos e plataformas digitais.....	16
2.1.6. Mapas de conceitos.....	17
2.1.7. Analogias.....	18
2.1.8. Modelos didáticos.....	19
2.1.9. Avaliação.....	20
2.2. Planificações.....	22
2.3. Aulas presenciais (importância) vs aulas <i>online</i> / Ensino presencial e ensino <i>online</i>	23
3. Enquadramento teórico de Geologia.....	25
3.1. Vulcanologia.....	25
3.2. Perspetiva histórica dos vulcões.....	26
3.3. Vulcanismo.....	28
3.4. Vulcanismo secundário, residual ou atenuado.....	33
3.5. Distribuição dos vulcões e placas tectónicas.....	37
3.5.1. Vulcanismo associado a zonas de subdução.....	39
3.5.2. Vulcanismo em zonas de vale de rifte.....	40
3.5.3. Vulcanismo intraplaca.....	42
3.6. Atividade vulcânica em Portugal.....	44
3.7. Atividade vulcânica: vantagens e desvantagens.....	46
3.8. Atividade vulcânica: impacto na atmosfera e na biodiversidade.....	51
3.9. Atividade vulcânica: Previsão dos perigos e prevenção dos riscos.....	52
4. Enquadramento teórico de Biologia.....	56

4.1. Sangue.....	56
4.1.1. Constituintes do sangue.....	57
4.1.1.1. Plasma.....	59
4.1.1.2. Eritrócitos.....	59
4.1.1.3. Leucócitos.....	61
4.1.1.4. Plaquetas.....	64
4.1.2. Análises ao sangue.....	65
4.1.3. Compatibilidades sanguíneas.....	67
4.1.3.1. Sistema AB0.....	68
4.1.3.2. Sistema Rh.....	70
4.1.3.3. Combinação dos sistemas AB0 e Rh no estudo de compatibilidades sanguíneas.....	71
4.2. Sistema cardiovascular no ser humano.....	71
4.2.1. Coração.....	73
4.2.2. Vasos sanguíneos.....	76
4.2.3. Ciclo cardíaco.....	81
5. Metodologia.....	83
5.1. Caracterização da escola.....	83
5.2. Caracterização da turma do 10º Ano.....	84
5.3. Caracterização da turma do 9º Ano.....	85
5.4. Presença em reuniões e aulas (presenciais e online).....	85
5.5. Seleção dos anos de escolaridade e temas a ensinar.....	86
5.6. Planificação.....	87
5.7. Ensino dos temas: estratégias e recursos didáticos.....	100
5.7.1. Mapas de conceitos.....	102
5.7.2. Analogias.....	105
5.7.3. Recursos físicos em sala de aula: quadro, manual e modelos didáticos.....	106
5.7.4. Atividades práticas.....	107
5.7.5. Powerpoint e vídeos.....	118
5.7.6. Avaliação.....	122
6. Resultados e Conclusões.....	152
6.1. Relatório “V de Gowin” (O salto da água!): Geologia 10ºano.....	152
6.2. Pré-testes e pós-testes: geologia do 10ºAno.....	155
6.3. Pré-testes e pós-testes: Ciências Naturais do 9ºAno.....	159
7. Considerações finais.....	168
8. Referências bibliográficas.....	171
APÊNDICE	181

1. Introdução

Este relatório surge no âmbito do Estágio Pedagógico efetuado em requisito da unidade curricular “Estágio Pedagógico e Relatório” do 2.º ano do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. O estágio concretizou-se ao nível das disciplinas de Biologia e Geologia do 10.º ano e de Ciências Naturais do 9.º ano de escolaridade. Os temas a serem lecionados foram selecionados tendo em conta os domínios e subdomínios das Aprendizagens Essenciais, dos quais fazem parte. Nas aulas assistidas de 10.º ano, foi lecionada parte da Vulcanologia (vulcanismo secundário, vulcanismo e tectónica, evidências em Portugal, benefícios e prevenção dos riscos) e, nas aulas do 9.º ano, foram lecionados o Sangue e parte do Sistema Cardiovascular (constituintes e ciclo cardíaco).

Este estágio pedagógico ocorreu na Escola Secundária D. Duarte, em Coimbra, a qual faz parte do Agrupamento de Escolas Coimbra Oeste, no ano letivo de 2020-2021, sob a supervisão e orientação do orientador cooperante Professor Paulo Magalhães e dos orientadores científicos Professores Doutores Isabel Maria de Oliveira Abrantes, Ana Isabel Simões Rola e Pedro Miguel Callapez Tonicher.

Como se constatará seguidamente, o estágio é uma componente importante e indispensável à formação inicial dos professores, permitindo um primeiro contato com a realidade escolar e os estudantes, e o início da prática letiva com supervisão, pondo em prática ações de ensino, como por exemplo planificações, lecionação de aulas, estratégias de ensino e utilização de recursos didáticos e avaliação (conceitual, das atitudes e procedimental (Roldão, 2009; Cachapuz et al., 2020), para que assim, como professora estagiária, eu possa desenvolver capacidades e competências para o exercício da profissão.

1.1. Enquadramento legal

Em Portugal foi criada a lei de bases do sistema educativo (Lei n.º 46/86), em 14 de outubro de 1986, com a ambição de regulamentar o sistema educativo, e agilizar e promover a educação no nosso país. Nesta lei, o sistema educativo é definido como *“o conjunto de meios pelo qual se concretiza o direito à educação, que se exprime pela garantia de uma permanente ação formativa orientada para favorecer o desenvolvimento global da personalidade, o progresso social e a democratização da sociedade”*, e, portanto, pretende assegurar o direito à educação dos portugueses através de um conjunto de ações ou práticas educativas nas várias instituições e escolas, sejam elas públicas ou não (artigo 1º da lei n.º 46/86, p.3067). Os princípios gerais desta lei compreendem, no essencial: 1) ‘o direito de

todos os portugueses à educação'; 2) a 'democratização do ensino'; 3) a equidade e justiça no acesso ao ensino, ações escolares e seu êxito; 4) a flexibilidade e autonomia, possibilitando a livre escolha na forma de 'aprender e ensinar'; 5) atender às necessidades consequentes dos contextos sociais e às de aprendizagem para o desenvolvimento de pessoas independentes e responsáveis; e 6) a recetividade à conversação, com a promoção de um carácter crítico, democrático, criativo e ativo no ambiente em que se inserem (artigo 2º da lei n.º 46/86, p.3068).

No sentido de uniformizar e trazer igualdade de acesso ao ensino, têm sido criados e aperfeiçoados, ao longo dos anos, programas curriculares e outros documentos similares como as Aprendizagens Essenciais, os quais definem temas, conteúdos e sugestões de atividades a serem lecionados. Este processo evolutivo, também tendente à modernização do ensino, com acesso a novas tecnologias, como resposta à própria realidade socioeconómica do país e das famílias portuguesas, veio culminar, mais recentemente (2018), com as Aprendizagens Essenciais, desenvolvidas em resposta ao Despacho n.º 8476-A/2018. As Aprendizagens Essenciais são consideradas "*documentos de orientação curricular base na planificação, realização e avaliação do ensino e da aprendizagem, e visam promover o desenvolvimento das áreas de competências inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*" (Direção Geral da Educação – DGE, n.d., p.1). Nas Aprendizagens Essenciais são descritos os temas e conteúdos relativos às várias áreas do saber e do conhecimento científico consoante a disciplina, bem como objetivos e sugestões de metodologias e estratégias de ensino direcionadas ao perfil dos discentes (Despacho n.º 6605-A/2021).

Pelo despacho n.º 6478/2017 de 26 de julho, foi estabelecido e homologado o 'Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória' que se identifica como "referencial" curricular a seguir na tomada de decisões pelos profissionais da educação nas instituições de ensino/escolares, funcionando como base global a todas as instituições educativas, no que diz respeito aos anos de escolaridade obrigatória, o qual também inclui orientações de planeamento, implementação e avaliação (despacho n.º 6478/2017).

1.2. Objetivos

Os objetivos deste Estágio Pedagógico, consubstanciados no presente relatório, incluem:

1) Planificar e implementar aulas, nas quais se selecionariam e aplicariam estratégias e recursos de ensino adequados aos temas científicos, estudantes e condições existentes (ex: recomendações logísticas decorrentes da pandemia Covid-19, condições materiais);

- 2) Analisar a efetividade e êxito dessas estratégias e recursos;
- 3) Averiguar sobre a aprendizagem dos discentes;
- 4) Proceder a uma reflexão sobre as suas ações letivas e conduta.

1.3. Estrutura e organização

Este relatório encontra-se estruturado de modo a descrever as diversas atividades planificadas e realizadas na escola, ao longo do ano letivo de 2020-2021 em que decorreu o Estágio Pedagógico. Para tal, procede-se ao enquadramento pedagógico e científico dos temas abordados nas aulas assistidas e efetua-se uma análise das aprendizagens conseguidas pelos estudantes, no período em que essas aulas foram lecionadas, através de alguns instrumentos de avaliação usados ('V de Gowin', pré e pós-teste).

Para esse efeito, foi organizado de acordo com os seguintes capítulos: 1) enquadramento teórico ao ensino-aprendizagem (o ensino: abordagem teórica ao ensino e aprendizagem); 2) enquadramento teórico de Geologia (temas de Vulcanologia nas áreas de: vulcanismo secundário, vulcanismo e tectónica, evidências em Portugal, benefícios e prevenção dos riscos); 3) enquadramento teórico de Biologia (temas de Sangue e Sistema cardiovascular, relativamente aos seus constituintes e ciclo cardíaco); 4) metodologia, em que se procede a caracterização da escola e das turmas, presença em aulas e reuniões, seleção dos anos de escolaridade e temas a ensinar, planificação e estratégias e recursos usados; 5) resultados e conclusões, relativamente ao relatório 'V de Gowin' (simulação de um geiser) pré-preenchido pelos alunos do 10.º ano e aos pré-testes e pós-testes aplicados em ambos os anos de escolaridade; 6) considerações finais; 7) referências bibliográficas e 8) anexos.

2. O ensino: abordagem teórica ao ensino e aprendizagem

Desde sempre que o ensino tem vindo a assumir cada vez mais importância nas sociedades humanas e no advento civilizacional, contribuindo para o progresso do conhecimento científico e da razão, por contraposição com o abandono da crença que personificava as culturas primitivas. Ao longo dos séculos a sociedade foi evoluindo e, com ela, a ciência e a técnica, fortemente influenciadas pelas suas raízes clássicas, renovadas durante o Renascimento e o Iluminismo setecentista. O ensino foi fundamental neste desenvolvimento, conduzindo o homem à Revolução industrial e à ciência moderna, como hoje a conhecemos. Numa perspetiva racional, fomenta-se a descoberta, ensina-se essa descoberta e, se ela for eficazmente aprendida, pode ser desenvolvida e levar a descobertas novas e mais complexas (Araújo & Braz, 2014; Coelho & Dutra, 2018).

A ação de ensinar acompanha a humanidade desde o seu início e está vinculada à necessidade que o homem tem de aprender e conhecer. Com a evolução da humanidade e o aparecimento de civilizações, o ensino tornou-se cada vez mais organizado, formal e institucional, com o surgimento de professores e de escolas, seguindo-se a sua democratização, ao longo de um processo que demorou gerações. Não obstante, ensinar não é apenas transferir os conteúdos preconizados pelo programa curricular estipulado pelo ministério da educação; vai bastante além disso (Coelho & Dutra, 2018; Costa, 2000).

Ensinar significa ajudar os estudantes a desenvolverem competências cognitivas, procedimentais e atitudinais, de uma forma organizada e ativa, envolvendo-os na sua própria aprendizagem, de modo a fomentar a sua capacitação de uma forma mais eficaz, promovendo a sua futura integração na sociedade. Assim sendo, o ensino tem como finalidade a aprendizagem do estudante e a aplicação dessa aprendizagem caso um dia seja preciso. Espera-se que este aprenda algo que se considere útil ao seu futuro (Roldão, 2009).

Segundo estudos efetuados, os professores consideram que aquilo que se espera no momento de ensinar, consiste em lecionar temas relativos à cultura científica, literária ou artística, os quais têm de ser transmitidos entre gerações. Consiste, também, em melhorar a aprendizagem autónoma dos estudantes, exhibir os assuntos de modo ordenado e estimular o seu pensamento com questões. Também podem ser tidos em conta exercícios, experiências e atividades. Em suma, é dada ênfase à importância do construtivismo como modelo pedagógico, à exposição e esclarecimento de matérias (de cariz transmissivo) e ao incentivo ao pensamento (sentido crítico e construção do próprio conhecimento) (Roldão, 2009).

Existem várias teorias a explicar o processo de aprendizagem, entre elas o behaviorismo, o cognitivismo e o construtivismo. O behaviorismo deriva da palavra inglesa *behaviour* que

quer dizer comportamento. Aqui, o comportamento humano pode ser estudado experimentalmente e cientificamente, através do efeito ou resposta a estímulos (em resultado da aprendizagem) (Coelho & Dutra, 2018), e tem por base o princípio “do condicionamento estímulo-resposta” (Serrano et al., 2018). Ou seja, a aprendizagem acontece quando o indivíduo, perante um determinado estímulo do meio, dá uma resposta adequada, a qual é reforçada (na presença do mesmo estímulo a resposta será a mesma que anteriormente). Neste sentido, os estudantes aprendem consoante as circunstâncias e acontecimentos do ambiente a que estão expostos (Ertmer & Newby, 2013). Ainda associado ao behaviorismo surge a aprendizagem/ensino por transmissão em que o professor mostra e transmite as informações aos estudantes (papel passivo) e exige-lhes que as memorizem e as reproduzam (Vasconcelos et al., 2003).

No cognitivismo, é dada importância à aquisição de conhecimento e ao modo como o cérebro/mente funciona. Debruça-se na forma como o conhecimento é recebido, estruturado, armazenado e lembrado (memória), tendo em conta a atenção do estudante. Na perspectiva cognitivista é mais relevante o saber e o como é adquirido o conhecimento, do que o fazer, e o estudante é considerado um participante ativo na sua aprendizagem. A teoria cognitivista defende que a aprendizagem do conhecimento seja significativa e é a favor do apoio aos estudantes, para que estes associem novos conhecimentos aos que já têm armazenados na memória (Ertmer & Newby, 2013). A aprendizagem significativa acontece quando um novo conhecimento ou informação é relacionado com outros saberes pertinentes e existentes na estrutura mental e memória do indivíduo, e lhe é atribuído significado (Coelho & Dutra, 2018). Por outro lado, a aprendizagem mecânica acontece quando o estudante apenas memoriza a informação, mesmo que sem a conseguir contextualizar e articular com outros saberes (Vasconcelos et al., 2003).

Piaget e Vygotsky foram grandes contributos para a teoria construtivista da aprendizagem. Piaget concebe a epistemologia genética e reconhece-a na aprendizagem, onde procura esclarecer o processo de construção do conhecimento no estudante. Na sua conceção, as pessoas são organismos que, ao interagirem com o exterior, alteram esse exterior e também se alteram interiormente, sendo que o progresso intelectual e a obtenção de conhecimento estão interligados e são inseparáveis. No entanto, a aquisição de conhecimento ocorre individualmente. Na aprendizagem, novos conhecimentos resultam de uma ação profunda e não apenas reativa às circunstâncias do meio, dependendo do estado do desenvolvimento cognitivo e treino intelectual do indivíduo (visão biológica), onde a assimilação e acomodação são intervenientes (Serrano et al., 2018).

Vygotsky explica a aprendizagem pela teoria do desenvolvimento, na qual o indivíduo é ativo na sua aprendizagem e os alicerces biológicos e os contextos sociais estão em constante influência. Tem em conta os componentes biológicos necessários ao

funcionamento mental em evolução, o qual é afetado pela sociedade e cultura durante a infância; por exemplo, a linguagem também é um fator importante no desenvolvimento intelectual, podendo o indivíduo ter uma margem de potencial que pode ser desenvolvida (Serrano et al., 2018). Para ambos os autores, a aprendizagem e a construção do conhecimento, marcada pelo elemento da interação, é influenciado pelo estágio de desenvolvimento físico e cognitivo, e pelos contextos biológico e cognitivo, afetivo e emocional, e social, que interagem entre si (Coelho & Dutra, 2018).

Numa perspectiva construtivista, quando se fala em processo de ensino-aprendizagem, o ensino e a aprendizagem são processos interligados que caminham juntos, uma vez que o ensino do professor se concretiza na aprendizagem do estudante em alguma coisa. Além de que, a ação de ensinar também implica uma adequação consoante o desenvolvimento da aprendizagem no estudante (Albuquerque, 2010).

O ensino das ciências tem vindo a ser fortemente assinalado por ideais cognitivistas e construtivistas. Quanto ao ensino-aprendizagem das ciências, o estudante é o protagonista deste processo, durante o qual, impelido pela curiosidade, é corresponsável pela construção do seu próprio conhecimento. Tal implica da parte do professor, que este se informe sobre o estudante e sobre o seu estado de desenvolvimento. Além disso, a aprendizagem não se concretiza com a informação que o estudante simplesmente recebe, mas consubstancia-se de uma forma mais ativa, focando-se cada vez mais numa aprendizagem por descoberta, na resolução de problemas, no espírito crítico e na construção ativa do conhecimento com reformulação de ideias e conceitos (Vasconcelos et al., 2003).

A ciência não se constrói, nem se aplica ou atua sozinha numa só área, apesar de ser, muitas vezes, compartimentada em várias disciplinas, de modo a facilitar a sua operacionalidade e dada a grande quantidade de conhecimento que engloba. Por outro lado, ainda interage com outros saberes ou disciplinas e, portanto, as ciências não se limitam a apenas a uma área ou disciplina, mas têm muitas vezes um carácter interdisciplinar e transversal. Por isso, a promoção da interdisciplinaridade no ensino das ciências é promissora. No século XVI, a contribuição da arte e do estudo da anatomia por parte de Leonardo da Vinci, aprimorou e trouxe conhecimento a ambas as áreas (Cachapuz, 2014). Por exemplo, no estudo da estrutura do DNA, que contém informação ao funcionamento da vida (Biologia), são tidos em conta conhecimentos de Química ao nível dos átomos e moléculas que o compõem.

Aliada ao ensino das ciências, surge a educação em ciência, a qual procura melhorar e promover esse tipo de ensino, estimulando o pensamento científico. Algumas das áreas ou disciplinas relatadas, fundamentais à conceção da educação em ciência, são a história/filosofia da ciência (que contribuem com os contextos de descoberta científica e a nova filosofia da ciência), a ciência em si (com os seus modelos ou paradigmas disciplinares;

por exemplo a Tectónica de Placas ou a Teoria da Evolução), a sociologia da ciência (que fomenta a relação C/T/S – Ciência, Tecnologia e Sociedade), a ética e a psicologia/ciências da educação (com o socio-construtivismo como referência a seguir nas práticas letivas). Ainda abordam, por exemplo, controvérsias que surgem no presente ou marcantes no passado, a comunidade, problemas da bioética e a ética de responsabilidade e solidariedade (Fig. 1). Estas disciplinas interagem e partilham conhecimento entre si, efetivando a educação em ciência, de forma a solucionar problemas do ensino-aprendizagem das ciências (Cachapuz et al., 2004).

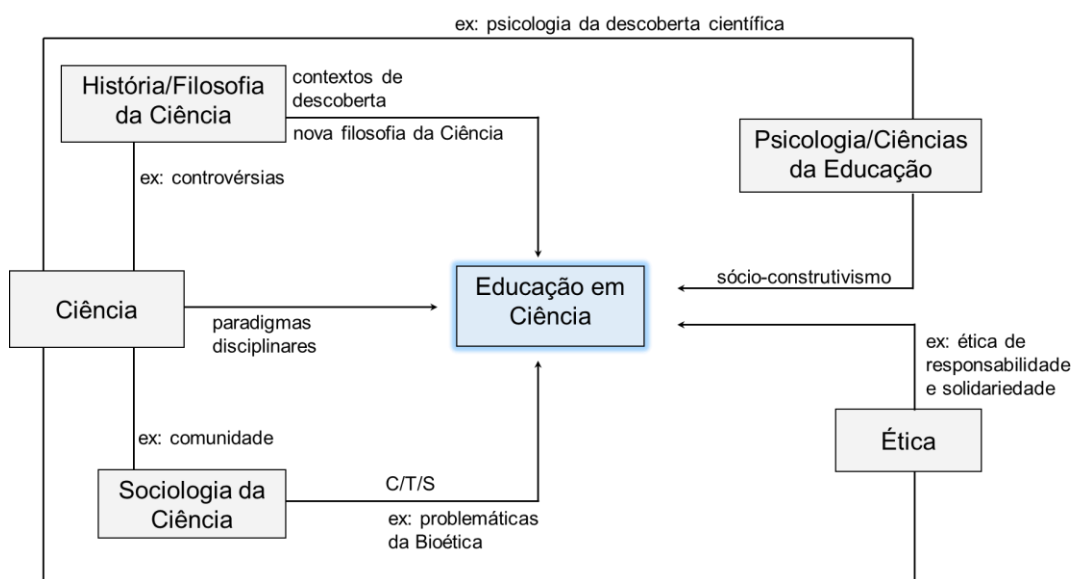


Figura 1 – Interdisciplinaridade da educação em Ciências (Segundo Cachapuz et al., 2004).

Além de se poder integrar o ensino em ciências com outras disciplinas/áreas, também se considera a forma como a ciência interfere com a sociedade e como os conteúdos científicos são transportados para o quotidiano. Por exemplo, pode-se pegar no tema da refeição do dia e remetê-lo para esclarecer a cadeia alimentar, e como se apela a normas de ética e a fazer ciência com ética. A educação em ciências ambiciona “cidadãos cientificamente cultos” e ativos na sociedade e, para isso, é necessário passar pelas abordagens seguintes, designadas de: aprender ciência, aprender sobre ciência e aprender a fazer ciência. Ao aprender ciência, o estudante aprende os conceitos e conhecimentos dos temas científicos. Aprender sobre ciência consiste em entender o que significa a ciência, seus métodos e sua história e, também, em conhecer as interações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Por fim, ao aprender a fazer ciência, o estudante fica capacitado para a investigação e para encontrar soluções (Cachapuz et al., 2004).

A promoção do estudante em construir o seu próprio conhecimento, vai buscar fundamentos no construtivismo, ao mesmo tempo que apoia o seu desenvolvimento pessoal

e social. Para isso, convém que os conteúdos a lecionar estejam alinhados com o contexto e interesses pessoais e com o dia-a-dia do estudante, o que exige uma adequação de atitudes e estratégias por parte do professor no processo de ensino-aprendizagem, além da necessidade de incluir interdisciplinaridade e resolução de problemas. Na resolução de problemas também se pode recorrer à sua simulação através das novas tecnologias ou fomentado a cooperação através de trabalhos de grupo (Vasconcelos et al., 2003). Nesta perspectiva, torna-se também benéfico valorizar a confluência de várias metodologias no ensino das ciências, nos conteúdos programáticos e na influência do “outro” (em especial do professor) na aprendizagem de cada um (Vasconcelos et al., 2003).

A aprendizagem passa também pela emoção. No ensino das ciências, é necessário motivar e estimular a curiosidade dos estudantes pela ciência e tecnologia, começando por fazer a ponte com aspetos do seu quotidiano e contextos/história pessoal, de modo que estes se identifiquem e familiarizem com os temas e dilemas da ciência/tecnologia, valorizando-os, mas também levando-os a investir mais dedicação a esses assuntos (Cachapuz et al., 2004).

2.1. Estratégias e recursos educativos

Como o ensino não está dissociado da aprendizagem, as estratégias didáticas não são só de ensino, mas sim de ensino-aprendizagem. Para Vieira e Vieira (2005), estratégia de ensino-aprendizagem consiste num “conjunto de ações do professor, ou do aluno orientadas para favorecer o desenvolvimento de determinadas competências de aprendizagem que se têm em vista”, o que pressupõe “um plano de ação para conduzir o ensino em direção a propósitos fixados, servindo-se de meios” ou recursos, ou seja, a estratégia procura responder à pergunta, “como atingir um dado propósito?” (Vieira & Vieira, 2005, p.16).

O próprio ato de ensinar é considerado uma ação estratégica estruturada e focada na concretização de uma determinada aprendizagem desejada em outra pessoa. Estratégia é definida como uma “conceção global de uma ação, organizada com vista à sua eficácia” (Roldão, 2009, p.57) e, no caso da estratégia de ensino, essas ações organizadas têm como foco a concretização de certa aprendizagem. Qualquer ação do professor tem carácter estratégico, incluindo cada parte ou passo do processo curricular (idealização, planificação, prática letiva, avaliação). Então, o currículo, a estratégia e o ensino articulam-se, porque o ensino implica descobrir e pôr em prática a melhor forma, ou caminho, dos estudantes aprenderem determinados assuntos curriculares que se colocam no âmbito de programas lecionados, com implicações ao nível da parte cognitiva, concetual e atitudinal (Roldão, 2009).

O ensino e suas estratégias não estão dissociados dos desafios colocados pelo desenvolvimento curricular e têm como alvo o desenvolvimento ativo e estruturado da aprendizagem dos estudantes, em determinados aspetos (Gaspar & Roldão, citados por

Roldão, 2007). No próprio programa curricular (aprendizagens essenciais) são considerados exemplos de estratégias ou “ações estratégicas” (DGEC, 2018).

As estratégias têm sido classificadas de acordo com diferentes critérios. Relativamente ao critério referente ao “envolvimento do professor”, são consideradas estratégias centradas neste (intervenção muito ativa do professor) e estratégias centradas no estudante (envolvimento mais passivo do professor e estudante com um papel mais ativo) (Pereira, 1992, citado por Vieira & Vieira, 2005). De acordo com critérios cognitivos, relativos ao processamento de informação por parte do estudante, as estratégias de ensino podem ser classificadas em indutiva, quando os estudantes chegam a uma conclusão e explanam conceitos ou ideias a partir de informações e exemplos fornecidas pelo professor, e dedutiva, quando os estudantes esclarecem os conceitos ou ideias fornecidas pelo professor através de palavras usadas para descrever esses conceitos (Ribeiro & Ribeiro, 1989, citado Vieira & Vieira, 2005). Tendo em conta o critério do princípio da realidade (Tab. 1), as estratégias ainda podem ser classificadas em situações de vida real, simulações da realidade e abstrações da realidade (Spitze, 1970, citado por Vieira & Vieira 2005).

Tabela 1 - Classificação de estratégias de acordo com o princípio da realidade e exemplos de estratégias (Vieira & Vieira, 2005)

Classificação	Estratégias (exemplos)
<i>Situações da vida real</i>	Inquéritos (pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, etc.) Estágios Estruturadores gráficos (diagramas, fluxogramas, redes, etc.) Questionamento
<i>Simulações da realidade</i>	Discussão em pequeno grupo (simulação, modelos, dramatização ou teatralização, <i>Brainstorming</i> , painel de discussão, grupo de discussão, jogos) Debate, trabalho de grupo, trabalho experimental
<i>Abstrações da realidade</i>	Exposição (leitura, escrita, demonstração, ensino assistido por computador) Treino ou prática (repetição da informação até ficar ‘automática’) Exame ou fichas e testes

2.1.1. Método transmissivo ou expositivo vs método por questionamento ou *inquiry*

O método/ensino transmissivo também pode ser designado por expositivo. O ensino por transmissão, ou expositivo, sempre bastante influenciado pelas teorias da aprendizagem behavioristas, baseia-se sobretudo na exposição oral dos assuntos por parte do professor, o qual transmite as informações ou ideias (corresponde aos estímulos no behaviorismo) aos estudantes, os quais as recebem passivamente ao nível cognitivo e têm, apenas, de as memorizar, recordar e reproduzir mais tarde (Santos & Praia, 1992; citado por Vasconcelos et al., 2003). Normalmente, o método transmissivo tende a ser realizado em contexto de sala de aula, resultando em lições simplesmente expositivas, com menor interação estudante-professor e consideradas menos dinâmicas. Este método, utilizado na exibição lógica dos assuntos, é descrito por uma dinâmica em que as temáticas são expostas e desenvolvidas pelo professor, uma vez que o estudante não tem acesso direto a esses conteúdos, por estudantes numa função passiva de recetores, e como o método mais usado nas aulas. Obstáculos também podem surgir, tais como o tempo de atenção do estudante, ou os poucos recursos de apoio à exposição do conteúdo. Para se colmatarem estas dificuldades, pode-se, por exemplo, recorrer a materiais do quotidiano (Libâneo, 1994; citado por Rocha & Dragan, 2016).

No entanto, a aula deste método também se pode revelar favorável, como por exemplo na hora de se falar pela primeira vez de um novo conteúdo desconhecido pelo estudante, em que o professor leciona conceitos relativos a esse conteúdo e fornece fontes com informação adicional. A seguir, convém que a aula seja conciliada com outros métodos que o levem a entender o tema e consiga usar esses conhecimentos no seu quotidiano (Libâneo, 1994; citado por Rocha & Dragan, 2016). Normalmente, a aula expositiva adapta-se à maioria dos temas a serem lecionados, apesar da interação do estudante ser mais restrita, pelo que é necessário combinar esta forma de aula com diversos recursos didáticos e outros métodos de ensino-aprendizagem, além de uma necessidade de maior dinâmica por parte do professor no uso da voz e da expressão corporal, de modo que os estudantes permaneçam atentos e interessados (Plebani & Souza Domingues, 2009).

O questionamento como estratégia de ensino é usado desde a Antiguidade Clássica nomeadamente por filósofos como Sócrates e Aristóteles, uma vez que para eles, a formulação de perguntas, numa perspetiva maiêutica, era uma forma de justificar e confirmar determinado tópico, alegação ou ideia (Maiorana, 1991; citado por Vieira & Vieira, 2005). Para além de funcionar individualmente numa aula, o questionamento também integra outros métodos instrutivos, entre os quais o inquérito. O questionamento é considerado como uma estratégia de ensino que consiste na elaboração planificada de um conjunto de perguntas

sucessivas e encadeadas, claramente direcionado a atingir um ou mais aspectos específicos da aprendizagem (Vieira & Vieira, 2005).

Esta estratégia de formular questões não se fica apenas por averiguar se os estudantes adquiriram certa informação de dado tema, pois também instiga ao pensamento crítico no estudante, dependendo do tipo de perguntas feitas e do seu nível cognitivo (por exemplo, questões fechadas/abertas, de resposta curta, convergentes/divergentes ou fatuais), as quais, neste caso, seriam sobretudo de resposta aberta e divergentes. Neste sentido, também é preciso dar tempo suficiente para os estudantes refletirem e responderem (Vieira & Vieira, 2003; Vieira & Vieira 2005).

O questionamento é uma estratégia importante à expansão do pensamento científico, além de contribuir para uma participação maior e mais ativa do estudante na cidadania, conduzindo-o a uma postura mais crítica, analítica e ponderada. Além disso, a aprendizagem baseada na resolução de problemas, ou seja, centrada no estudante e defendendo que a construção de novas aprendizagens se inicia recorrendo a contextos e problemas do dia a dia, também otimiza as capacidades de questionamento. Neste âmbito, para além das perguntas meramente informativas, é possível aplicar questões com elevado nível cognitivo e que promovam a reflexão. Contudo, é importante diversificar os tipos de perguntas colocadas, o que também promove a construção dessas questões de maior grau cognitivo (Pinto et al., 2015).

O questionamento para a aprendizagem do estudante e a construção do seu conhecimento é importante porque estimula a sua curiosidade e vontade de descoberta. Segundo Morais (2000, citado por Schein & Coelho, 2006) “a atitude questionadora está diretamente relacionada com a atitude pesquisadora, estabelecendo-se uma relação de partida e contrapartida, de pergunta e de informação, cada resposta podendo ser um questionamento que, se devidamente elaborado pelo professor, passa a constituir um verdadeiro desafio ao aluno.” Além disso, através do questionamento, o estudante seleciona aquilo que assimila (Schein & Coelho, 2006).

Também é importante promover o questionamento por parte dos estudantes, para que estes coloquem as suas próprias perguntas perante a turma, uma vez que esse estímulo os compele a se dedicarem e interessarem mais e a melhorarem suas aptidões para solucionar problemas, de modo a encontrarem respostas às suas perguntas incrementando a sua literacia (Pinto et al., 2015) e a desenvolverem o pensamento crítico (Vieira & Vieira, 2003). Além disso, as atividades investigativas ou de descoberta implicam que eles coloquem questões de acordo com aquilo que se quer descobrir ou conceber e acerca das várias maneiras do fundamental (Schein & Coelho, 2006).

2.1.2. Atividades práticas e atividades práticas de lápis e papel

As atividades práticas são estratégias importantes no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no ensino das ciências, pois permitem, em particular, a reflexão e aplicação de conceitos e processos biológicos e geológicos. As atividades práticas, de acordo com Hodson (1988), abrangem “todas as atividades em que o aluno esteja efetivamente envolvido” (Hodson, 1988; citado por Leite, 2000, p.1). Neste sentido, o trabalho prático consiste em “toda e qualquer atividade em que a aluna ou o aluno se envolve ativamente nos seus diversos domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor” (Hodson, 1988, citado por Valadares, 2006, p.1).

Dourado (2001), diferencia as atividades práticas ou trabalho prático, em trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental, uma vez que podem implicar capacidades cognitivas distintas e podem suceder em sítios distintos (citado por Valadares, 2006). O trabalho experimental, assim como o laboratorial e de campo, são estratégias de ensino das ciências que estimulam os sentidos e permitem ao estudante o manuseamento de materiais, amostras e equipamentos específicos, assim como a realização de observações estruturadas, com a finalidade de, ao compilar um conjunto de informações, obter respostas a uma questão ou problema inicial (Vieira & Vieira, 2005).

O trabalho laboratorial designa o tipo de trabalho prático que ocorre no interior do laboratório (ou sala de aula), através da utilização de recursos/materiais laboratoriais e onde é garantida a segurança dos estudantes. Na sua essência, o trabalho de campo é análogo ao trabalho laboratorial, com a diferença de decorrer no exterior da sala de aula ou da própria escola, por exemplo, no meio ambiente ou natureza, ou em determinado meio social em que o professor tenha planificado a intervenção educativa. Como tal, muitas das vezes, o material de laboratório também é utilizado no campo (Valadares, 2006). Além disso, o próprio trabalho de campo pode ser complementado, numa fase posterior, pelo trabalho laboratorial, ou ainda ser preparado previamente em laboratório (Orion & Hofstein, 1994).

O trabalho experimental corresponde ao trabalho prático que implica a manipulação e controlo de variáveis, através de marchas metodológicas onde se podem seguir protocolos. Nele, são normalmente tidos em conta, um grupo de controlo e um grupo experimental que fica sob a dependência de variáveis. No trabalho experimental é solicitado ao estudante que tenha a agilidade cognitiva de observar e analisar mudanças numa grandeza (G , ou também chamada de variável dependente) segundo a ação de diferentes variáveis (v_1 , v_2 , ..., ou variáveis independentes), onde tem de conseguir estabelecer uma das variáveis, a fim de avaliar a variação dessa grandeza [$G = f(v_1, v_2, \dots)$] sob a influência dessa variável (Valadares, 2006). O trabalho experimental é importante, uma vez que desenvolve competências de construção do conhecimento, de organização, criativas, manipulativas e de

comunicação (Trowbridge & Bybee, 1990, citado por Valadares, 2006). O trabalho experimental (Fig. 2) pode envolver trabalho laboratorial e/ou trabalho de campo, caso inclua procedimentos laboratoriais ou de campo (Leite, 2000).

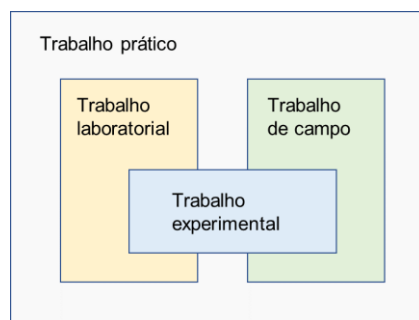


Figura 2 – Relação entre os diferentes tipos de trabalho prático (Segundo de Leite, 2000).

No entanto, nem todo o trabalho prático tem de ser laboratorial, de campo ou/e experimental. O trabalho prático pode ainda incluir atividades práticas de lápis e papel (com resolução de problemas), pesquisa de informação e uso de programas digitais com rotinas que façam simulações, entre outras atividades no âmbito das tecnologias de informação e comunicação (Leite, 2000).

Como referido, uma outra forma de atividades práticas, são as atividades práticas de lápis e papel, também designadas por fichas de exercícios. Estas são constituídas por questões, às quais os estudantes respondem por escrito, seja em casa ou na sala de aula, com o intuito ou função de aprendizagem. A resposta às questões ainda pode ser discutida na aula entre o professor e os estudantes. Estas atividades de lápis e papel não se devem resignar a apenas exercícios de memória sobre os conteúdos concetuais, mas, pelo contrário, devem incitar à reflexão e análise dos conceitos, processos e modelos envolvidos (neste caso biológicos e geológicos), para que os estudantes os compreendam e, ao mesmo tempo, se sintam desafiados e motivados. Para isso, é fundamental que também incluam exercícios diversificados, em que se coloquem novas situações e estudos de caso, bem como exercícios relacionados com a resolução de problemas, todos eles, sempre que possível, conectados de certa forma com o quotidiano e com a realidade vivida pela sociedade (Clement & Terrazan, 2012).

2.1.3. Modelo ou diagrama “V de Gowin”

As atividades práticas, especialmente as laboratoriais e as de campo, implicam a elaboração de um relatório, construído a seguir à sua concretização. Assim, após a realização de atividades práticas no ensino de Biologia e Geologia, é pedido aos estudantes um relatório dessas atividades, o qual, além de consubstanciar uma intenção de aprendizagem, também serve de instrumento de avaliação. Nos últimos anos, cada vez mais se tem adotado um

formato de relatório designado por “*V de Gowin*”. No ensino das Ciências, cresce o interesse da utilização desta estratégia/recurso didático de diagrama, o qual se diferencia por se organizar segundo uma estrutura gráfica específica (Fig. 3) onde a informação e reflexões relativas à atividade prática são dispostas à volta da letra capital “V”, disposta com uma grafia aberta e em tamanho grande, numa única página, em espaços próprios (Vieira & Vieira, 2005).

O relatório neste tipo de formato foi inicialmente projetado por David Gowin e Joseph Novak, com vista a uma melhor assimilação e aprendizagem dos conhecimentos por parte dos estudantes (Gowin & Álvarez, 2005, citado por Soares et al., 2017). Segundo Novak & Gowin (1996, citados por Leite, 2000, p.9), autores deste modelo, o relatório “*V de Gowin*” consiste num “diagrama em forma de “V” que integra um lado conceptual, o qual inclui os conceitos, os princípios e a teoria que servem de suporte a um lado metodológico, que inclui os registos dos dados, as transformações efetuadas a esses dados e as conclusões retiradas da análise dos mesmos”. Os dados assim obtidos resultam de um procedimento premeditado e orientado, de modo a responder a uma questão central. O relatório “*V de Gowin*” é constituído por todas as componentes que fazem parte de um relatório tradicional, mas, ao contrário deste modelo, representa-as de um modo sucinto e conciso (Leite, 2000).

O “*V de Gowin*” é constituído pelos seguintes elementos principais (Fig. 3): 1) “questão-problema” ou questão central, localizada no centro do “*V expandido*”; 2) “domínio conceptual” ou parte teórica, disposta no lado esquerdo que corresponde aos princípios, teorias e conceitos; 3) “acontecimentos/objetos” ou procedimentos efetuados, representados por debaixo do vértice “V”; e 4) “domínio metodológico”, disposto do lado direito e respeitante aos resultados (observações, registos ou dados obtidos a partir dos procedimentos), discussão desses resultados (interpretações e explicações) e conclusões (juízos cognitivos e de valor do que foi observado e discutido). A questão central faz a conexão e interação entre o domínio concetual e o metodológico, de modo a guiar o estudante para que este entenda o que foi preciso fazer e o que aconteceu, e, conseqüentemente, aprenda determinado assunto de forma significativa (Novak & Gowin, 1984, citado por Soares et al., 2017). A colocação da questão (especialmente se for de nível cognitivo elevado) e a resposta a esta, incitam o estudante a encontrar a solução de um determinado problema ou enigma, estimulando-o cognitivamente e promovendo a construção do seu conhecimento (Soares et al., 2017).

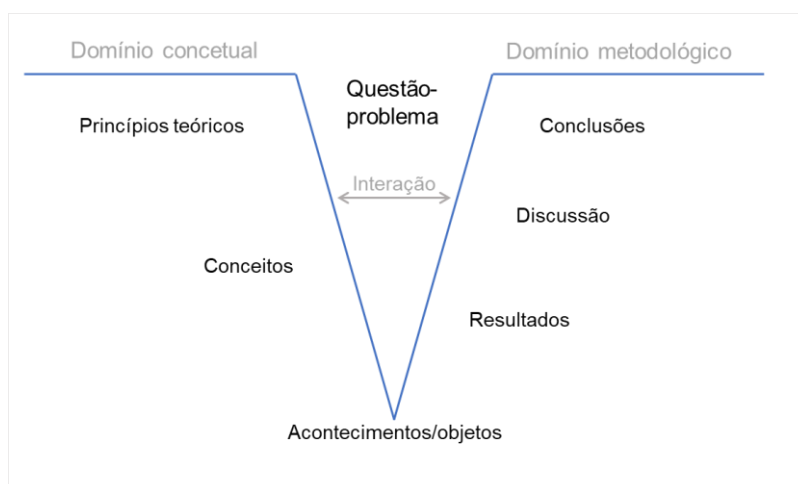


Figura 3 – Exemplo reduzido e representativo do “V de Gowin” (adaptado de Novak & Gowin, 1984; Soares et al., 2017)

2.1.4. Recursos tradicionais como o quadro e o manual escolar

O quadro é um recurso didático visual muito utilizado em sala de aula, assim como os manuais escolares. O quadro, seja em lousa com giz, ou em plástico com marcadores, é utilizado para a exposição escrita ou desenhada de ideias e assuntos, em apoio ao que é proferido pelo professor ou estudante. O próprio estudante pode (e deve) ser solicitado a realizar tarefas no quadro. Para que o conteúdo do quadro seja visualizado adequadamente, exige uma determinada disposição das mesas na sala de aula, de preferência em filas paralelas com os estudantes sentados uns atrás dos outros e todos eles orientados de frente para o quadro (“sala de aula tradicional”), ou ainda, dispostos em pequenos grupos, desde que não estejam de costas para o quadro. Para além da utilização do quadro, estas disposições também devem se adotadas aquando de projeções de PowerPoint e visualização de vídeos (Santos & Belmiro, 2013; Teixeira & Reis, 2012; Serrano et al., 2018).

Quanto aos manuais escolares, estes constituem um meio físico onde os estudantes encontram informação, mas também a partir do qual desenvolvem atividades práticas de lápis e papel, com resolução de problemas, e aplicam procedimentos de atividades laboratoriais ou de campo. Viseu (2009, p.3180) refere que estes “funcionam para os alunos como fontes de aquisição e consolidação de conhecimentos”; no entanto devem ir além da simples transmissão de conhecimentos, pretendendo-se que contribuam para a avaliação e para a educação sociocultural, e tenham em conta uma perspetiva construtivista, promovendo o desenvolvimento de outras competências (Santos, 2006, citado por Viseu, 2009). Podem ser utilizados, por exemplo, para leitura e análise de alguns textos, ou para a escrita de resumos e sínteses, de modo a se desenvolver a autoaprendizagem e o pensamento crítico. Neste sentido, sugere-se que o manual seja um ponto de partida e uma inspiração para os estudantes procurarem por outras fontes de conhecimento e informação (Viseu, 2009).

2.1.5. Recursos audiovisuais e digitais: Powerpoint, vídeos e plataformas digitais

De acordo com Rosa (2000), os vídeos, *slides*, figuras e quadros parietais, entre outros tipos de recursos à disposição do professor, “são representações bidimensionais de um mundo tridimensional” (Rosa, 2000, p.35). Os recursos audiovisuais e digitais são importantes no ensino das ciências, uma vez que desenvolvem as capacidades escritas e orais, fomentam a colaboração interpares e o trabalho de equipa nos estudantes e favorecem o seu envolvimento ativo através de debates alusivos a assuntos científicos (Moreira & Morgado, 2014). Podem ser usados, por exemplo, para a motivação, demonstração, como ferramentas de apoio ao discurso do professor, ou ainda em simulações realizadas com base em programas informáticos que permitem recriar acontecimentos ou estruturas naturais (Rosa, 2000).

Os recursos audiovisuais são ferramentas didáticas que apelam aos sentidos da audição e da visão, por meio da utilização que pode ser ou não simultânea de imagens (figuras e/ou palavras), som ou vídeos. Para Santos & Belmiro (2013, p.6), “os recursos audiovisuais são muito utilizados no âmbito educacional, porque envolvem os sentidos de captação mais fortes na aquisição de conhecimentos e de informações (a audição e a visão)”, os quais, pela sua facilidade em aplicar e pelas várias escolhas e alternativas disponíveis que têm (por exemplo, vídeos, TV e rádio), constituem, como apoio, uma oportunidade de tornar a aula mais dinâmica, criativa, diversificada, motivadora e interativa (Santos & Belmiro, 2013). Uma vez que a sociedade dos dias de hoje se identifica com a utilização de imagens e sons, faz sentido o uso de recursos audiovisuais no ensino. Além disso, estes oferecem a possibilidade de chegar a muitos estudantes geograficamente distantes, sobretudo nos casos da TV e Internet (Rosa, 2000).

Os recursos digitais integram as tecnologias de informação e comunicação. Nestes podemos encontrar ferramentas como, por exemplo, as apresentações em software PowerPoint, os vídeos e as plataformas digitais. A apresentação PowerPoint pode ser facilmente modificada, consoante as necessidades e o aspeto gráfico que esta permite é muito apelativo, tornando-se como que imprescindível no ensino moderno das Ciências Naturais. Além de facilitar e diversificar o modo como os conteúdos são exibidos, o que conduz a uma maior compreensão destes, a sua flexibilidade gráfica cria condições à interação docente/estudante. O PowerPoint consiste num programa de computador que permite criar ficheiros com a liberdade de dispor espacialmente a informação em diversas formas (texto, imagens, efeitos sonoros, efeitos visuais, gráficos, tabelas, etc.), que é organizada por uma sequência de *slides*, e acessível pela *PenDrive* (Bartsch & Cobern, 2003; Moreira & Morgado, 2014).

Os vídeos, pelo movimento visual, oralidade e até algum texto que contenham, são muito sedutores. Normalmente, estes são compostos por cenas e imagens reais que foram gravadas, mas também podem ser animações recriadas em computador. São úteis, por exemplo, para demonstrar acontecimentos naturais ligados à dinâmica da Terra ou das suas comunidades bióticas, ou até experiências laboratoriais de difícil acesso (Sibiliger, 2005; Moreira & Morgado, 2014). Segundo Siemens (2007, citado por Silva, 2016), as plataformas digitais são uma entidade, objeto estrutural ou programa de *software*, no sentido de um sistema de gerenciamento de aprendizagem. Por sua vez, as plataformas digitais *online* correspondem a um ambiente ou espaço de rede de comunicação e partilha instantânea ou informal, assim como de dúvidas, opiniões, notícias, documentos, materiais, etc., entre pessoas, neste caso entre os estudantes e entre estes e professores, como se de uma comunidade *online* se tratasse, que pode ser acedida onde quer se esteja, dentro ou fora da escola (Moreira et al., 2019).

2.1.6. Mapas de conceitos

Os mapas de conceitos funcionam muito bem como ferramenta pedagógica, já que auxiliam o professor na exposição e hierarquização de conteúdos, servindo como uma base de discussão e questionamento que contribui para a interação entre este e os estudantes. Como estratégia didática vão promover, no estudante, o pensamento e a reflexão ao nível do significado dos conceitos existentes sobre um tema, a par das ligações que podem ser estabelecidas entre esses mesmos conceitos. Auxiliam na aprendizagem, servindo como uma introdução a um tema, uma vez que mostram os conceitos que é necessário aprender, ou como uma síntese final, numa forma resumida, com poucas palavras, de modo a que o estudante tenha uma visão global, conectada e estruturada desse tema abordado na aula ou em leitura, ao mesmo tempo que ajuda na memorização e clarificação de termos/palavras-chave relacionadas. Os estudantes também podem usá-los como apoio ao seu estudo, seja no planeamento de trabalhos ou resumos, ou na preparação para a avaliação sumativa em testes. Ainda podem ser realizados em grupo, contribuindo para a otimização de habilidades sociais (Reis, 1995).

Os mapas de conceitos são considerados diagramas hierárquicos que revelam as relações existentes entre os conceitos, de forma organizada e geométrica, de um determinado tema (Moreira, 2006; citado por Souza, 2010) e são constituídos por caixas com os conceitos/termos conectados por linhas e setas com palavras de ligação (palavras de ligação) anexadas (Fig. 4). O conjunto de dois ou mais conceitos associados pelas linhas e suas palavras de ligação representam uma proposição, frase ou linha de raciocínio (Souza, 2010).

Os conceitos retratam objetos, termos, tópicos, características, processos ou acontecimentos que são representados por palavras. As palavras de ligação conectam os

conceitos, demonstrando o vínculo que os une. O mapa exibe um caminho ou percurso que se inicia a partir de conceitos gerais e inclusivos, cada um deles abrangendo mais conteúdo e conceitos. A partir daí, desenvolve-se em conceitos cada vez mais específicos e diferenciados, que podem caracterizar os anteriores, passando, também, por conceitos intermédios (Souza, 2010).

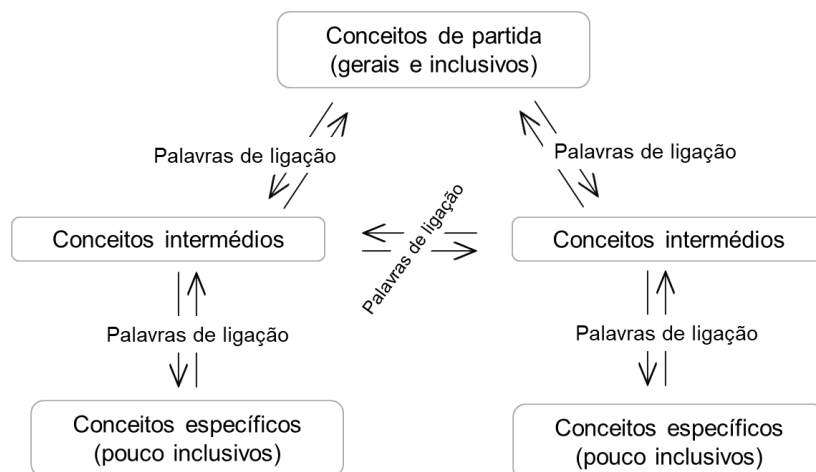


Figura 4 – Representação exemplificativa da estrutura de mapas conceituais (adaptado de Souza, 2010)

2.1.7. Analogias

Desde a antiguidade que as analogias são usadas. Até mesmo Aristóteles usava regularmente analogias nos seus discursos, para que os estudantes entendessem melhor suas ideias, além de defender que as analogias favoreciam a aprendizagem e o esclarecimento de conteúdos mais difíceis (Nagem, 2001). Atualmente, Ferraz & Terrazan (2001, p.7) consideram as “analogias como ferramentas no processo de construção de noções científicas, por aproximarem dois conceitos heterogêneos”.

Segundo Duarte (2016, p.7 e p.8), “uma analogia é frequentemente entendida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimento diferentes, um conhecido e outro desconhecido (...) com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do que se conhece”. É claro que, sendo domínios de conhecimentos ou assuntos diferentes, vão ter diferenças e conceitos (designações/ descrições) diferentes; no entanto é possível encontrar comparações e associações entre os assuntos conhecidos e familiares, e os assuntos desconhecidos ou menos conhecidos. Esta estratégia/recurso tem como propósito facilitar a aprendizagem de vários temas científicos aos estudantes (Duarte, 2016).

As analogias têm um traço construtivista, uma vez que o conhecimento vai sendo (re)construído de forma dinâmica entre estudantes e professores. Os conhecimentos e vivências prévias relatadas pelo estudante e o entusiasmo deste podem ser usados como elo

de ligação com os novos conhecimentos a serem compreendidos, envolvendo este na construção da sua aprendizagem (Farias & Bandeira, 2009). Apesar das analogias fazerem parte da natureza analógica do ser humano e permitirem a criação espontânea de associações, a colaboração ativa dos estudantes nas aulas e o desenvolvimento do pensamento crítico, é preciso ter cuidado com a utilização incorreta destes recursos, sendo necessário proceder a um planeamento do seu uso, de modo a evitar confusões e conceções erradas (Hoffmann & Scheid, 2007, citado por Farias & Bandeira, 2009).

Existem diferentes tipos de analogias, orais e/ou pictográficas, podendo ser acompanhadas de “modelos físicos” a que os professores podem recorrer (Duarte, 2005). Ferraz & Terrazzan (2001) apresentam categorias de analogias, como por exemplo: 1) *analogias simples*, que comparam de forma simples a estrutura de dois domínios (por exemplo, o coração como uma bomba propulsora); 2) *analogias simples referentes à função*, que apresentam uma característica funcional de um domínio e, a seguir, sugerem uma característica funcional idêntica ao outro domínio (por exemplo, os pelos do nariz com a função dos filtros de água); 3) *analogias simples referentes à forma*, em que os dois domínios aparentam o mesmo aspeto físico); 4) *analogias simples referentes à função e forma*, que comparam forma externa e função semelhantes (por exemplo, rede de fibrina e mosquito); 5) *analogias referentes aos limites do domínio análogo*, que caracterizam o domínio alvo e, de seguida, a limitação do domínio análogo); *analogias enriquecidas*, que explicam uma qualidade comum aos dois domínios, fazendo correspondências específicas (por exemplo, biliar e detergente da louça para obter gotas de gordura mais pequenas); 6) *analogias duplas ou triplas*, em que dois ou três análogos representam, ilustram e esclarecem dois ou três alvos diferentes); 7) *analogias múltiplas*, que consideram o uso de vários domínios análogos para esclarecer um só domínio alvo); e 8) *analogias estendidas*, em que várias qualidades do alvo são descritas e associadas ao(s) análogo(s), podendo inserir limitações). Quando se fala em alvo, este refere-se ao domínio desconhecido e o análogo ao domínio conhecido (Ferraz & Terrazzan, 2001).

2.1.8. Modelos didáticos

O uso e a construção de modelos didáticos e lúdicos constituem um importante recurso ao ensino-aprendizagem das ciências naturais, sendo mais fácil ao estudante a compreensão dos factos e processos biológicos e geológicos através destes (Dantas et al., 2016).

Balbinot (2005, p.1) concluiu “que o aluno percebe a facilidade em adquirir novos conhecimentos a partir da construção de modelos, os quais vão utilizar para ampliar seus modelos mentais, além de que, a vivência e o realismo dos objetos estudados tornam a aula mais prazerosa e motivadora”. Um modelo mental é definido como “uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo

representado” (Johnson-Laird, 1983, citado por Balbinot, 2005, p.2). A construção de conhecimento científico também passa por invocar a emoção, imaginação e criatividade nos estudantes, através construção de modelos físicos de forma lúdica, que representem e simulem factos científicos, o que possibilita a (re)construção de seus modelos mentais (Balbinot, 2005).

Quanto aos modelos didáticos, estes são “representações, confeccionadas, a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos” (Justina & Perla, 2006, citados por Dantas et al., 2016, p.2). Estes modelos, físicos ou didáticos, constituem recursos utilizados para auxiliar a compreensão de factos, estruturas e processos biológicos/geológicos complexos em aulas teóricas ou práticas, de uma forma mais concreta, pois permitem uma visualização tridimensional, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem. Estes modelos tanto podem ser trazidos à aula para serem utilizados, como serem construídos pelos próprios estudantes, potenciando ainda mais a sua aprendizagem (Dantas et al., 2016). Também há a possibilidade de os modelos didáticos proporcionarem a experimentação e simulação, permitindo que os estudantes interliguem a teoria e a prática, contribuindo para uma maior motivação e interesse, para a compreensão de assuntos menos concretos e para o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e criativas (Cavalante & Silva, 2008; citado por Dantas et al., 2016). Vale igualmente considerar a eventualidade de juntar os modelos às analogias (Setúval & Bejarano, 2009). Pode-se e deve-se referir que estes modelos não são reproduções iguais, envolvendo frequentemente escalas bastante diferentes, pelo que divergem algo do contexto real (Dantas et al., 2016). Por fim, os modelos digitais ou computacionais ainda podem ser recriados em programas digitais a 3D e que incluam movimento e simulações (Caetano et al., 2013).

2.1.9. Avaliação

A avaliação faz parte do processo de ensino-aprendizagem, pois permite saber até que ponto é que aquilo que é ensinado está a ser aprendido pelo estudante, com o intuito de melhorar a sua aprendizagem (Serrano et al., 2018). Segundo Fernandes (2021a, p.6), “a avaliação pedagógica pode ser concebida como um processo através do qual professores e alunos recolhem, analisam, interpretam, discutem e utilizam informações referentes à aprendizagem dos alunos (evidências de aprendizagem) tendo em vista uma diversidade de propósitos, tais como, identificar os aspetos mais e menos conseguidos dos alunos no que diz respeito às suas aprendizagens, acompanhar o progresso das aprendizagens dos alunos em direção aos níveis de desempenho que se consideram desejáveis, distribuir feedback de qualidade para apoiar os alunos nos seus esforços de aprendizagem, atribuir notas e distribuir feedback aos pais e encarregados de educação”. Parte destes propósitos têm um carácter formativo (por exemplo, dar *feedback*, acompanhar e direccionar as aprendizagens do

estudante rumo ao desempenho pretendido), enquanto outros têm um perfil mais sumativo, como na situação em que se concedem notas, as quais simbolizam o balanço final das aprendizagens conseguidas de um período, ou da performance do estudante num teste ou noutra atividade (Fernandes, 2021a).

Na classificação da avaliação são consideradas três modalidades, respetivamente a avaliação diagnóstica, a avaliação formativa e a avaliação sumativa. Para Gasparin et al. (2021, p.7), “a avaliação diagnóstica consiste em levantar dados, realizar uma sondagem a fim de observar os conhecimentos que os alunos já possuem conforme suas vivências cotidianas, para que assim, os mesmos avancem na aprendizagem”. Corresponde, deste modo, à circunstância inicial de um processo de ensino-aprendizagem ou ciclo de estudos e consiste na colheita de informações sobre as aprendizagens que o estudante possui e características deste, o que possibilita ao professor traçar estratégias didáticas (Arredondo & Diago, 2009, citado por Gasparin et al., 2021).

A avaliação formativa, também designada ultimamente de avaliação para as aprendizagens, é uma avaliação contínua ao longo do ano letivo, que está fortemente ligada à conceção e partilha de *feedback* de grande valor, com a finalidade de apoiar os estudantes na melhoria e desenvolvimento do seu processo de aprendizagem. Pretende que os estudantes compreendam aquilo que têm de saber no fim de um período, qual a sua situação e progresso quanto às aprendizagens pretendidas nos documentos curriculares e o que precisam de fazer para as alcançarem. Por isso, é uma avaliação que atua nas decisões, que conduz e regula de imediato o processo de ensino-aprendizagem e que não é usada para classificação (Fernandes, 2019, De Podome, 2021).

Por sua vez, a avaliação sumativa, igualmente designada de avaliação das aprendizagens, tem cada vez mais um aproveitamento formativo, com ênfase também no *feedback*, sendo cada vez menos classificativa. No entanto, ainda é utilizada para apurar e fazer um levantamento da situação, relativamente às aprendizagens conseguidas pelos discentes e seu desempenho. Esse apuramento das aprendizagens pode ser representado através de classificações quantitativas ou qualitativas, e, portanto, pode ter uma finalidade de classificação (Fernandes, 2019).

É conveniente, também, que a avaliação seja aproveitada para incrementar as aprendizagens pretendidas em documentos curriculares (por exemplo, as *Aprendizagens Essenciais*) através da implementação de ações de avaliação, de preferência assentes em critérios, auxiliando assim os discentes na sua aprendizagem. Deste modo, é imprescindível o *feedback* com os estudantes, sendo necessário esclarecê-los sobre quais as aprendizagens mais relevantes, quer por meio dos critérios, do estado de aprendizagem em que estão, ou do que necessitam de fazer para alcançarem as aprendizagens pretendidas (Fernandes, 2021a). No processo de avaliação é essencial que o professor estabeleça critérios ou

descritores de desempenho, bem como os seus níveis de desempenho que traduzam graus de aprendizagem num determinado assunto (Fernandes, 2021b). Nas ações de avaliação, é apropriado procurar envolver os estudantes na avaliação, pelo que são utilizados métodos e procedimentos ou técnicas de avaliação, que, salvo o *feedback*, incluem também a recolha de informação sobre as aprendizagens. Na informação relativa à avaliação, que deve ser diversificada, além das atividades realizadas e aprendizagens, esta ainda pode incidir sobre aspetos relativos às atitudes e comportamento, como o esforço, iniciativa e assiduidade, o que contribui para saber mais sobre o estudante e adequar o ensino (Fernandes, 2021a).

2.2. Planificações

De acordo com o Artigo 20º do Decreto-Lei n.º 55/2018 (p.2935), a planificação “regista as opções relativas ao planeamento, à realização e à avaliação do ensino e das aprendizagens”. A prática letiva tem de ser planeada para que o processo de ensino-aprendizagem seja bem-sucedido. Normalmente, muitas das estratégias e recursos são planeadas antecipadamente, pelo que vão constar nas planificações. O professor tem o papel de construir a planificação curricular para uma determinada situação de ensino, no qual toma decisões de seleção, sequência e organização relativas aos objetivos e conteúdos a serem abordados com os estudantes e delinea os recursos e estratégias didáticas mais apropriados (Fernandes, 2000, citado por Leite, 2010).

Normalmente são consideradas e levadas a cabo pelos professores três formas de planificações, designadas, respetivamente, por planificações a longo prazo, médio prazo e curto prazo. As primeiras, também denominadas planificações anuais, correspondem a todo o ano letivo, são mais abrangentes e consistem em tomadas de decisão e conteúdos baseados em preferências curriculares numa dada sequência e respetiva avaliação. Por sua vez, as planificações a médio prazo são mais específicas e menos abrangentes do que as anteriores, sendo feitas tendo em conta a unidade curricular, objetivos, conteúdos, procedimentos e avaliação. Quanto às planificações a curto prazo ou planos de aula, estas são as mais específicas, pois relatam os processos concretos que orientam as atividades a decorrer numa determinada aula (Yildirim, 2003). Também é esperado que as planificações sejam concisas, dinâmicas, sintéticos e incluam interdisciplinaridade (Artigo 20º do Decreto-Lei n.º 55/2018, de 2018).

A própria planificação faz parte do “processo de desenvolvimento curricular” como uma ação elaborada pelo professor e, por isso, é considerada uma estratégia de ensino (Roldão, 2009). Na elaboração das planificações é necessário conjugar vários conhecimentos e práticas relacionadas com a disciplina em estudo (conhecimento científico) e com os aspetos didáticos. Apesar disso, é fundamental delinear objetivos e criar uma linha condutora de

estratégias minuciosa, para concretizar esses objetivos e colocar em prática essas estratégias (Leite, 2010). Segundo Altet (2010, citado por Leite, 2010), em estudos que efetuou, as planificações feitas pelos professores focam-se essencialmente nos tópicos dos conteúdos a lecionar, sem considerarem objetivos mais pedagógicos, referem a cronologia das atividades sem contarem com imprevistos e como solucioná-los, e relatam procedimentos de avaliação sem preverem fazer um ponto da situação. Ou seja, o planeamento, além das decisões e estratégias a definir, tem de admitir a possibilidade de ocorrerem eventualidades e propor alternativas a esses imprevistos (Leite, 2010).

2.3. Aulas presenciais (importância) vs aulas *online*/Ensino presencial e ensino *online*

Tradicionalmente o ensino e aulas são feitos de forma, em que os professores e estudantes estão face a face no mesmo local e tempo. Com o progresso das tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente ao nível da internet e das redes sociais e do computador, surgiu uma nova forma de ensino à distância - o ensino *online*. O ensino *online* é um ensino feito à distância geográfica, mas, ao mesmo tempo, é próximo, uma vez que é possível haver interação dos estudantes entre si e com o professor em tempo real. O ensino-aprendizagem *online* concretiza-se através do computador, que inclua de preferência uma câmara de filmar e sistema de áudio, e da internet (Amante et al., 2008).

Neste ensino *online* pode ser considerado o ensino síncrono, com aulas lecionadas por videoconferência em tempo real, em que o professor e os estudantes se encontram num mesmo espaço virtual e num determinado período de tempo, através da tela do computador. Por contraposição, pode ser adotado o ensino assíncrono, em que as aulas não ocorrem ao “vivo”, a interação não tem de ser feita em simultâneo e se integra trabalho autónomo do estudante a partir dos materiais e orientações fornecidos (Feyten & Nutra, 1999, citado por Amante et al., 2008). Dada a possibilidade de interação no ensino *online*, este adequa-se também aos padrões construtivistas (Morgado, 2001, citado por Amante et al., 2008). A internet oferece ainda plataformas digitais (por exemplo, Classroom e Teams) que permitem a criação de comunidades e de turmas virtuais, para além de “salas de aula virtuais” onde é possível a interação entre os estudantes e o professor (Amante et al., 2008, Moreira et al., 2020). Nestas, para além das aulas, também é possível incluir a constituição de diferentes espaços ou separadores para diferentes tópicos, assuntos ou atividades, incluindo notícias, avisos, partilha de documentos, materiais e apontamentos, avaliação, espaço para dúvidas, discussão e debate informal (Henriques & Barros, 2020).

Existem vantagens e desvantagens das aulas/ensino *online* relativamente às aulas e ensino presencial. Alguns exemplos de vantagens das estratégias *online* são o acesso remoto

Os fluidos da Terra e da vida!

ao ensino, em qualquer lugar e hora, a poupança em deslocações físicas e, conseqüentemente, mais tempo, acessibilidade e diversidade de ferramentas digitais, sem contar com a possibilidade de rever aulas gravadas. Algumas das limitações são, o acesso económico aos equipamentos e internet, a falta do treino prático e manual (“*hands-on*”, laboratorial, uso de equipamentos específicos, etc.), distrações, perturbações e barulho externo (Mukhtar et al., 2020). Não obstante, a proximidade humana entre os intervenientes no processo de ensino/aprendizagem e o sentimento de presença efetiva no ambiente educativo da escola e da sala de aula, tornam as abordagens presenciais quase sempre preferíveis ao distanciamento físico com que comunga a era digital (Vasconcelos & Astigarraga, 2021).

3. Enquadramento teórico de Geologia

3.1. Vulcanologia

Os vulcões são evidências geológicas que contribuem para demonstrar que a Terra é um planeta dinâmico, sujeito a mudanças e renovações constantes à escala geológica, em que o vulcanismo desempenha um papel importante. Num planeta cada vez mais populoso, a exposição a perigos naturais – incluindo os perigos vulcânicos - é cada vez maior, dado que se estima que cerca de 800 milhões de pessoas vivam num raio de até 100 km de um vulcão ativo, em 86 países de todo o mundo (Fig. 5). Desta forma, o estudo dos vulcões torna-se fundamental, não só para se compreender a evolução da Terra e dos ambientes da superfície terrestre (Sigurdsson *et al.*, 2015), mas também para se mitigarem riscos associados às erupções vulcânicas, dos quais possam resultar a perda de vidas humanas e a destruição de infraestruturas e bens. Alguns processos vulcânicos constituem um grande perigo natural, enquanto que outros são altamente benéficos para a sociedade e, por isso, o estudo do vulcanismo tem um significado de longo alcance para a comunidade e de interesse para muitos agentes económicos (Sigurdsson *et al.*, 2015).



Figura 5 – Cidade populosa junto ao vulcão Sakurajima no Japão (Foto de Jose Fuste Raga/Corbis, retirado de <https://www.hakaimagazine.com/article-short/soaking-sakurajima/>).

O cientista que estuda os vulcões (vulcanólogo) procura compreender os mecanismos que estão por detrás da génese e ascensão do magma através do manto e da crosta, bem como os processos envolvidos na sua evolução física e química, até à extrusão na superfície terrestre. Assim, a Vulcanologia faz parte das Ciências da Terra, abrangendo o estudo das manifestações e formas vulcânicas, considerando a sua formação, composição e distribuição, e estabelecendo a sua classificação; ou seja, é o ramo da Geologia que estuda o vulcanismo (Sigurdsson *et al.*, 2015; Riede *et al.*, 2020).

3.2. Perspetiva histórica dos vulcões

Durante séculos, os vulcões permaneceram como um dos fenómenos naturais mais incompreendidos, sendo que muitos filósofos do mundo antigo atribuíram o vulcanismo a “deuses irados e fogos subterrâneos” (Sigurdsson *et al.*, 2015). Esta ligação à crença no divino não é estranha ao facto de que a atividade vulcânica é uma das forças mais poderosas da natureza, capaz, no decurso de algumas erupções vulcânicas, de libertar mais energia do que a maior explosão nuclear. Com efeito, desde a antiguidade que os vulcões têm vindo a ser responsáveis pela morte de milhares de indivíduos e por alguns dos eventos mais assustadores da história da humanidade. A sua ligação à cultura greco-romana reflete-se na própria etimologia da palavra vulcão, a qual tem origem no nome da antiga ilha romana de Vulcano, que fica localizada ao largo costa sudoeste da Itália. Os romanos acreditavam que Vulcano, o deus do fogo e criador de armas, usava o vulcão daquela ilha para forjar suas armas (Volcanoes, 2021).

As erupções vulcânicas são dos fenómenos naturais mais espetaculares e inspiradores que, ao longo da história, infundiram o culto religioso e levaram à criação de mitos (Fig. 6) (Sigurdsson *et al.*, 2015). Na origem desses mitos, estudos psicológicos sobre testemunhas sobreviventes de catástrofes naturais, como as que ocorrem, por exemplo, no decurso de fases paroxismais de vulcões ativos, mostram que o trauma vivido por uma pessoa desencadeia nesta uma busca sobrenatural, religiosa ou científica por respostas. Destas, à falta da capacidade de respostas científicas, surgem os mitos, os quais evoluem de modo a compreenderem rapidamente um evento traumático (Cashman & Cronin, 2008).



Figura 6 – Representação da mitologia grega alusiva ao acordar de um gigante Typhon aquando da erupção do vulcão Etna numa gravura do século XVIII (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Assim, há muitos séculos que a humanidade justifica e associa as manifestações vulcânicas, pela sua espetacularidade, à religião. Um exemplo paradigmático dessa relação,

consiste no facto do deus Hades dos gregos ter sido facilmente transformado no Inferno dos primeiros cristãos, descrito na Bíblia como um lugar com um fogo eterno que nunca será apagado. Depois de Santo Agostinho também ter relatado o Inferno como um lago de fogo e enxofre, já na Idade Média, a presunção da sua existência assumiu grande importância, com a maioria dos estudiosos convencidos de que era um lugar real e ardente, pelo que, também por isso, iam buscar exemplos de lugares na Terra que lembrassem o fogo. Destes, destacava-se um lugar citado frequentemente como a porta de entrada para o Inferno: o vulcão Monte Etna na Sicília (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Além de associarem os fenómenos vulcânicos à mitologia e à religião, ainda no terceiro século antes de Cristo, com o surgimento da filosofia, os gregos procuraram saber as verdadeiras causas físicas do vulcanismo, propondo que as erupções resultavam da libertação de gases altamente comprimidos no interior da Terra. Mais tarde, os romanos descreveram os vulcões como fornalhas naturais, nas quais ocorria a combustão de enxofre, betume e carvão (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Seja como for, a procura pelas verdadeiras causas do vulcanismo na Terra e em outros planetas, vem desde a antiguidade e continua até aos dias de hoje. Com a erupção do Vesúvio em 79 d.C., Plínio o Velho fez a primeira expedição científica para estudar uma erupção, enquanto o primeiro relato de uma testemunha a uma erupção vulcânica, a do Vesúvio, coube a Plínio, o Novo. Mais tarde, cerca de 1000 d.C, na Islândia, a rocha basáltica foi reconhecida como tendo origem em lava. Em 1665, foi feito o primeiro mapa de distribuição global dos vulcões por Athanasius Kircher. Em 1822, Humboldt relacionou a distribuição dos vulcões com a tectónica (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Muitas foram as erupções vulcânicas que marcaram o percurso da humanidade, como por exemplo, em 1650 a.C., a erupção de Thera na ilha de Santorini que pode ter contribuído para o declínio da civilização minoica. A erupção do Vesúvio, em 79 d.C., foi a primeira erupção a ocorrer dentro do alcance de grandes cidades (Pompeia e Herculano) e a ser documentada por uma testemunha ocular. A erupção do Etna, em 1669, produziu um grande fluxo de lava com destruição generalizada da cidade de Catânia. Em 1815, a erupção de Tambora teve efeitos globais a nível climático. A erupção de Krakatau, em 1883 conduziu à formação de tsunamis com impacto severo no número de mortes, além de que também teve implicações atmosféricas. Já no século XX, a erupção explosiva do Surtsey em 1963 constituiu uma excelente evidência da interação entre o magma e a água. Mais tarde, em 1980, a erupção do Monte St Helena foi o primeiro grande evento vulcânico a ser monitorizado com tecnologia moderna, sendo que a erupção do Pinatubo, em 1991, foi considerada como a maior do século XX com grande impacto social nas Filipinas e efeitos atmosféricos globais significativos (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Como se referiu anteriormente, a estreita proximidade geográfica entre populações humanas e vulcões acarreta riscos, os quais já desde a antiguidade a humanidade procura mitigar. Já em 394 a.C., os romanos escavaram um túnel de drenagem de 1,5 km para manter o nível do lago da cratera do Albano, na Itália, abaixo dos 70m. Este túnel foi considerado como a primeira ação de mitigação de risco vulcânico na história (De Benedetti *et al.*, 2008).

Mas a ligação entre o homem e o vulcanismo não se fica apenas pela religião, a ciência e o ambiente. Na região vulcânica do Rift da África Oriental, foram encontrados vestígios, preservados em depósitos vulcânicos, da atividade de homínídeos (Sigurdsson *et al.*, 2015). Desde o início da humanidade (Fig. 7) que o homem depressa aprendeu utilizar as rochas vulcânicas como materiais para o fabrico de ferramentas e continua, no presente, a utilizar os recursos vulcânicos para seu benefício (Sigurdsson *et al.*, 2015).

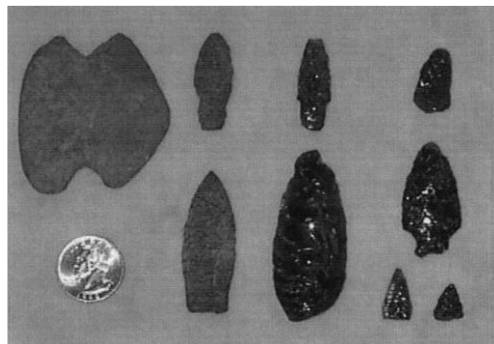


Figura 7 – Armas pré-históricas, pontas de setas, fabricadas a partir de materiais vulcânicos como a osidiana (segundo Sigurdsson *et al.*, 2015)

3.3. Vulcanismo

Na Terra, os maiores vulcões são conhecidos como supervulcões, como por exemplo o Yellowstone nos EUA. Atualmente, encontram-se cerca de 1500 vulcões potencialmente ativos em todo o mundo (ESA, 2014).

Mas o vulcanismo não é exclusivo do planeta Terra, pois também se encontra noutros planetas telúricos e satélites. Apesar de já extintos, os maiores vulcões do nosso sistema solar encontram-se no planeta Marte, como por exemplo o Monte Olimpo (Fig. 8), cujo cone atinge a altitude impressionante de 25 Km, a que corresponde uma base com mais de 500 Km de diâmetro. Já o satélite Io de Júpiter é considerado como o mais vulcanicamente ativo neste sistema solar (Alves, 2010a). O satélite Tritão de Neptuno e o satélite Encélado de Saturno também são conhecidos pela existência de vulcões ativos, não obstante as características físicas destes corpos celestes condicionem a emissão de “lavas” muito mais frias (criovulcanismo), constituídas, muito possivelmente, por gelos pastosos compostos por água, azoto, poeiras líticas, metano líquido e dióxido de carbono. No exemplo de uma das erupções de Encélado, cuja temperatura deverá rondar -200°C à superfície, as lavas terão sido emitidas -180°C , naquilo que constitui um cenário impossível na Terra, mas que demonstra

a diversidade com que o vulcanismo pode ocorrer, adaptando-se à dinâmica e características físico-químicas de cada corpo planetário (Alves, 2010b).

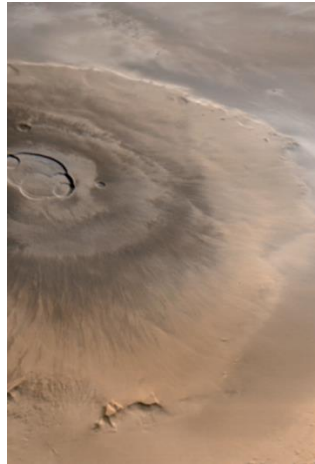


Figura 8 – Monte Olympus em Marte (Foto: Nasa, segundo Jerram, 2018).

O vulcanismo permite aceder a informações científicas sobre o interior da Terra, a partir da sua superfície. Deste modo, a Vulcanologia, que o estuda, também tem o seu papel e contributo para o conhecimento do interior da Terra, fornecendo dados e informações sobre camadas estruturantes mais profundas, abaixo da superfície terrestre, pelo que constitui um dos métodos de estudo do interior do nosso planeta (Grotzinger & Jordan, 2014). Em concreto, pode fornecer dados (ex: temperatura, composição química) até aproximadamente 200 Km de profundidade, baseados no estudo de materiais provenientes do manto (ex: lavas/magmas) e libertados através das erupções vulcânicas (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Numa visão global, pode-se afirmar que o vulcanismo também é responsável, direta ou indiretamente, por grande parte dos volumes rochosos subaéreos e pela topografia das áreas continentais e ilhas oceânicas em que vivemos: cerca de 90% de todos os continentes e bacias oceânicas são produtos do vulcanismo. Em simultâneo, o ar e a água também terão sido produzidos por milhões de anos de erupções de vapor e outros gases (Volcanoes, 2021).

O vulcanismo é uma manifestação geológica da dinâmica interna da Terra que consiste num processo em que o magma quente e profundo do interior terrestre emerge na superfície terrestre como lava. Estes materiais chegam à superfície através de condutas vulcânicas ou de sistemas de fissuras profundas, espalhando-se à superfície, em seu redor, contribuindo para o rejuvenescimento crustal, para a evolução natural das paisagens terrestres e para o enriquecimento dos solos (Grotzinger & Jordan, 2014).

O vulcanismo pode ser classificado em primário ou secundário. O vulcanismo primário caracteriza-se pela ocorrência de erupções vulcânicas, através de estruturas designadas por aparelho vulcânico. São emitidos volumes consideráveis de materiais no estado sólido, líquido

ou gasoso (lavas, piroclastos e gases vulcânicos), a partir do interior da Terra para a superfície terrestre e atmosfera. Ainda no vulcanismo primário, podemos distinguir entre dois tipos de vulcanismo, designados, respetivamente, por central e fissural, tendo como base a morfologia do aparelho vulcânico. No vulcanismo de tipo central, o aparelho vulcânico, denominado de vulcão (Fig. 9A), tem uma morfologia bem definida, a qual é caracterizada por uma elevação cônica ao nível do solo (cone) que culmina na cratera por onde se dão as erupções, alimentadas pelo magma acumulado numa câmara magmática e que ascende através da chaminé. O vulcão é uma colina ou montanha construída pela acumulação de lava e piroclastos. Por sua vez, o vulcanismo fissural (Fig. 10) caracteriza-se pela emissão dos produtos vulcânicos através de extensas fraturas e fissuras abertas na superfície terrestre, atingindo longas distâncias (Grotzinger & Jordan, 2014; Sigurdsson *et al.*, 2015; Lopes, 2018).

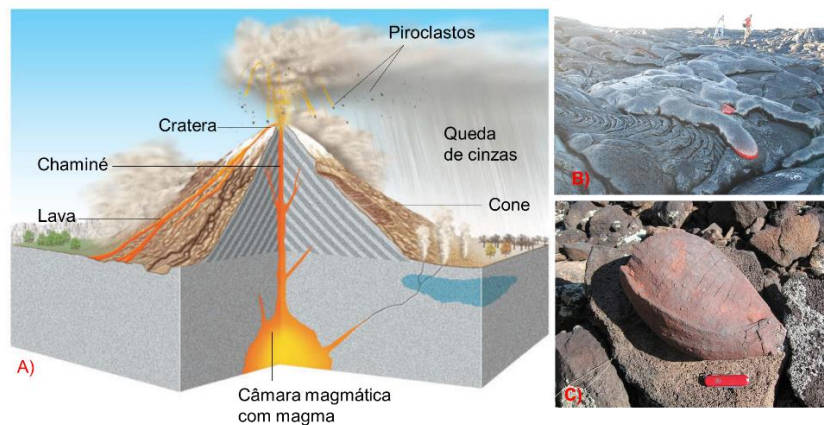


Figura 9 – Ilustração de um vulcão do vulcanismo central e exemplos de produtos vulcânicos. A) Representação da estrutura simplificada do aparelho vulcânico do tipo central, B) Escoadas de lava, C) Piroclasto bomba (segundo Sigurdsson *et al.*, 2015 (A), retirado de <https://www.istockphoto.com/br/search/2/image?phrase=mauna+loa> (B) <https://azgs.arizona.edu/center-natural-hazards/volcanism> (C).



Figura 10 – Emissão dos produtos vulcânicos através de aberturas fissurais (Segundo Sigurdsson *et al.*, 2015)

Os fluidos da Terra e da vida!

Os produtos vulcânicos resultantes do vulcanismo primário incluem materiais líquidos (as lavas), materiais sólidos (os piroclastos) e materiais de natureza gasosa (os gases). Na lava, o material rochoso encontra-se no estado líquido e a elevadas temperaturas, originando-se a partir do magma que perde gases para a atmosfera ou para o oceano, enquanto flui para a superfície da Terra. O magma também origina piroclastos e gases vulcânicos. Por sua vez magma consiste numa mistura viscosa de rocha quente e fundida, com gases dissolvidos, que tem sobretudo origem na astenosfera e migra através da crosta, misturando-se, diferenciando-se e assimilando rochas encaixantes (Grotzinger & Jordan, 2014).

Os piroclastos ou tefra são fragmentos sólidos de rocha com dimensão bastante variável, que advêm da fragmentação e pulverização do magma (podem conter fragmentos da chaminé e cratera) e são projetados para a atmosfera durante uma erupção vulcânica (principalmente explosiva), independentemente da sua composição, forma e tamanho. Consoante a sua dimensão, os piroclastos podem ser classificados em cinzas (partículas muito finas, menores que 2 mm de diâmetro e que podem atingir longas distâncias através da ação do vento), lapilli (entre 2 e 64 mm de diâmetro), e bombas e blocos (com diâmetro maior que 64 mm) (Fig. 9B). Por sua vez, o termo escória vulcânica utiliza-se para piroclastos de aparência vesiculosa, com diâmetros milimétricos a centimétricos (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Na atividade vulcânica, seja no decurso das erupções vulcânicas ou do vulcanismo secundário, são libertados gases para a atmosfera, constituídos predominantemente por vapor de água, mas também por dióxido e monóxido de carbono, compostos de enxofre, cloreto de hidrogénio, hidrogénio, azoto e fluor, entre outros (Sigurdsson *et al.*, 2015).

As lavas (Fig. 9C) podem ser classificadas consoante a sua composição. As características das lavas podem variar consoante a composição química (ex: percentagem em sílica), o conteúdo em gases e a temperatura. Uma lava é mais viscosa (move-se mais devagar) quanto mais alto for o seu conteúdo de sílica e mais baixa a temperatura. Por outro lado, uma maior quantidade de gases na lava aumenta a probabilidade de a erupção ser mais violenta. Os diferentes tipos de lavas vão dar origem, por sua vez, a diferentes formas de relevo e paisagens (Grotzinger & Jordan, 2014).

Ao solidificarem, as lavas dão origem a rochas ígneas extrusivas como o basalto, o andesito, ou o riólito. As lavas basálticas originam o basalto, o qual possui composição máfica (rica em magnésio, ferro e cálcio) e apresenta o conteúdo em sílica mais baixo destes três tipos de rocha ígnea, da ordem de 50 % de SiO₂ (Grotzinger & Jordan, 2014; Sigurdsson *et al.*, 2015). O basalto é uma rocha muito comum na Natureza e muito importante em contextos de magmatismo oceânico e em pontos quentes intraplaca (ex: arquipélago do Havai, nos Estados Unidos da América e, em Portugal). As lavas basálticas são comparativamente mais fluídas e quentes (com cerca de 1000 °C a 1200°C à saída do vulcão), formando fluxos com velocidades da ordem de alguns Km/hora, mas que, em declives pronunciados, podem chegar

Os fluidos da Terra e da vida!

mesmo aos 100 km/hora. Por sua vez, as lavas andesíticas contêm níveis intermédios de sílica e as suas temperaturas são inferiores às lavas basálticas, pelo que também fluem mais lentamente do que essas (ex: monte St. Helena, nos Estados Unidos da América). Quanto às lavas riolíticas, a sua composição química caracteriza-se por conteúdos comparativamente mais elevados em sílica, pelo que são as mais viscosas e, por isso, movem-se mais devagar. As lavas riolíticas dão origem aos riólitos, que são rochas de composição félsica (rica em sódio e potássio) com um teor de sílica superior a 68% e temperaturas de fusão mais baixas, entre 600°C e 800°C. Estas são provenientes de magmas riolíticos, que foram produzidos em zonas onde o calor do manto derreteu grandes volumes da crosta continental (Grotzinger & Jordan, 2014).

Os magmas que alimentam os vulcões da Terra derivam principalmente de processos de fusão parcial que se iniciam no manto terrestre, o qual se localiza entre a crosta e o núcleo e se estende até 2890 km de profundidade, ocupando cerca de 84% do volume da geosfera. Tal como os outros planetas do Sistema Solar, a Terra diferenciou-se em diferentes camadas estruturantes, as quais são classificadas consoante a sua composição química (crosta continental e oceânica, manto e núcleo interno e externo) e suas propriedades físicas (litosfera, astenosfera, mesosfera e endosfera), (Sigurdsson *et al.*, 2015). Destas, a crosta, onde se centram os processos vulcânicos, é constituída por materiais rochosos heterogéneos, ricos em silício, alumínio e magnésio, e tem uma espessura aproximadamente de 10 a 70 Km de profundidade (menor espessura ao nível do fundo oceânico nas margens continentais e maior espessura ao nível das cadeias montanhosas nos continentes) (Dias, Freitas & Bastos, 2010; Grotzinger & Jordan, 2014).

Quanto ao manto, comparativamente mais rico em ferro e magnésio, este subdivide-se em manto superior, zona de transição e manto inferior. O manto superior tem início na descontinuidade de Mohorovicic ou Moho (individualizada através da velocidade das ondas sísmicas, reflexo da transição entre a crosta e o manto), prosseguindo até 410 km de profundidade. A zona de transição prolonga-se até aos 670 km e, a partir daí, o manto inferior estende-se até à fronteira ou limite núcleo-manto. O manto superior é constituído, sobretudo, por peridotito, que é uma rocha ultramáfica, densa, composta por minerais de olivina e piroxena, contendo, por conseguinte, mais magnésio e ferro, mas menos sílica na sua composição química, do que a das rochas típicas da crosta oceânica (Grotzinger & Jordan, 2014). A separar o manto do núcleo diferencia-se a descontinuidade de Gutenberg. Na composição do núcleo (≈2900 km a 6371 km de profundidade; o núcleo externo até 5150 km) predomina o níquel e o ferro (Dias, Freitas & Bastos, 2010).

Embora o manto esteja predominantemente no estado sólido, nele existe uma zona menos rígida e mais plástica e viscosa, que corresponde à astenosfera, em resultado do aumento da temperatura em profundidade (gradiente geotérmico). É nesta zona que se

encontram as correntes de convecção que transferem calor em profundidade, até à superfície. Note-se que o calor interno da Terra deriva do decaimento radioativo. Assim, a conjugação dos valores da temperatura (Fig. 11) e da pressão, em função da profundidade, vão determinar o estado dos materiais (sólido ou líquido) (Sigurdsson *et al.*, 2015; Grotzinger & Jordan, 2014).

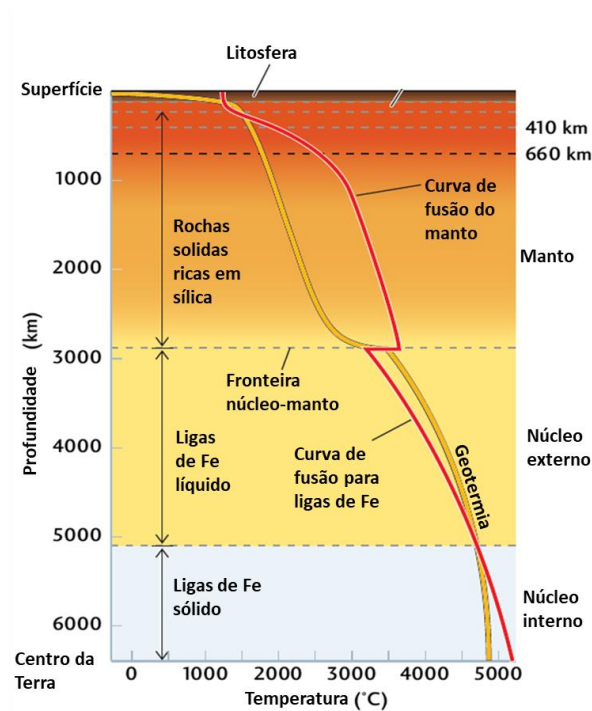


Figura 11 – Representação do gradiente geotérmico e da fusão dos materiais no interior da Terra (segundo Grotzinger & Jordan, 2014).

As erupções são também classificadas consoante os produtos vulcânicos expelidos e a composição da lava e a forma física como estes são extruídos. Nesta classificação são consideradas as erupções efusivas (mais calmas com lavas/magmas mais fluidas e com maiores velocidades de escoamento), as erupções mistas e as erupções explosivas (erupções violentas com lavas/magmas mais viscosas e predomínio da libertação de gases e piroclastos), tendo também como referência o Índice de Explosividade Vulcânica, ou IEV (Cassidy *et al.*, 2018; Jerram, 2018).

Outra classificação para o vulcanismo está relacionada com a localização ao nível das margens ou interior das placas tectónicas, aspeto que será abordado mais adiante (Sigurdsson *et al.*, 2015; Grotzinger & Jordan, 2014).

3.4. Vulcanismo secundário, residual ou atenuado

Para além do vulcanismo primário, caracterizado pelos seus vulcões e erupções vulcânicas exuberantes e violentas, também são comuns outros tipos de manifestações associadas, designadas por vulcanismo secundário (residual ou atenuado). Nas possíveis

ocorrências registradas numa determinada região vulcânica, esta atividade secundária tende a manifestar-se de um modo mais tranquilo e localizado, por comparação com o que é observado no decurso dos episódios eruptivos, atuando, deste modo, como uma forma de dissipação da energia geotérmica intracrustal, particularmente eficaz durante as longas fases de dormência do vulcão. Com efeito, a atividade vulcânica não termina quando a lava ou os materiais piroclásticos deixam de ser expelidos com o fim da erupção. Mesmo depois de décadas, ou até séculos após uma grande erupção, persiste a emissão de vapor de água e de outros gases na proximidade dos aparelhos vulcânicos. A sua emanação ocorre através de pequenas aberturas designadas por fumarolas (mofetas ou sulfataras) por onde também saem materiais dissolvidos que precipitam nas superfícies circundantes, à medida que a água evapora ou arrefece, formando vários tipos de depósitos mineralizados incrustantes (Grotzinger & Jordan, 2014). A par das fumarolas, também ocorrem outros exemplos de manifestações de vulcanismo secundário, tais como as nascentes termais e os geiseres, entre outras (NPS, 2019; Grotzinger & Jordan, 2014).

Nas regiões vulcânicas existem condições necessárias para a ocorrência destas manifestações hidrotermais, nomeadamente a existência de um contexto geológico propício, que inclui calor (resultante da atividade vulcânica), água (sobretudo com origem na precipitação pluvial e infiltração) e um sistema natural de fissuras, canais e reservatórios interconectados no interior do maciço rochoso (NPS, 2019).

As nascentes termais são exurgências em que brotam águas aquecidas em profundidade e com conteúdos abundantes em sais minerais. Os caudais das nascentes termais podem ter duas origens. Com menor frequência, a água pode ter origem no magma, libertando-se deste sob a forma de vapor de água que arrefeceu e condensou. Estas massas aquíferas são designadas por águas magmáticas ou juvenis. Noutros casos e na maior parte das vezes, as águas têm origem pluvial, infiltrando-se após a ocorrência de precipitação e acumulando-se em reservatórios subterrâneos e rochas porosas, que, pela proximidade à câmara magmática e em contato com rochas aquecidas por esta, também vão aquecer e atingir temperaturas elevadas. A água sobreaquecida ascende até à superfície através de fendas e fraturas, e, no decurso desta subida, encontra-se e mistura-se com água mais fria, que reduz a sua temperatura abaixo do ponto de ebulição (Grotzinger & Jordan, 2014; Sigurdsson *et al.*, 2015).

Dentro da diversidade das nascentes termais, também existem os geiseres. Estes são nascentes termais que libertam água e vapor de água subterrâneos a elevadas temperaturas, na forma de jato intermitente (Fig. 12B). Enquanto as restantes nascentes termais fluem continuamente, os geiseres ejetam intermitentemente água quente e vapor de água a grande pressão. Tanto as nascentes termais como os geiseres contêm minerais dissolvidos, resultantes da meteorização das rochas por onde a água passa (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Os fluidos da Terra e da vida!

Os geiseres estão conectados à superfície através de um sistema de fraturas, canais e cavidades muito irregulares e tortuosas, em contraste com o encanamento mais regular e direto das outras nascentes termais. Também nos geiseres, a água subterrânea que se encontra em contato com as rochas aquecidas pela proximidade do magma, aquece por consequência e atinge o ponto de ebulição, ascendendo aos reservatórios/cavidades (Fig. 13). No funcionamento de um geiser, a temperatura da água sobe acima do ponto de ebulição, mas permanece no estado líquido devido à grande pressão e peso da água sobrejacente que se encontra nesses reservatórios. Contudo, com o contínuo aumento da temperatura forma-se algum vapor de água. O vapor de água assim gerado, faz aumentar a pressão no reservatório, acabando por ascender juntamente com a água líquida e aliviando a pressão no sistema. Esta diminuição leva a um aumento significativo da produção de vapor que se expande e arrasta consigo água para a superfície, na forma de um jato de água, esvaziando os reservatórios. Com a saída da água a pressão diminui. Devido às diferenças de pressão e assim que os reservatórios forem reabastecidos com nova água, o ciclo repete-se, conferindo-lhes este carácter intermitente (Grotzinger & Jordan, 2014).

As fumarolas são manifestações hidrotérmicas das regiões vulcânicas que libertam gases, incluindo vapor de água, de origem magmática ou geotérmica, a temperaturas muito elevadas e bem acima do ponto de ebulição, chegando a atingir valores superiores a 400°C. As fumarolas encontram-se localizadas em crateras vulcânicas ou nos flancos dos vulcões e são reconhecidas por aberturas à superfície por onde os gases são libertados. A composição dos gases das fumarolas pode compreender H₂O, CO₂, CH₄, CO, H₂S, H₂, SO₄, HCl e HF (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Quando ricas em compostos de enxofre, as fumarolas apresentam uma cor amarelada derivada destes compostos, designando-se por sulfataras (Fig. 12A). Por outro lado, quando ricas em gases tóxicos como dióxido de carbono e o monóxido de carbono, designam-se por mofetas. (Carvalho, 2002). No arquipélago dos Açores, uma região vulcânica, é possível encontrar fumarolas em especial nas Furnas da ilha de São Miguel (Geoparque Açores, 2016).



Figura 12 - Manifestações de vulcanismo secundário: fumarola (sulfatar) (A), geiser Old faithful (B).
(segundo *Grotzinger & Jordan, 2014*, e <https://www.usgs.gov/media/images/old-faithful-geyser-yellowstone>)

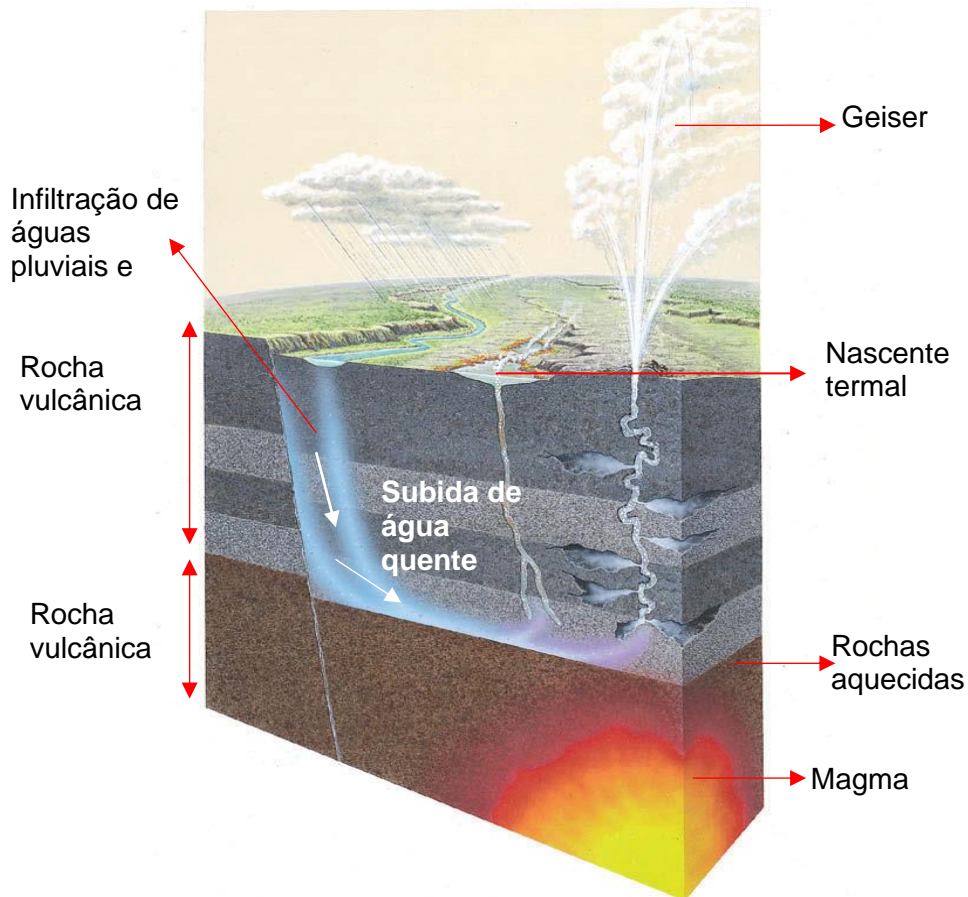


Figura 13 – Ilustração da formação de uma nascente termal e um geiser (segundo *Grotzinger & Jordan, 2014*)

3.5. Distribuição dos vulcões e placas tectônicas

Os vulcões não se distribuem uniformemente pelo planeta. Os geólogos observaram que existem regiões caracterizadas por uma grande concentração de vulcões, a par de outras zonas do globo terrestre em que estes são raros, ocorrem isoladamente, ou não estão mesmo presentes (Fig.14). Ainda num período do conhecimento geotectónico anterior ao da construção da Teoria das Placas Tectónicas, os geólogos notaram a presença de uma concentração invulgar de vulcões ao redor da orla do Oceano Pacífico, apelidando-a de “Anel de Fogo”. A observação e interpretação desta distribuição desigual dos vulcões e sua relação com as características da sismicidade, contribuiu, mais tarde, para a postulação da teoria global das placas tectónicas, bem como a fundamentar a existência destes grandes segmentos crustais, na medida em que a localização da maioria dos vulcões se relaciona com a definição dos seus limites de diversa ordem. Em concreto, relativamente às zonas de subducção, o “Anel de Fogo” veio justificar esta teoria, ao se localizar, essencialmente, ao norte da orla da placa do Pacífico (em redor do Oceano Pacífico na margem continental por cima da zona de subducção) (Grotzinger & Jordan, 2014). Outros locais com muita atividade vulcânica são, por exemplo, as dorsais médio-oceânicas e a cintura mediterrâneo-asiática, na qual se localizam, entre outros vulcões, o Vesúvio, o Etna, o Vulcano e o Stromboli (Sigurdsson *et al.*, 2015).

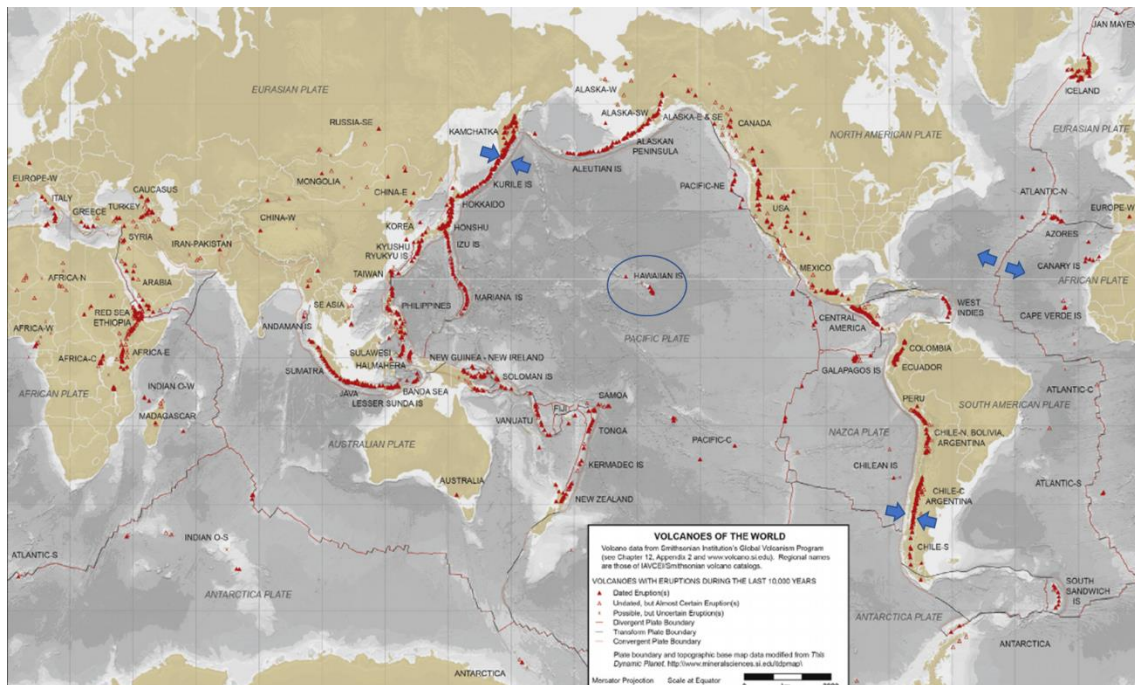


Figura 14 - Distribuição global dos vulcões (segundo Sigurdsson, 2015).

Em suma, a repartição geográfica dos vulcões aparenta estar relacionada, não só com a tectónica local, mas, sobretudo, com o contexto geotectónico regional. Nesse sentido, os

geólogos constataram que ocorria uma maior prevalência de atividade vulcânica em determinadas áreas continentais e oceânicas, e que essa maior concentração poderia dever-se à presença de limites de placas tectônicas. Na distribuição dos vulcões, são ainda distinguidas zonas interplaca e zonas intraplaca. Nas primeiras, os vulcões encontram-se junto aos limites das placas tectônicas. Pelo contrário, nas zonas intraplaca os vulcões localizam-se no interior da própria placa tectônica, como, por exemplo, no caso dos vulcões das ilhas do Havai (Schmincke, 2004).

O vulcanismo, consoante a sua localização geotectónica, também pode ser designado por vulcanismo associado a zonas de subdução, ligado a limites convergentes, vulcanismo em vale de rifte, característico de limites divergentes, e vulcanismo intraplaca, relacionado com *hotspots* (Fig. 15). Quando associado a zonas de subdução, resulta de processos magmáticos ligados à colisão entre duas placas oceânicas ou entre uma placa oceânica e outra continental. Por sua vez, nos limites divergentes, é ativo no interior ou na proximidade de riftes oceânicos ou intracontinentais (Schmincke, 2004).

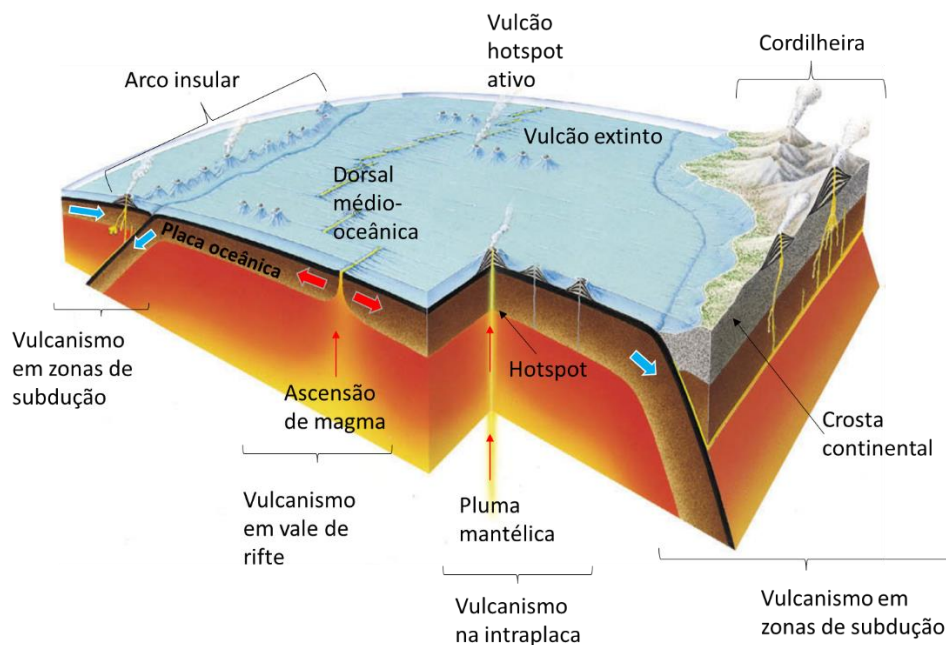


Figura 15 - Representação global do vulcanismo associado a zonas de subdução, vulcanismo em vale de rifte e vulcanismo intraplaca (segundo *Grotzinger & Jordan, 2014*).

Nos limites de placas convergentes encontram-se aproximadamente 85% dos vulcões, nos limites de placas divergentes ocorrem cerca de 15% e, no interior de placas, a sua quantidade é substancialmente inferior (Grotzinger & Jordan, 2014).

3.5.1. Vulcanismo associado a zonas de subdução

Os limites convergentes observam-se entre duas placas oceânicas, entre duas placas continentais, ou entre uma placa oceânica e outra continental, atingido uma extensão cumulativa de 55 000 km à escala global (Sigurdsson *et al.*, 2015). Os limites convergentes, também designados de destrutivos, por neles se verificar a destruição de crosta oceânica, encontram expressão nas zonas de subdução, nas quais uma das placas em colisão, composta por materiais mais densos, é subdutada lentamente sob a placa oposta, mergulhando em direção à astenosfera, à medida que as suas rochas vão sofrendo fusão (Fig. 16). Ao longo da placa sobrejacente, formam-se arcos insulares ou cadeias montanhosas com vulcões, os quais se posicionam paralelamente à extensão do limite convergente (Grotzinger & Jordan, 2014; Sigurdsson *et al.*, 2015).

O processo de subducção conduz à formação de magmas basálticos e, conseqüentemente, à formação de arcos vulcânicos (formação de crosta continental). (Sigurdsson *et al.*, 2015). Com efeito, quando a placa que fica por cima é de natureza oceânica, os vulcões associados à zona de subducção formam arcos de ilhas vulcânicas, designados por arcos insulares, como por exemplo as ilhas Marianas do Pacífico ocidental. Se a placa que não é subdutada for a litosfera continental, os vulcões e rochas vulcânicas formam uma cadeia de montanhas, designada por arco vulcânico ou cordilheira, como por exemplo os Andes, que resultam da subducção da placa oceânica de Nazca sob a placa continental da América do Sul. Ou seja, na subducção oceano-contidente podem ocorrer arcos magmáticos sob a forma cadeias. Os magmas que alimentam os vulcões da zona de subducção são produzidos por fusão induzida por fluido e a sua composição varia mais do que os magmas basálticos produzidos nas dorsais meso-oceânicas característicos dos limites divergentes, podendo ser magmas basálticos, riolíticos e andesíticos (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Nos limites convergentes de placas oceânicas com continentais, a subducção da litosfera oceânica ocorre abaixo da litosfera continental e, quando a placa subdutada penetra no manto superior, as forças de tração da placa criadas pelo contraste de densidade entre a litosfera oceânica e o manto, também contribuem para que a subducção da litosfera oceânica conduza à fusão parcial dos volumes rochosos, gerando-se magma que migra através de fraturas e diques, até às câmaras magmáticas (Sigurdsson *et al.*, 2015).

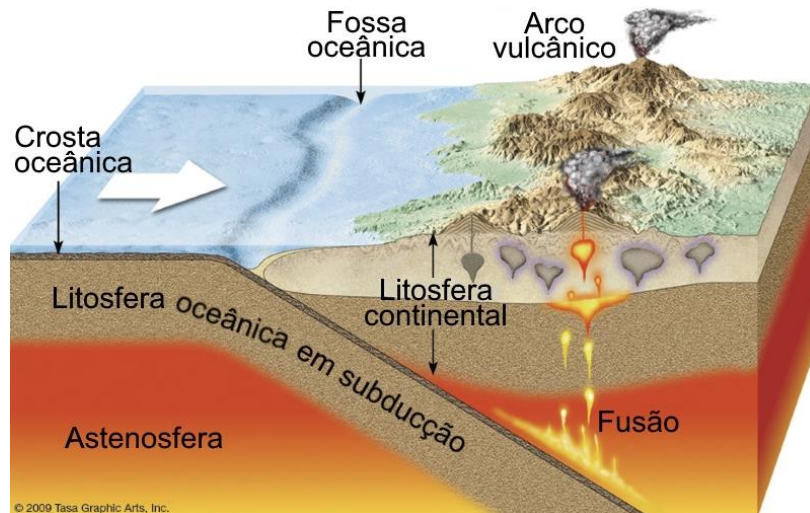


Figura 16 - Representação de uma zona de subdução da litosfera oceânica em limites convergentes entre placas oceânica e continental, com formação de magmas e respectivo arco vulcânico (segundo Sigurdsson *et al.*, 2015).

No processo, a fusão ocorre quando a placa subdutada atinge uma profundidade significativa, da ordem de algumas centenas de quilômetros, onde as temperaturas atingidas e pressão fornecem as condições necessárias a que determinadas rochas e seus minerais constituintes atinjam o ponto de fusão e sejam parcialmente fundidas, com a formação de magma que, por ter menor densidade, ascende à superfície (Grotzinger & Jordan, 2014; Jerram, 2018). Para a formação do magma também é necessária a contribuição da água, a qual teria sido captada pela subdução da crosta oceânica, no caso de limites entre oceano/continente e oceano/oceano (Grotzinger & Jordan, 2014).

A hidratação da placa litosférica oceânica que é subdutada, assim como a presença de sedimentos nesta placa, são essenciais na formação de magmas, uma vez que à medida que a litosfera oceânica em subducção é puxada para o manto, o aumento da pressão e da temperatura levam a reações que libertam fluidos da crosta para a cunha do manto, os quais hidratam, reduzindo a temperatura de fusão (diminuição do *solidus*), daí resultando a fusão parcial do manto (denominado fusão de fluxo volátil) e a consequente formação de magmas basálticos, a profundidades de 80 km a 120 km. No entanto, durante a ascensão e concentração dos magmas na crosta, estes podem sofrer uma série de processos que levam à sua diferenciação e evolução em direção a magmas com composições mais andesíticas e/ou riolíticas. Daí poderem ocorrer magmas (lavas) basálticos, andesíticos e riolíticos nas zonas de subducção e no vulcanismo a elas associado (Sigurdsson *et al.*, 2015).

3.5.2. Vulcanismo em zonas de vale de rifte

O vulcanismo de vale de rifte está representado em cerca de 15% dos vulcões à face da Terra e localiza-se nos limites divergentes entre duas placas oceânicas, como acontece

nas dorsais médio-oceânicas (ex: dorsal-médio atlântica: Helgafell da Islândia, Açores), ou entre duas placas continentais (ex: *rift valley* africano). As dorsais meso-oceânica aparecem deslocadas e com um padrão de ziguezague, as quais compreendem segmentos separados por falhas transformantes perpendiculares aos limites divergentes (Grotzinger & Jordan, 2014).

Das erupções na superfície terrestre, a maior parte da lava provém de sistemas de fraturas profundas existentes sob os oceanos, localizadas, por exemplo, nas dorsais meso-oceânicas dos limites divergentes. Grandes volumes de escoadas de lava basáltica, ricas em minerais ferromagnesianos, são estruídos, repetidamente, ao longo das dorsais meso-oceânicas, o suficiente para criar nova crosta litosférica oceânica que se estende ao longo de milhares de quilômetros, resultando de erupções efusivas. O magma aqui libertado é formado pela fusão descompressiva do peridotito do manto (Grotzinger & Jordan, 2014), em que as rochas a elevadas temperaturas passam por uma descompressão rápida (Jerram, 2018).

Nos limites de placas divergentes, ou limites construtivos (ou seja, criam nova crosta), o movimento relativo das placas litosféricas afasta-as umas das outras (Fig. 17), estejam localizadas na litosfera oceânica (ex: dorsais meso-oceânicas) ou na litosfera continental (ex: vales de rifte continentais), (Grotzinger & Jordan, 2014).

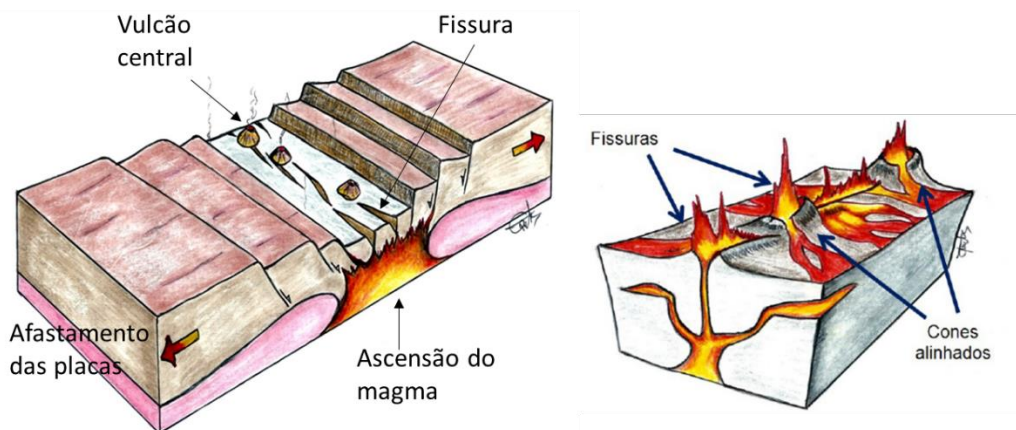


Figura 17 - Representação da atividade vulcânica em limites divergentes e vale de rifte, com o afastamento das placas na imagem à esquerda e alinhamento de vulcões na imagem à direita (segundo Lopes, 2018).

A atividade vulcânica nestes limites e seus segmentos (Fig. 17), pode-se manifestar ao longo de sistemas vulcânicos de tipo central, individualizados entre si e espaçados por muitos quilômetros, através de cones alinhados; pode também processar-se em sistemas vulcânicos fissurais, também alinhados, em que a lava é estruída ao longo de extensas fissuras (Sigurdsson *et al.*, 2015; Lopes, 2018).

Um dos argumentos para o vulcanismo nestas zonas, refere que este resulta da lenta divergência entre duas placas, causada por forças tensionais das correntes de convecção do

manto, com conseqüente alongamento do fundo oceânico, num processo que também gera numerosos sismos e a abertura de fissuras crustais. Quando o fundo oceânico se alonga, o magma ascende e migra através das fendas e fissuras então criadas, solidificando e contribuindo para a formação de novos volumes de crosta oceânica (Grotzinger & Jordan, 2014). O movimento de separação das placas induz descompressão e a formação de fraturas, por onde o manto parcialmente fundido ascende, ocupando o espaço vazio criado. Normalmente esses vulcões e os seus efeitos não se observam à superfície, pois encontram-se em áreas submersas e de batimetria elevada (Sigurdsson *et al.*, 2015, Jerram, 2018).

3.5.3. Vulcanismo intraplaca

O vulcanismo intraplaca consiste na atividade vulcânica situada no interior da placa, para lá dos limites desta, como acontece no Hawaii, onde se podem vulcões ativos ou já extintos nas diversas ilhas. Para explicar a existência de vulcanismo nesta área afastada das fronteiras de placas tectónicas, os geólogos propuseram a hipótese da pluma mantélica ou do *hotspot* (ponto quente), a qual permite explicar o processo de fusão de rochas e génese de magma num meio distante dos limites da placa (Grotzinger & Jordan, 2014), sem as condições da presença da água ou descompressão que levariam à fusão parcial ocorrida junto aos limites das placas, as quais se verificam em zonas associadas aos limites interplaca (Jerram, 2018).

Na hipótese do ponto quente (Fig. 18), o material sólido e quente ascende na forma de colunas verticais desde o manto profundo, ou, até mesmo, desde o limite núcleo-manto, designadas por plumas mantélicas (Dias *et al.*, 2014; Grotzinger & Jordan, 2014). A instabilidade na fronteira entre o manto e o núcleo leva ao aparecimento de uma pluma, que se ergue e atravessa as camadas estruturantes superiores (Grotzinger & Jordan, 2014). A subida da pluma mantélica até à litosfera pode demorar cerca de 100 milhões de anos (Niu *et al.*, 2017). Assim que a frente da pluma atinge o topo do manto, o material rochoso nela contido funde-se por descompressão, formando-se magma basáltico que se introduz e se dispersa através de segmentos de litosfera circundantes (Grotzinger & Jordan, 2014). Por fim, ao atingir a superfície terrestre, a sua extrusão origina lavas fluidas que podem atingir temperaturas mais elevadas, superiores a 1100°C (Jerram, 2018) e permitem a formação de extensas escoadas de basalto.

A cauda da pluma constitui, deste modo, um ponto quente ou *hotspot* que dá origem a um vulcão *hotspot*. O vulcão ativo situa-se acima do ponto *hotspot* que o alimenta (Grotzinger & Jordan, 2014). Este ponto *hotspot* é um ponto fixo que se encontra abaixo de uma placa tectónica em movimento, e, portanto, o local da placa onde agora ocorrem vulcões ativos corresponde à posição acima do ponto quente. Como a placa se movimenta continuamente por cima deste ponto *hotspot* fixo, esse vulcão inicial afasta-se cada vez mais do ponto quente,

ficando inativo. Forma-se, então, um novo vulcão por cima do *hotspot* e assim sucessivamente até se gerar uma cadeia de vulcões (Fig. 19), com vulcões cada vez mais antigos e extintos quanto mais longe estiverem do ponto quente. O alinhamento da cadeia reflete o sentido do movimento da placa, com relação aos seus limites divergentes e transformantes (Grotzinger & Jordan, 2014).

Como já foi referido, um exemplo atual de vulcanismo intraplaca encontra-se no arquipélago do Hawai, cujas ilhas oceânicas se localizam no interior da placa do Pacífico. Aqui, os vulcões alinham-se ao longo de uma cadeia de ilhas, onde a que se posiciona na extremidade sudeste contém vulcões ativos, enquanto que em direção a noroeste as restantes apresentam vulcões extintos e progressivamente com mais idade (Grotzinger & Jordan, 2014). Outros exemplos atuais deste vulcanismo encontram-se em meio oceânico, nas ilhas de Cabo Verde e nas ilhas Galápagos, assim com, em meio continental, no Yellowstone (Grotzinger & Jordan, 2014; King & Ritsema, 2000; Sigurdsson *et al.*, 2015).

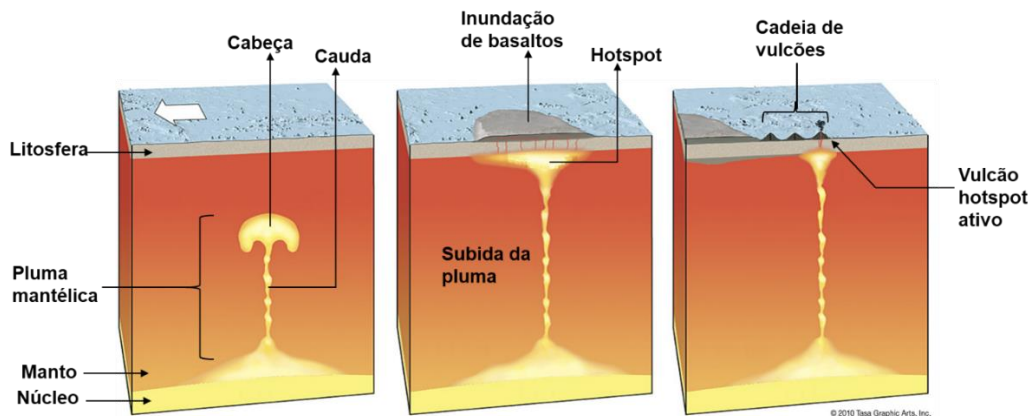


Figura 18 - Representação da formação de um ponto quente ou *hotspot* (hipótese da pluma mantélica) em vulcanismo intraplaca (Segundo

<https://www.sobregologia.com.br/2017/07/vulcanologia-hotspots-pontos-quentes.html>, consultado em 7/7/2021).

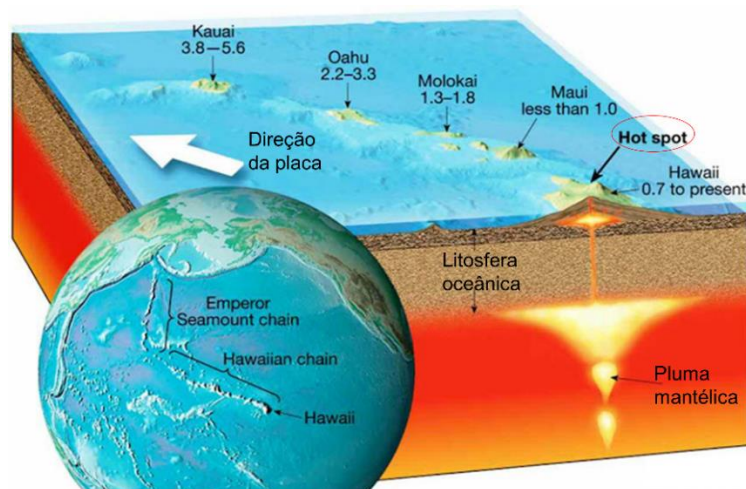


Figura 19 - Representação esquemática do movimento da placa sobre o *hotspot* fixo para as ilhas havaianas e indicação das idades destas em milhões de anos (Segundo

<http://www.geologyin.com/2018/02/new-clue-for-fast-motion-of-hawaiian.html>, consultado em 7/7/2021).

3.6. Atividade vulcânica em Portugal

Em Portugal também se encontram numerosas evidências de atividade vulcânica, as quais são atuais ou recentes em ilhas do arquipélago dos Açores e mais antigas no arquipélago da Madeira e no continente (Fig. 20), (Czajkowski, 2002; Brilha *et al.*, 1998; Mundial da Unesco; 2016).

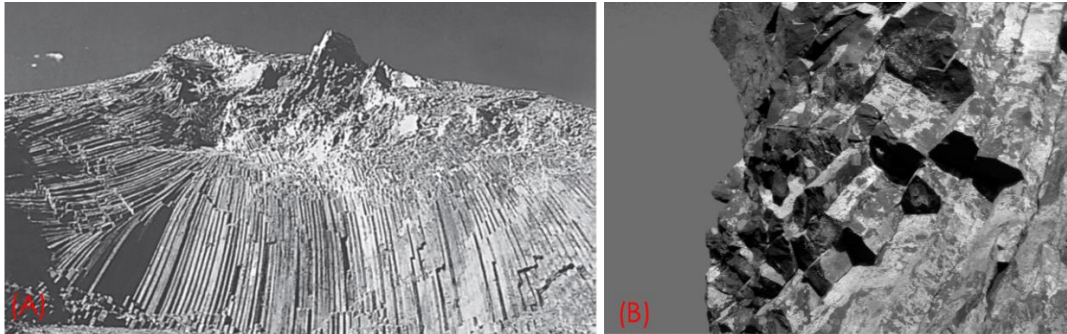


Figura 20 - Evidências passadas de vulcanismo expressas em afloramentos de rocha basáltica com disjunção colunar: Pico de Ana Ferreira, ilha do Porto Santo, no arquipélago da Madeira (A) e Penedo de Lexim, na região a sul de Mafra, em Portugal continental (B) (segundo Czajkowski, 2002 e Gomes, 2007).

O arquipélago dos Açores é composto pelo alinhamento das ilhas do Corvo, Flores, Faial, Pico, São Jorge, Graciosa, Terceira, São Miguel, Santa Maria. Os Açores situam-se na Junção Tripla dos Açores, ou seja, localizam-se uma entre as placas Euroasiática, Norte Americana e Africana (Fig. 21), facto que tem um papel significativo na sua atividade vulcânica (Pacheco *et al.*, 2013; R. Dias *et al.*, 2013). Este arquipélago de origem vulcânica, começou a ser formado há 10 milhões de anos, com a ilha de Santa Maria (Geoparque Açores, 2016).

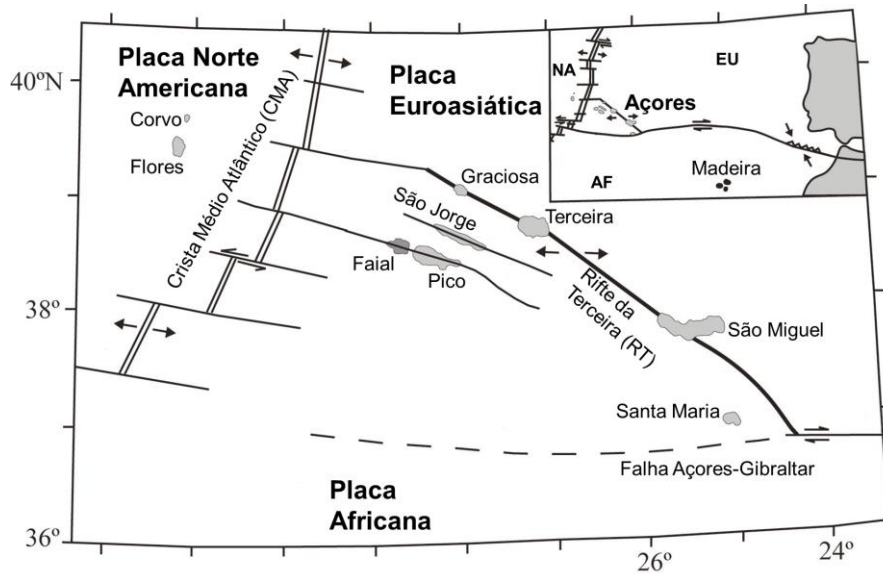


Figura 21 - Localização dos Açores na tripla junção entre a Placa Norte Americana, a Placa Euroasiática e a Placa Africana (segundo Machado *et al.*, 2009).

Nos Açores existe atualmente atividade vulcânica, caracterizada por caldeiras, cones de escórias, domos, vulcões fissurais, por uma cadeia montanhosa submarina, zonas hidrotermais submarinas, fumarolas, entre outras (Mundial da Unesco; 2016). Há décadas atrás, na ilha do Faial, o vulcão dos Capelinhos entrou em erupção em setembro de 1957. Esta prolongou-se por cerca de um ano, até 1958. Começou numa fase submarina e a acumulação progressiva de lavas e de piroclastos resultou na formação de um ilhéu que acabou por se ligar à ilha do Faial, no seu lado oeste, pronunciando ainda mais a extremidade desta ilha (Ribeiro & Brito, 1958; Forjaz, 2007). A mais recente erupção dos Açores até à data registou-se em 1998, na ponta da Serrata da Ilha Terceira (Geoparque Açores, 2016).

Nas diversas ilhas é, também, possível observar *in loco* manifestações de vulcanismo secundário, como, por exemplo as nascentes termais e o campo de fumarolas das Furnas, na ilha de São Miguel (Mundial da Unesco; 2016).

Quanto ao arquipélago da Madeira, este localiza-se no oceano Atlântico, mais precisamente na placa africana, e compreende as ilhas da Madeira, Porto Santo, Desertas e Selvagens. A sua origem é vulcânica e remonta há cerca de 14 milhões de anos, na Época Miocénica. A mais antiga das ilhas é o Porto Santo, com 14 Ma, seguida pela Madeira, com 5,2 Ma, e pelas Desertas, com 3,6 Ma. Apesar de os vulcões se encontrarem extintos no arquipélago da Madeira, ainda é possível observar vestígios bem conservados desse passado vulcânico, através, por exemplo, das disjunções colunares de basaltos que aí existem (Czajkowski, 2002).

Em Portugal continental não se verifica atividade vulcânica desde há muitos milhões de anos, mas também é possível encontrar testemunhos da presença de vulcanismo no passado. Um exemplo de evidências é a disjunção colunar de basaltos do Penedo de Lexim e do Cabeço de Montachique, que faz parte do “Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra”, desenvolvido no final do Cretácico Superior. Esta disjunção colunar pertenceria a uma antiga chaminé vulcânica (Brilha *et al.*, 1998).

3.7. Atividade vulcânica: vantagens e desvantagens

As erupções vulcânicas e outras manifestações de vulcanismo a elas associadas constituem um dos principais tipos de riscos naturais com implicações, não só para a humanidade, como também para as populações de outras espécies (Sigurdsson *et al.*, 2015). Desde a Pré-História que grupos e comunidades humanas com a proximidade de vulcões, acabando por se instalar nas suas imediações e, em muitos episódios, sofrido as consequências dessa opção (Grotzinger & Jordan, 2014).

Apesar da erupção de Thera (ou ilha de Santorini) ter sido atribuída como responsável pelo desaparecimento da civilização Minóica, no II milénio a.C. (Grotzinger & Jordan, 2014), ou da erupção do Vesúvio ter ceifado a vida a muitos dos habitantes de Pompeia e Herculano, deixando um rasto de destruição em 79 a.C. (Fig. 22), existem muitos exemplos de populações de diversos países que continuaram a residir em regiões vulcânicas, até mesmo nos dias de hoje, em que o conhecimento e a divulgação sobre o risco vulcânico ultrapassou fronteiras (Jerram, 2018). Estima-se que o número de vítimas humanas que faleceram na sequência de erupções vulcânicas, ultrapassou as 250 000 nestes últimos cinco séculos, sem contar com números ainda maiores de feridos, desaparecidos e deslocados, para além de incontáveis bens materiais e infraestruturas danificadas ou destruídas por completo. Ainda nos dias de hoje, são estimadas mais de 600 milhões de pessoas que poderão vir a ser diretamente afetadas pelas erupções, uma vez que se encontram a viver demasiado perto de vulcões, dentro de zonas de risco (Grotzinger & Jordan, 2014).



Figura 22 – Imagens alusivas à erupção do Versúvio em 79 d. C., A) Representação em computador do momento em que a cidade de Pompeia foi envolta pelas cinzas desta erupção (Crew Creative Lab Ltd.), B) preservação das cavidades de corpos encontrados em Pompeia através de moldes feitos em gesso (Segundo Jerram, 2018).

No entanto as regiões vulcânicas continuam a ser atrativas para o homem, apesar dos perigos inerentes às erupções. Isto acontece porque a atividade vulcânica também é vantajosa em vários setores (Sigurdsson *et al.*, 2015), como se exporá seguidamente.

Um vulcão ativo acarreta perigos decorrentes das erupções, para quem se encontre a uma determinada distância próxima, mas também para infraestruturas e bens. O perigo vulcânico respeita a determinadas manifestações de natureza vulcânica potencialmente capazes de serem nefastas para populações humanas, ou de causarem danos materiais, numa certa área e durante um determinado período de tempo (Gaspar, 1998). Como perigos vulcânicos, existem por exemplo as nuvens ardentes, a libertação de gases tóxicos, as escoadas de lavas, a projeção de piroclastos, os sismos vulcânicos, os tsunamis e os lahars (Dunkley & Young, 2000).

Relacionados a esses perigos, constata-se riscos vulcânicos que consistem na estimativa das consequências de um determinado evento vulcânico (Gaspar, 1998). Estes riscos incluem mortes humanas e animais, risco para a saúde, destruição material (Fig. 23) e alterações climáticas, entre outras (Loughlin, 2006). Assim, no decorrer das erupções explosivas, as nuvens ardentes constituem um perigo significativo, uma vez que são grandes massas de gases e cinzas densas que se deslocam rapidamente e se tornam incandescentes em consequência das suas altas temperaturas (Loughlin, 2006). Por outro lado, a libertação de gases tóxicos podem provocar asfixia pela redução do oxigénio e intoxicação por monóxido

de carbono, além de que, quando o vento está a favor, podem cair como aerossóis ácidos sobre plantações, vegetação e comunidades (Sigurdsson *et al.*, 2015).



Figura 23 – Exemplos de perigos e riscos. A) Cobertura de edifícios pelas cinzas com destruição dos mesmos junto ao Vulcão Merapi na Indonésia em 2006, B) Avanço da lava com destruição infraestruturas e terrenos perto do Kilauea no Hawai em 2018 (Retirado de <https://www.infoescola.com/ecologia/impactos-ambientais-das-erupcoes-vulcanicas/> (A) , <https://expresso.pt/internacional/2018-05-06-Gases-do-vulcao-Kilauea-obrigam-a-retirar-cerca-de-duas-mil-pessoas-no-Hawai> (C).

As escoadas de lava que chegam a atingir distâncias de vários quilómetros, em que a sua maior ou menor velocidade vai depender se são mais fluidas ou mais viscosas, causam, por exemplo, danos em infraestruturas e solos, soterramento e incêndios (Fig. 23B). Já os piroclastos (blocos, *lapilli*, cinzas), dependendo do seu peso, dimensão e quantidade, quando projetados, podem causar destruição e colapso de infraestruturas, cobertura de solos (Fig. 24), problemas respiratórios (obstrução das vias respiratórias) e perturbação da circulação aérea (Sigurdsson *et al.*, 2015). As cinzas vulcânicas podem danificar e incendiar os motores dos aviões, como aconteceu, anos atrás, com um avião que aterrou de emergência aquando de uma erupção no Alasca. Na Islândia, em 2010, as cinzas resultantes das erupções do Eyjafjallajokull interromperam durante algum tempo o tráfego aéreo que atravessava o norte do oceano Atlântico (Grotzinger & Jordan, 2014).

A localização, estação do ano e condições meteorológicas também vão afetar o risco, como por exemplo a força e direção do vento que se faz sentir naquele momento e lugar vão interferir no rumo e distância que as cinzas e gases vão tomar. As cinzas de uma erupção relativamente pequena do Eyjafjallajokull nesse ano, seguiram uma determinada direção do vento, conseguindo causar perturbações no tráfego aéreo europeu (Sigurdsson *et al.*, 2015).



Figura 24 - Cobertura e desabamento de um telhado pelo peso das cinzas, ocorrida durante uma fase eruptiva do vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial, nos Açores (segundo Forjaz, 2007).

Os tsunamis podem acontecer quando os vulcões são submarinos, ou quando fazem parte de uma ilha vulcânica ou se encontram próximos de zonas costeiras, pelo que a própria erupção vulcânica ou colapso do cone pode fazer mover, subitamente, uma grande massa de água. Já os sismos vulcânicos não são tão devastadores como os outros sismos tectónicos, ainda para mais que o seu registo pode ser detetável durante semanas e meses antes de uma erupção ocorrer (ex: crises microssísmicas). Além disso, os sismos vulcânicos são importantes para compreender os processos que ocorrem no interior de um vulcão, na véspera de uma erupção, e o seu estudo permite tomar medidas de prevenção que mitiguem os riscos (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Nos Andes da Colômbia, em 1985, quando o Nevado del Ruiz entrou em erupção, o gelo glaciário que se encontrava acumulado junto ao cume do vulcão, derreteu e, juntamente com um fluxo piroclástico, desceu através das vertentes a uma velocidade de 30 Km/h, arrastando detritos das margens e formando um lahar que soterrou grande parte da povoação de Armero, causando cerca de 25 000 mortes (Sigurdsson *et al.*, 2015; (Grotzinger & Jordan, 2014).

Apesar de todos estes riscos, o que faz mesmo as populações se instalarem em zonas de atividade vulcânica, são certas vantagens a elas inerentes (Fig. 25), de ordem socioeconómica (bem-estar, turismo, energia geotérmica, solos férteis, recursos minerais e litológicos), (Grotzinger & Jordan, 2014; Sigurdsson *et al.*, 2015). Para além disso, a observação e estudo da atividade vulcânica contribui para o conhecimento da geologia do interior da Terra, uma vez que os produtos vulcânicos dele provenientes através das erupções vulcânicas, permitem aferir os minerais e a constituição química existentes no seu interior (Dias *et al.*, 2013; Schmincke, 2004).



Figura 25 – Exemplos de vantagens do vulcanismo. A) Produção agrícola em solo fértil junto ao Monte Sinabuna na Sumatra, B) Central geotérmica em Nesjavellir na Islândia, C) Panteão romano construído com cimento proveniente de cinzas vulcânicas, D) Turismo em nascente termal Blue Lagoon na Islândia (Retirado de <https://theconversation.com/why-do-people-still-live-next-to-an-active-volcano-59947> (A) e de <https://www.universetoday.com/32576/benefits-of-volcanoes/> (B), https://www.researchgate.net/publication/285273561_Some_Notes_on_Ancient_Concrete (C), Sigurdsson *et al.*, 2015 (D).

Das erupções vulcânicas e dos materiais em virtude delas acumulados, resultam frequentemente solos férteis, enriquecidos por nutrientes minerais necessários ao crescimento das plantas (Porteiro *et al.*, n.d.; Forjaz, 2007). Por outro lado, são extruídas lavas e projetados piroclastos que formam rochas vulcânicas que podem vir a servir como recursos litológicos, não metálicos, para uso na construção civil (ex: a calçada portuguesa composta por basaltos a pavimentar as ruas). As rochas vulcânicas, cinzas e gases vulcânicos, também podem ser utilizados como matérias-primas para a indústria e produção de produtos químicos, como, por exemplo, a pedra-pomes usada na higiene pessoal, o enxofre, o dióxido de carbono e alguns metais (Grotzinger & Jordan, 2014; Schmincke, 2004; Teixeira *et al.*, 2013).

Outro benefício é a energia geotérmica, a qual é considerada como um recurso de energia renovável (Sigurdsson *et al.*, 2015). Obtém-se energia geotérmica através da água subterrânea que ocorre naturalmente ou é injetada no subsolo, e que foi aquecida a temperaturas de 80° C a 180° C pela proximidade à câmara magmática; pode ser diretamente usada para aquecimento residencial, comercial e industrial. No entanto, a energia geotérmica também pode ser convertida em eletricidade. Quando os reservatórios de calor têm

temperaturas superiores a 180° C, podem ser aproveitados para a produção de eletricidade geotérmica a partir de centrais elétricas (Grotzinger & Jordan, 2014).

Atualmente, o vulcanismo é uma oportunidade turística, pois atrai milhões de visitantes por ano, de todas as classes sociais, seja por aspetos educacionais, aventura, lazer ou outros. Destaca-se, em especial, o vulcanismo secundário, pela espetacularidade e beleza dos geiseres, fumarolas e nascentes termais, os quais, sem grandes riscos, podem ser visitados e constituem um grande benefício para turismo (Sigurdsson *et al.*, 2015).

3.8. Atividade vulcânica: impacto na atmosfera e na biodiversidade

Os imensos volumes de gases emanados e de cinzas projetadas no decurso das grandes erupções afetam significativamente a atmosfera terrestre, sobretudo ao nível da troposfera e da estratosfera. Já a biodiversidade tanto pode perder como ganhar com o vulcanismo (Fig.26). Como vimos anteriormente, a atividade vulcânica proporciona a renovação dos solos e das paisagens, propiciando o desenvolvimento de novos habitats favoráveis à instalação de novas espécies e de populações e de outras já existentes. Também os solos são enriquecidos em minerais essenciais ao desenvolvimento de plantas que nutrem animais. Nos fundos oceânicos, o vulcanismo também pode fornecer condições mais favoráveis de temperatura, bem como nutrientes necessários ao desenvolvimento da vida selvagem (Sigurdsson *et al.*, 2015). Um exemplo destes benefícios do vulcanismo, mesmo que depois de alguma destruição causada, encontra-se na ilha do Faial, nos Açores, no período após a erupção do vulcão dos Capelinhos: para as comunidades marinhas locais e, em especial, para as espécies bentónicas, o efeito terá sido devastador; no entanto depois das erupções cessarem, sucedeu gradualmente a colonização nesse lugar, bem como de novos habitats terrestres criados na zona oeste do território insular (Porteiro *et al.*, n.d.; Forjaz, 2007).



Figura 26 – Devastação da biodiversidade em 1981 depois da erupção do Monte St. Helena em 1980, e recuperação vigorosa desta em 2012 (Segundo Sigurdsson *et al.*, 2015).

O vulcanismo que ocorre na litosfera interfere no tempo e clima, uma vez que pode modificar a composição e as propriedades da atmosfera, através por exemplo dos gases sulfurosos que são libertados na atmosfera a vários quilómetros de altitude durante grandes erupções (Grotzinger & Jordan, 2014). O dióxido de enxofre, em altitudes mais baixas na atmosfera, pode combinar-se com o vapor de água formando aerossóis vulcânicos que originem localmente chuva ácida. Outra situação acontece quando erupções explosivas produzem grande quantidade de cinzas para a atmosfera que formem aerossóis, alterando o clima (ex: Tambora em 1815) (Sigurdsson *et al.*, 2015).

As cinzas na atmosfera também podem reduzir a incidência solar sobre a superfície terrestre, ao refletir a luz solar, e assim levar a uma diminuição da temperatura alterando o clima, especialmente se estas cinzas permanecerem na atmosfera durante alguns anos (Self, 2006).

Nos 250 anos anteriores, aconteceram grandes erupções que alertaram para possíveis consequências atmosféricas e climáticas resultantes das cinzas. Por exemplo, a seguir à erupção de Laki em 1783 houve um verão muito quente na Islândia e um inverno muito frio na Europa, e a erupção de Tambora em 1815 (em combinação com outra erupção ocorrida anteriormente em 1906) que levou ao "ano sem verão" de 1816 (Sigurdsson *et al.*, 2015).

O registo geológico revela a existência de períodos longos em ocorreu intensa atividade vulcânica com grandes erupções e erupções simultâneas em diferentes lugares da Terra (Self, 2006).

Argumentando com o princípio das causas atuais, os geólogos constataram que, se aumentarmos e calcularmos os efeitos observados de erupções recentes, as consequências globais de grandes erupções do passado foram significativas na atmosfera e clima, além de que também encontraram evidências convincentes que fazem a correlação entre extinções em massa e os maiores fluxos de lavas basálticas no planeta (Sigurdsson *et al.*, 2015). Numa menor escala, também pode ocorrer a extinção de determinadas populações ou espécies endémicas circunscritas a uma determinada ilha ou arquipélago sujeitas a erupções vulcânicas (Carson *et al.*, 1990; Sigurdsson *et al.*, 2015).

3.9. Atividade vulcânica: Previsão dos perigos e prevenção dos riscos

A coexistência de longa data entre seres humanos e vulcões, e sua continuidade futura, são dados adquiridos, apesar destes continuarem a entrar em erupção um pouco por todo o mundo e do perigo que muitas manifestações vulcânicas representam para as populações próximas. Não obstante, o conhecimento do seu comportamento e efeitos, bem como a sua monitorização, podem minimizar bastante os riscos de erupções futuras (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Visto que não é possível dissociar definitivamente as populações residentes de regiões vulcânicas, dos benefícios do vulcanismo e sabendo que, no presente, existe cerca de uma centena de vulcões com elevado risco, para além de, por ano, ocorrerem cerca de 50 erupções vulcânicas à escala global, as quais não podem ser evitadas, faz-se necessário prever o momento mais preciso possível de cada um destes eventos e criar condições de prevenção e de mitigação dos riscos envolvidos (Grotzinger & Jordan, 2014). Eventuais efeitos catastróficos podem ser muito amenizados através da aplicação do conhecimento científico em medidas políticas públicas, começando com o esclarecimento e a educação das comunidades. A Vulcanologia tem vindo a progredir cada vez mais, de modo que já é possível saber quais os vulcões no mundo com potencial catastrófico e caracterizar seus possíveis riscos, com base na avaliação dos produtos e escoadas de lava de erupções anteriores (Grotzinger & Jordan, 2014).

Para mitigar os riscos vulcânicos é essencial proceder à identificação das zonas de risco e à construção de mapas de zonas de risco (Fig. 27), para melhor fazer um planeamento da urbanização (construção de infraestruturas) e um plano de evacuação adequado, informando e sensibilizando as populações para esses riscos para que a sua evacuação seja fácil e não tenha resistência. É também necessário monitorizar os vulcões, no sentido de procurar prever quando ocorrerão as erupções vulcânicas, de modo a aplicar o plano de evacuação atempadamente e de evitar riscos associados a manifestações acessórias de vulcanismo secundário, entre outras medidas (Dunkley & Young, 2000; Schmincke, 2004).

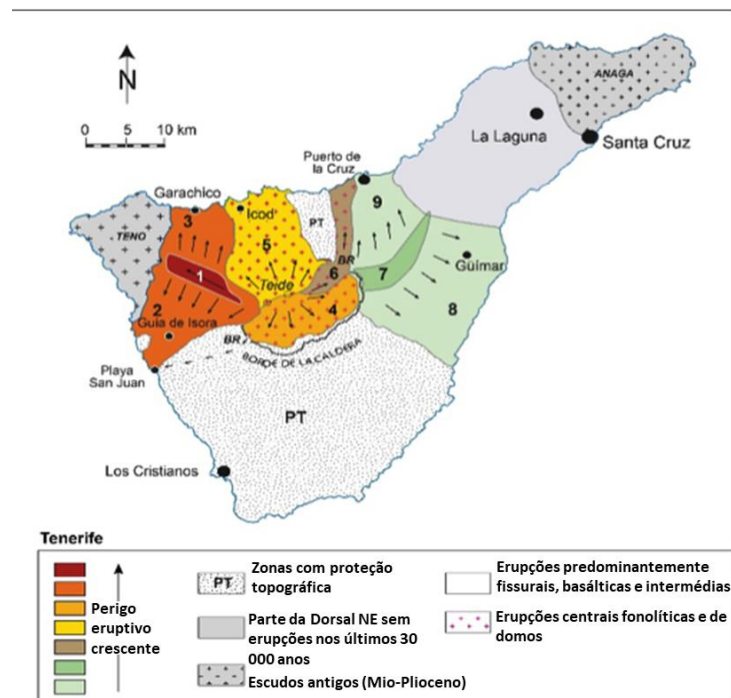


Figura 27 – Mapa com zonas de risco/perigo em Tenerife nas ilhas Canárias (retirado de <https://eldigital.ulpgc.es/opinion/2019/01/15/el-estudio-de-los-volcanes-desde-la-ulpgc>).

A necessidade de informações impõe-se durante a ocorrência de uma erupção, ou quando está próximo de ocorrer, e muitas dessas informações podem ser obtidas e preparadas antecipadamente, uma vez que os períodos de acalmia entre erupções são muito mais longos do que os períodos eruptivos. Essas informações vão tornar possível a implementação de estratégias eficazes de educação e intervenção (Sigurdsson *et al.*, 2015).

A previsão de uma erupção e a tomada de estratégias para minimizar os riscos passa, também, pelo estudo do historial do vulcão e suas erupções passadas, cujos resultados complementam os da monitorização dos vulcões em si (Jerram, 2018). Quando se estuda a história de um vulcão tem-se em atenção o tipo de erupções ocorridas anteriormente, os produtos vulcânicos expelidos, a evolução do aparelho vulcânico (ex: se culminou na formação de uma caldeira), perigos e riscos vulcânicos e ainda se procura estimar a duração dos períodos de acalmia ou dormência. Erupções atuais em vulcões similares podem ser ainda estudadas, de modo a serem identificados as consequências gerais inerentes aos perigos, com as quais se podem definir estratégias que ajudem a mitigar os riscos, como por exemplo o planeamento da construção de infraestruturas e seu enquadramento em planos de desenvolvimento locais e regionais (Sigurdsson *et al.*, 2015)

Nos produtos vulcânicos avalia-se a sua formação, transporte e deposição. Regista-se e analisa-se se o seu transporte e deposição foi feito de uma forma mais ou menos violenta, se o clima é pluvioso e, como tal, favorável a esse transporte, se os produtos vulcânicos reagiram com os elementos da atmosfera e que direção preferencial tomaram (Dunkley & Young, 2000; Schmincke, 2004).

As erupções ocorridas anteriormente deixaram depósitos de produtos vulcânicos que podem ser analisados e, portanto, mesmo passado muito tempo depois da erupção, é possível estudar onde os produtos se encontram depositados, a sua distribuição, que trajeto fizeram, a composição e morfologia destes e, ainda, relacionar todos estes dados com o que se observa em erupções observadas recentemente (Sigurdsson *et al.*, 2015).

Outro aspeto muito importante na prevenção e que é crucial na previsão de erupções vulcânicas é, como se referiu, o da monitorização dos vulcões (Fig. 28). Apesar de ainda não se conseguir saber com exatidão quando uma erupção ocorrerá, algum tempo antes de uma erupção que poderá demorar alguns meses, ou mesmo alguns anos, o vulcão começa a revelar sinais de natureza física e química que podem ser estudados e monitorizados (Grotzinger & Jordan, 2014). Tais sinais estão associados à ascensão do magma no interior do vulcão, a qual é normalmente acompanhada por aumento da frequência de microssismos, libertação de gases magmáticos e deformação do edifício vulcânico. Como exemplo pioneiro a nível mundial, em 1845 deu-se início às práticas de monitorização sistemática, com o

objetivo de detetar esses sinais, através da instalação de um observatório vulcanológico no Vesúvio (Sparks, Bibbs & Neuberg, 2012).

Os sinais a serem monitorizados, incluem a análise de variações na composição química e temperatura de fontes hídricas e fumarolas, um aumento no registo de microssismos por sismógrafos (Fig. 29), a deteção de alterações no campo magnético e força gravítica através de gravímetros, a avaliação de mudanças na topografia do vulcão usando clinómetros, a deteção de aumentos da temperatura do solo nas imediações do vulcão (através por exemplo de sensores de temperatura aí colocados, ou de satélites) e a avaliação de eventuais mudanças na composição química dos gases libertados (Jerram, 2018).

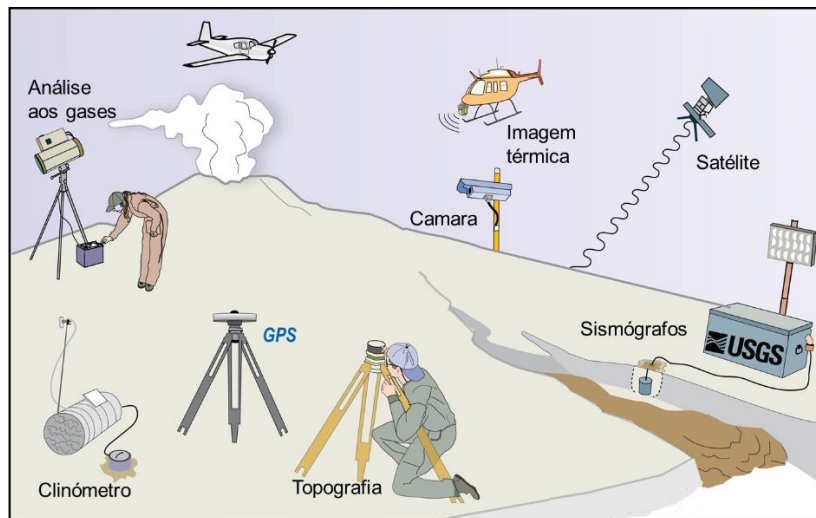


Figura 28 – Ilustração da monitorização de um vulcão (Retirado de <https://www.usgs.gov/media/images/volcanic-monitoring-types-and-methods-employed-usgs-vhp>).



Figura 29 – Estação sismográfica junto ao vulcão no Alasca (Retirado de <https://www.usgs.gov/media/images/volcanic-monitoring-types-and-methods-employed-usgs-vhp>).

4. Enquadramento teórico de Biologia

4.1. Sangue

Antigamente as pessoas já tinham consciência de que uma grande perda de sangue poderia terminar em morte. Ao longo da história, o sangue está envolto de simbolismo e de rituais em muitas culturas, fazendo parte de expressões populares como, por exemplo, “sangue dá vida”, “sangue azul” ou “a ferver o sangue”. O estudo do sangue revela muitas informações sobre o funcionamento do nosso corpo e do estado de saúde, uma vez desempenha várias funções necessárias ao equilíbrio do organismo (Seeley et al., 2014).

A invenção do microscópio ótico composto, por volta de 1590, tornou possível conhecer um pouco sobre a constituição do sangue. Em 1658, Swammerdam observou os eritrócitos, também designados por eritrócitos, hemácias ou glóbulos vermelhos, e em 1695 os glóbulos vermelhos foram descritos e ilustrados por Leeuwenhoek. Na primeira metade do século XIX, os leucócitos ou glóbulos brancos foram descritos por Andral e Addison, e as plaquetas, também chamadas de trombócitos, por Donné. Em 1879, Ehrlich divulgou um método de coloração de esfregaços sanguíneos e um método de contagem diferencial de células sanguíneas ao microscópio (Hajdu, 2003a).

A descoberta da circulação do sangue por todo o corpo foi feita por William Harvey em 1613, dando ênfase aos gregos e cristãos que associavam o sangue à vida e acreditavam no seu potencial para curar problemas de saúde (IPST, 2020; Ribatti, 2009). A partir daqui, e ainda no mesmo século, foram feitas tentativas de transfusões de sangue por Richard Lower, entre as quais se observaram reações hemolíticas em pacientes que receberam sangue incompatível e que os levou à morte. Por isso, em 1678, as transfusões sanguíneas chegaram a ser proibidas e só um século depois se voltariam a realizar com casos de sucesso (incluindo transfusões de sangue do próprio paciente) e com casos de insucesso (IPST, 2020).

A partir de 1900, Landsteiner veio a descobrir a razão dos casos de insucesso nas transfusões sanguíneas, quando experimentou juntar os eritrócitos de uns indivíduos com o soro de outros ou do mesmo indivíduo, tendo verificado que, havia a aglutinação dos eritrócitos que estiveram em contato com soro de indivíduos diferentes. Além disso, reconheceu que os eritrócitos tinham diferentes marcadores na sua superfície e identificou as substâncias A e B do grupo AB0. Três anos depois, classificou o sangue em grupos sanguíneos, os grupos A, B e 0 (IPST, 2020; Landsteiner, 1901). O grupo AB viria a ser descoberto por Von DeCastello e Sturli em 1902 e adicionado ao sistema AB0 (Batisteti et al., 2007). Landsteiner, em 1933, ainda publicou a primeira monografia sobre a interação antígeno-anticorpo. Wiener e Landsteiner, em 1940, descobriram o fator Rh, através da transfusão de eritrócitos do macaco Rhesus (daí a designação Rh) em coelhos que desenvolveram anticorpos que reagem não só com as células desses macacos como também

com 85% da população caucasiana (Cappell, 1946; D Farhud & Yeganeh, 2013; Hajdu, 2003b). Mais tarde, as transfusões seriam precedidas por provas de compatibilidade (IPST, 2020).

4.1.1. Constituintes do sangue

O sangue é um tecido conjuntivo especial em que a substância intercelular é líquida e designada por plasma, o qual circula por todo o corpo dentro de um sistema fechado, o sistema cardiovascular (Reece et al., 2014). Ao circular por todas as partes do corpo, o sangue fornece nutrientes e oxigênio (provenientes dos órgãos digestivos, de reserva e pulmões) indispensáveis ao metabolismo, entre outras substâncias, e recolhe produtos de excreção nos diferentes tecidos, que se encontram distantes, para os órgãos de excreção. Deste modo, o equilíbrio do organismo é assegurado (Seeley et al., 2014).

O sangue representa 7% do peso total de um homem adulto. Por exemplo, um homem que pese 70 Kg terá cerca de 5 litros de sangue, já uma mulher que pese 58 Kg terá por volta de 4 litros de sangue (Silverthorn, 2017).

Nos vertebrados, o sangue é constituído pelo plasma (substância intercelular) e por eritrócitos, leucócitos e plaquetas (elementos figurados). Através da técnica de centrifugação é possível separar os diferentes componentes do sangue. Os elementos figurados correspondem a 45% do volume total do sangue e os outros 55% ao plasma (Fig. 30) (Reece et al., 2014).

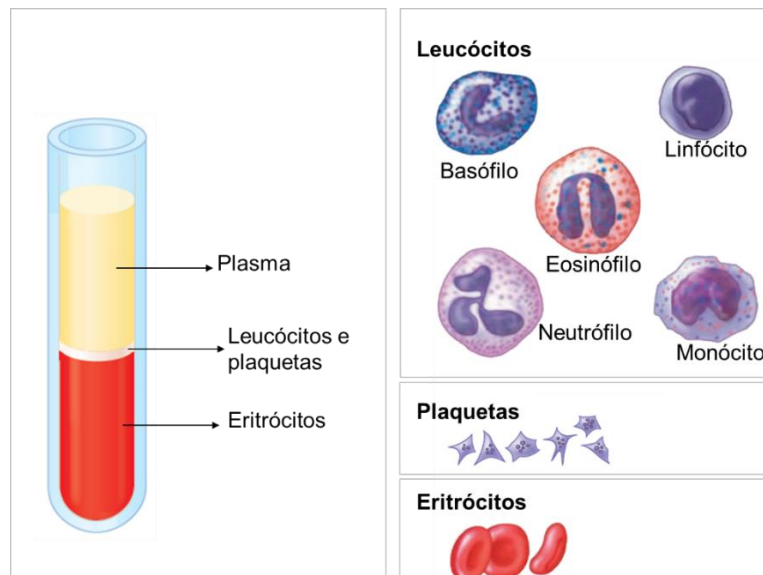


Figura 30 – Representação esquemática dos constituintes do sangue com imagem representativa de uma colheita de sangue centrifugado à esquerda (Reece et al., 2014).

A formação dos elementos figurados designa-se por hematopoiese (Fig. 31), e em adultos ocorre essencialmente na medula óssea. Na medula óssea, a formação dos elementos figurados inicia-se com uma população, comum a todos, de células hemapoieticas pluripotentes ou estaminais (*stem cells*) que são indiferenciadas (Seeley et al., 2014). Estas células dividem-se dando origem a uma célula-filha que permanece como célula estaminal e outra célula que se diferencia e especializa noutro tipo de célula. Estas células indiferenciadas são precursoras de outras, e portanto são multipotentes pois tem capacidade para formar vários tipos de células, como as linhagens de células mieloides e de células linfoides (iniciam respetivamente no progenitor mielóide e no linfóide) (Abbas et al., 2014; Reece et al., 2014) (Fig. 31).

O progenitor mielóide desenvolve linhagens celulares, nas quais são identificadas diferentes unidades formadoras de colónias, que culminam na formação de eritrócitos, megacariócitos (a fragmentação destes forma plaquetas), e dos leucócitos: basófilos, eosinófilos, neutrófilos, monócitos. Os monócitos diferenciam-se em macrófagos. O progenitor linfóide pode dar origem aos linfócitos B e T. A maturação dos linfócitos T ocorre no Timo. Os linfócitos B ainda se podem diferenciar em plasmócitos produtores de anticorpos (Abbas et al., 2014; Hoffbrand et al., 2006).

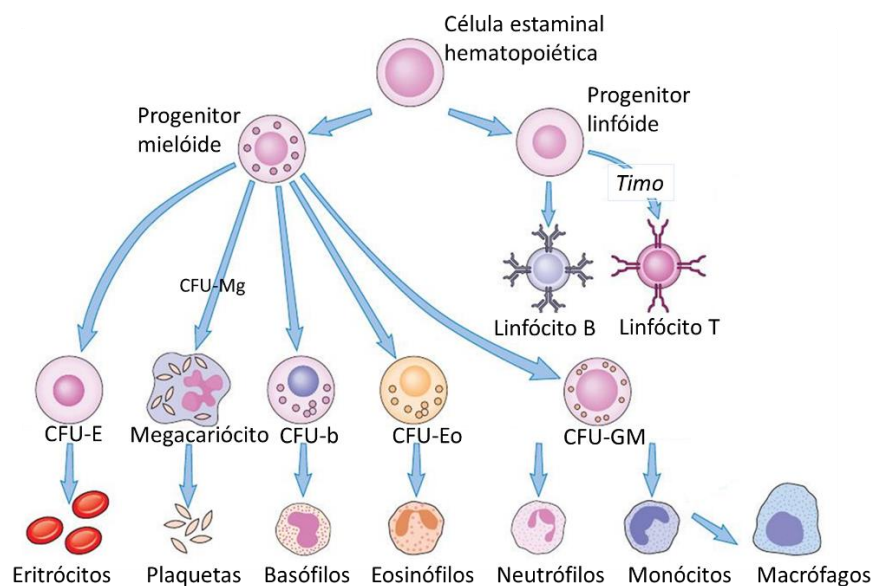


Figura 31 – Representação da hematopoiese em algumas das suas linhagens celulares (CFU-E, Mg, b, Eo,GM): unidade formadora de colónias – eritroide, megacariócito, basófilo, eosinófilo, granulócito-monócito) (adaptado de Abbas et al., 2004; Murray, 2014).

4.1.1.1. Plasma

O plasma de cor amarelada consiste na fração líquida do sangue, constituindo a substância intercelular onde os elementos figurados se encontram suspensos. O plasma é principalmente constituído por água, aproximadamente 92%, nutrientes (moléculas simples), iões, proteínas, hormonas, gases respiratórios (ex: algum oxigénio, dióxido de carbono na forma de bicarbonato que também age como tampão do sangue regulando o pH), vitaminas e produtos de excreção como a ureia (Silverthorn, 2017; Seeley et al., 2014).

Os iões (ex: sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloro) permitem manter o equilíbrio osmótico do sangue e a sua concentração no plasma reflete-se na constituição do fluido intersticial dos tecidos (Reece et al., 2014). As principais proteínas plasmáticas são a albumina, as globulinas, as apolipoproteínas e o fibrinogénio. A albumina é importante na viscosidade do sangue, na regulação da pressão osmótica e age como tampão no equilíbrio do pH, e transporta ácidos gordos, bilirrubina e hormonas da tiroide. As globulinas são diversas (ex: fatores de coagulação, transporte de substâncias, enzimas), e dentro destas existem por exemplo as imunoglobulinas ou anticorpos que atuam na defesa do organismo. As apolipoproteínas (ex: colesterol) estão envolvidas no transporte de lípidos, e o fibrinogénio na coagulação do sangue. Quando os fatores de coagulação (ex: fibrinogénio) são removidos do plasma, o plasma passa a designar-se por soro (Reece et al., 2014; Silverthorn, 2017; Seeley et al., 2014).

4.1.1.2. Eritrócitos

Dos elementos figurados, os mais abundantes são os eritrócitos com 95% do total de elementos figurados. Os eritrócitos com cerca de 7,5 μm de diâmetro não possuem núcleo e têm forma de disco bicôncavo que aumenta a sua área superficial, tornando a difusão dos gases respiratórios mais rápida e facilitando o seu trajeto pelos vasos de menor calibre (Reece et al., 2014; Seeley et al., 2014).

Os eritrócitos têm um papel fundamental no transporte de oxigénio através da hemoglobina, mas também transportam algum dióxido de carbono. A hemoglobina existente nos eritrócitos contém ferro que confere a cor vermelha aos eritrócitos e por sua vez ao sangue (Guyton & Hall, 2017).

Nos eritrócitos também existe a enzima anidrase carbónica responsável pela reação que transforma o dióxido de carbono juntamente com a água em ácido carbónico (H_2CO_3). O ácido carbónico desdobra-se num ião de hidrogénio e no ião bicarbonato (HCO_3^-) que segue no plasma. O ião bicarbonado é a principal forma de transporte do dióxido de carbono (70%), mas o seu transporte também se faz estando dissolvido no

plasma (7%) ou ligado a proteínas em especial à hemoglobina (23%) (Guyton & Hall, 2017; Seeley et al., 2014)

A hemoglobina é constituída por quatro cadeias de polipeptídeos, normalmente duas cadeias β e duas cadeias α em adultos. Cada cadeia é designada por globina e cada uma tem um grupo heme, perfazendo um total de quatro grupos heme/hemoglobina (Seeley et al., 2014). Cada grupo heme contém um átomo de ferro no centro (Fig. 32) e cada molécula de oxigénio é transportada ligando-se a um átomo de ferro. Cada molécula de hemoglobina pode transportar até quatro oxigénios. A hemoglobina capta o oxigénio ao nível dos pulmões, transporta-o e distribui-o pelas células nas diversas partes do organismo (Silverthorn, 2017).

Quando a hemoglobina está associada ao oxigénio designa-se por oxihemoglobina e quando se encontra sem oxigénio designa-se por desoxihemoglobina. O dióxido de carbono também se pode ligar à hemoglobina através dos grupos amina. Em situações de intoxicação com monóxido de carbono, este associa-se ao ferro da hemoglobina que deixa de transportar o oxigénio (Seeley et al., 2014).

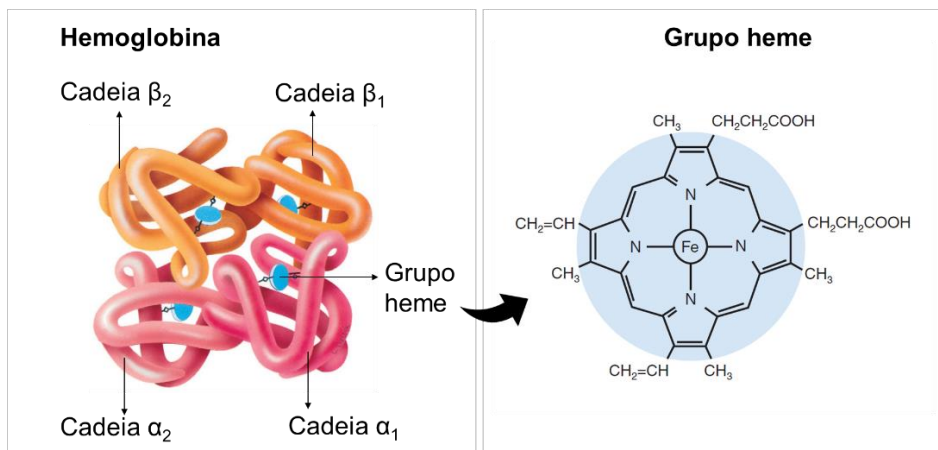


Figura 32 – Representação da constituição da hemoglobina (imagem à esquerda) e da estrutura química do grupo heme (imagem à direita) (Seeley et al., 2014).

A produção dos eritrócitos ocorre por um conjunto de processos na medula óssea e designa-se especificamente por eritropoiese, a qual é estimulada pela eritropoietina produzida nos rins (Ramé & Thérond, 2012). Os eritrócitos permanecem no sangue aproximadamente 120 dias (Silverthorn, 2017). Sempre que os níveis de oxigénio no sangue diminuem, os rins detetam esta diminuição e sintetizam mais eritropoietina (Fig. 33) que faz aumentar a eritropoiese que, por sua vez, aumenta a produção de eritrócitos e conseqüentemente aumenta os níveis de oxigénio no sangue (Ramé & Thérond, 2012).

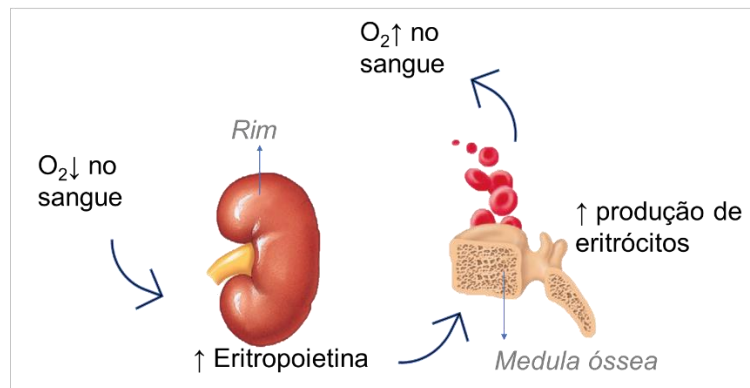


Figura 33 – Produção de eritrócitos em resposta à diminuição dos níveis de oxigênio no sangue (Seeley et al., 2014).

4.1.1.3. Leucócitos

O sangue contém leucócitos são células claras e arredondadas e, ao contrário dos eritrócitos, têm núcleo e não têm hemoglobina (Seeley et al., 2014). A sua função principal é combater infecções, sendo também responsáveis pela remoção de células mortas, degradadas e disfuncionais e remoção de corpos estranhos (Reece et al., 2014; Silverthorn, 2017)

Existem cinco tipos principais de leucócitos: os basófilos, os eosinófilos, os neutrófilos, os monócitos (que podem se diferenciar em macrófagos) e os linfócitos (B e T) (Seeley et al., 2014). Nos esfregaços sanguíneos, os diferentes tipos de leucócitos podem ser identificados ao microscópio óptico, uma vez que apresentam diferenças na forma e tamanho do núcleo, inclusões citoplasmáticas (grânulos), coloração do citoplasma e regularidade da membrana citoplasmática e forma do leucócito (Silverthorn, 2017). De acordo com a visibilidade dos grânulos, os leucócitos podem ser diferenciados em granulócitos, também chamados de polinucleares (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e em agranulócitos (monócitos e linfócitos) (Ramé & Thérond, 2012). Os leucócitos, depois da sua formação e libertação, têm uma duração que varia de horas a alguns dias até vários anos (Ramé & Thérond, 2012; Silverthorn, 2017).

Estas células têm a capacidade de saírem da circulação sanguínea, atravessando os vasos sanguíneos mais finos e entrando nos outros tecidos por um processo chamado de diapedese. Na diapedese os leucócitos ficam mais finos e alongados de modo a conseguirem passar pelos espaços existentes entre as células das paredes dos vasos sanguíneos (Fig. 34). Esta capacidade permite aos leucócitos deixarem os capilares e deslocarem-se aos locais de infecção onde vão atuar contra microrganismos invasores (Reece et al., 2014).

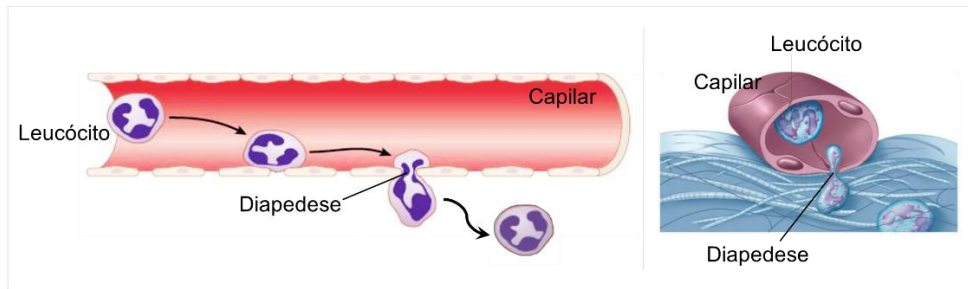


Figura 34 – Representação esquemática da diapedese de leucócitos. Vista longitudinal do capilar sanguíneo na figura da esquerda e vista transversal na figura da direita (Adaptado de Guyton & Hall, 2017; Mader & Windelspecht, 2018).

Os leucócitos são células que fazem parte do sistema imunitário com a função de defesa do organismo contra agentes patogênicos (Silverthorn, 2017). Na sua função de defesa, os leucócitos podem agir de várias formas, como por exemplo através da produção de anticorpos também chamados de imunoglobulinas ou da fagocitose (Guyton & Hall, 2017).

Na defesa por anticorpos, os linfócitos B na presença dos antígenos correspondentes ligam-se a estes, pelos receptores, e ficam ativos. Deste modo, é desencadeada a proliferação destes linfócitos B. De seguida, são produzidas células de memória e estes também se diferenciam em muitos plasmócitos produtores de anticorpos específicos que se ligam aos antígenos (pelos determinantes antigênicos ou epítopos) neutralizando-os (Fig. 35). Os anticorpos são proteínas com uma estrutura base em forma de Y. Os anticorpos são específicos para certos antígenos, ligando-se aos determinantes antigênicos destes, isto é, um determinado anticorpo liga-se localmente a um determinante antigénico particular e não a outro. Diferentes anticorpos podem reconhecer um mesmo antígeno que se pode encontrar livre ou na superfície membranar do agente patogénico em diferentes epítopos (Fig. 36). O antígeno consiste numa substância, normalmente extrínseca ao organismo, capaz de induzir especificamente o sistema imunitário (Reece et al., 2014; Silverthorn, 2017).

Na defesa por fagocitose, temos como células fagocíticas por exemplo os monócitos que se transformam em macrófagos. Estas células, tal como os neutrófilos, englobam os agentes patogénicos estranhos emitindo pseudópodes para formar o fagossoma que se vai fundir com um lisossoma com enzimas que digerem o agente patogénico nas chamadas vesículas digestivas (digestão intracelular) (Fig.37). Quando um tecido é danificado (ex: pele), ocorre uma porta de entrada para agentes patogénicos (ex: bactérias) (Fig. 38). No local, mastócitos e macrófagos emitem sinais moleculares que promovem e facilitam a diapedese de leucócitos que vão fagocitar esses agentes patogénicos (agentes patogénicos). (Reece et al., 2014).

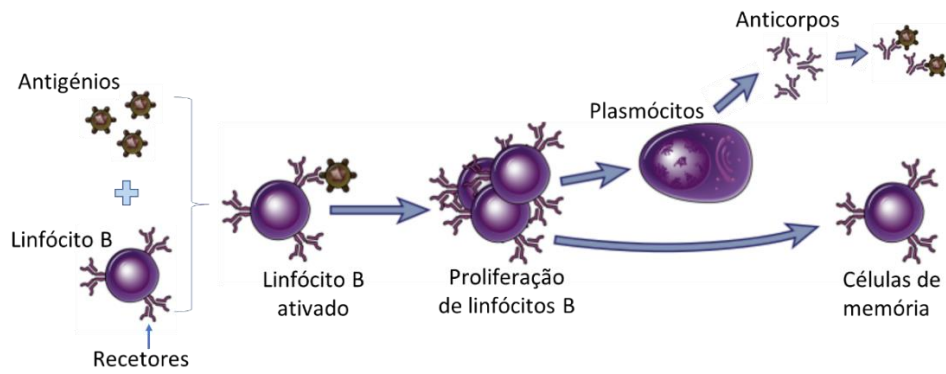


Figura 35 – Atuação dos leucócitos na defesa do organismo pela produção de anticorpos. (segundo Silverthorn, 2017; Abbas et al., 2014).

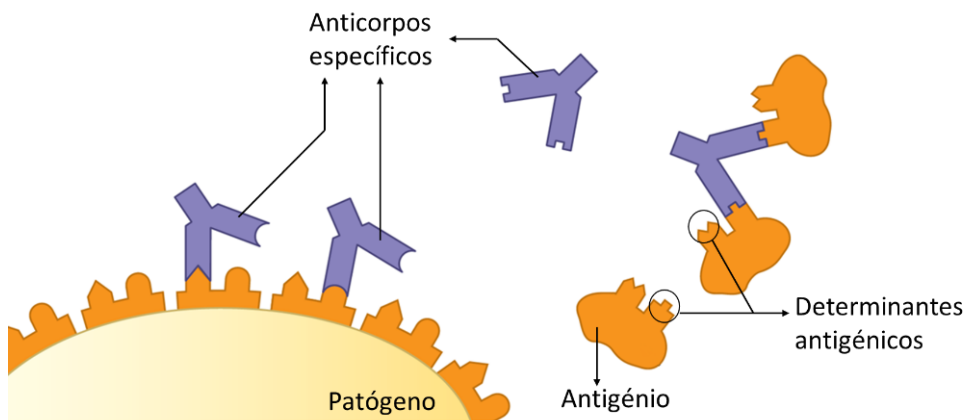


Figura 36 – Representação esquemática da diversidade de anticorpos e da especificidade entre anticorpo e antígeno. Ligação de diferentes anticorpos a determinantes antigênicos distintos num mesmo antígeno que pode estar livre ou na superfície de um agente patogénico (Reece et al., 2014).

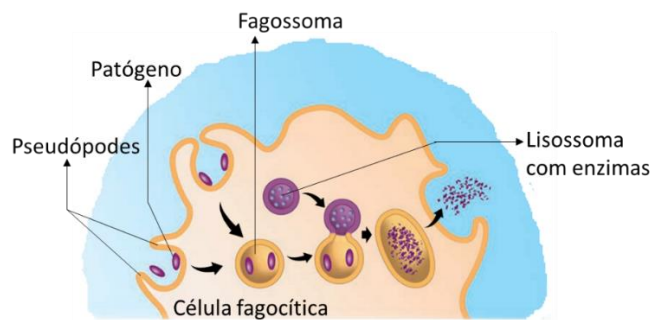


Figura 37 – Representação esquemática da fagocitose realizada por um leucócito (célula fagocítica) (Reece et al., 2014).

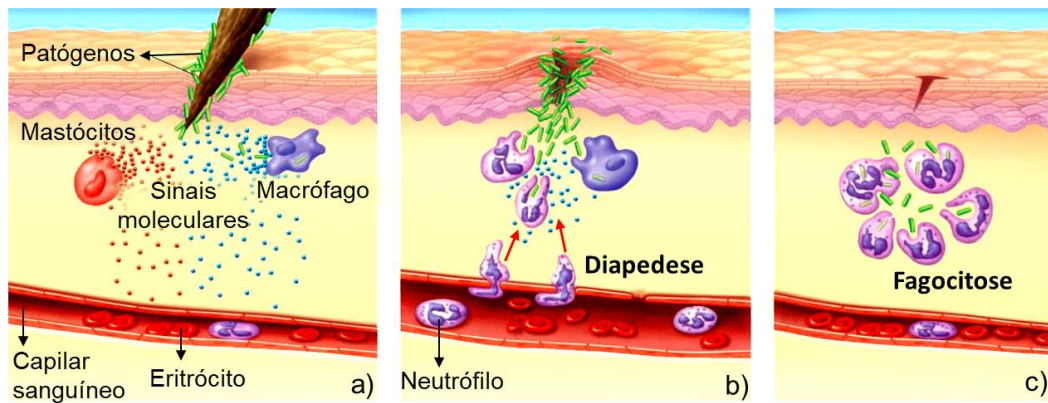


Figura 38 – Representação da atuação dos leucócitos através da fagocitose; a) entrada de agentes patogénicos e libertação de sinais químicos, b) diapedese e migração de leucócitos fagocíticos para o local, c) fagocitose dos agentes patogénicos (Reece et al., 2014).

4.1.1.4. Plaquetas

Uma das componentes dos elementos figurados do sangue são as plaquetas, que são fragmentos de células maiores, os megacariócitos (podem chegar aos 100 μm), e que são constituídas por uma pequena quantidade de citoplasma envolvido por membrana plasmática. As plaquetas têm forma discoide, não têm núcleo nem cor e são de pequenas dimensões ($\approx 3 \mu\text{m}$ de diâmetro). As plaquetas participam na coagulação sanguínea. Na superfície da membrana plasmática das plaquetas existem glicoproteínas e proteínas responsáveis pela capacidade de aderência das plaquetas a outras moléculas, as quais se ligam como, por exemplo, ao colagénio noutros tecidos conjuntivos (tecido conjuntivo frouxo). As plaquetas também contêm no seu citoplasma mitocôndrias, retículo endoplasmático liso, miosina e atina (proteínas contrácteis), e grânulos com substâncias químicas (ex: adenosina difosfato ou ADP, tromboxano) que, ao serem libertados, contribuem para a coagulação (Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

Na circulação sanguínea, as plaquetas podem durar aproximadamente 10 dias (Ramé & Thérond, 2012). Uma vez no sangue, as plaquetas evitam a perda de sangue aquando de roturas nos vasos sanguíneos. As plaquetas formam agregados (tampões plaquetários) localmente que selam pequenas roturas em pequenos vasos, e participam na formação de coágulos necessários em feridas maiores que ocorram nos vasos, com a finalidade de parar a hemorragia. A paragem da hemorragia designa-se por hemostase ou hemostasia que consiste na vasoconstrição (contração do vaso sanguíneo para restringir o fluxo sanguíneo no local lesionado), na agregação plaquetária e na coagulação (Seeley et al., 2014).

No processo de coagulação, as plaquetas aderem às fibras de colagénio expostas pela lesão, libertando ADP, tromboxano e outras substâncias que tornam a sua superfície viscosa

(plaqueta ativada), possibilitando a adesão de umas às outras e, conseqüentemente, a formação de um tampão plaquetário (Silverthorn, 2017; Guyton & Hall, 2017).

Os danos dos vasos expõem fatores de coagulação (provenientes das plaquetas, células danificadas e plasma) aos outros tecidos também danificados e ao colagénio, ativando-os e iniciando um processo que leva à formação de protrombinase, enzima que transforma a protrombina em trombina (também fatores de coagulação). A trombina promove a transformação do fibrinogénio, uma proteína solúvel, em fibrina, uma proteína insolúvel, formando uma rede que fixa o tampão plaquetário. Esta rede de fibrina, em conjunto com as plaquetas, retém células sanguíneas e plasma, formando um coágulo (Figura 39) (Reece et al., 2014; Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

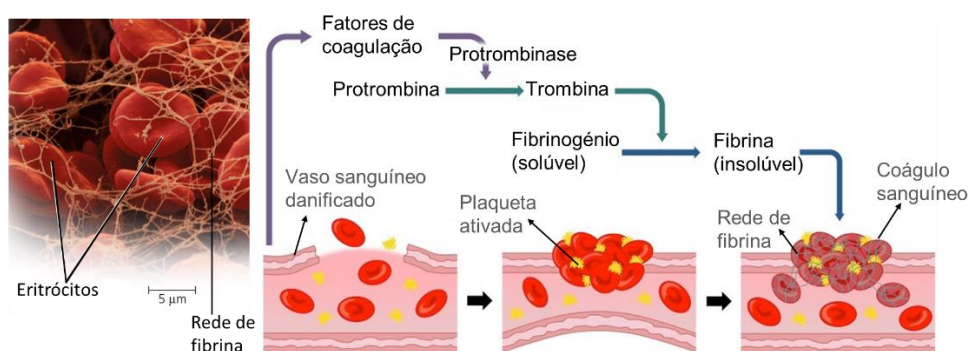


Figura 39 – Coagulação sanguínea. Eritrócitos aprisionados na rede de fibrina de um coágulo sanguíneo (imagem à esquerda). Representação esquemática da coagulação sanguínea (imagem à direita) (Reece et al., 2014; Saha et al., 2021; Torfin, n.d. Acedido em

<https://www.blendspace.com/lessons/XnPHfSxZ1ywcog/topic-6-3-and-11-1-defense-against-infectious-diseases>).

Em cada componente do sangue encontramos uma ou mais funções. Uma vez que o sangue circula por todas as partes do corpo, contribuindo para a homeostase e equilíbrio do corpo de muitas maneiras, as suas funções incluem o transporte de substâncias (gases, nutrientes, produtos de excreção, moléculas produzidas ou modificadas, moléculas reguladoras como por exemplo as hormonas), ajuste do pH e manutenção da osmose, distribuição do calor, proteção de agentes patogénicos e coagulação (Seeley et al., 2014).

4.1.2. Análises ao sangue

Na medida em que o sangue circula por todas as partes do corpo e tendo em conta as suas funções e papel na homeostase e equilíbrio do corpo (Mader & Windelspecht, 2018), estudar a sua composição e composição do seu plasma num indivíduo pode revelar

informações sobre o estado e atividade de vários órgãos (Moore & Blann, 2016; Seeley et al., 2014).

Nas análises ao sangue, tanto as substâncias que aí se encontram dissolvidas como os elementos figurados são avaliados quantitativamente e qualitativamente (ex: não se faz apenas a contagem do número de eritrócitos, mas também se considera o seu volume e forma), e comparados com valores de referência. São analisados parâmetros (sugestivos da atividade dos diversos órgãos) em função dos valores de referência (Tab. 2) que variam com a idade e o sexo (Moore & Blann, 2016; Silverthorn, 2017). Os laboratórios costumam acompanhar os resultados das análises (valores obtidos) com os valores de referência (Moore & Blann, 2016).

As análises ao sangue consistem em exames ao sangue feitos em laboratório, sob prescrição médica, com a intenção de diagnosticar precocemente ou monitorizar doenças (Moore & Blann, 2016; Silverthorn, 2017). Os exames podem ser bioquímicos, hemogramas e microbiológicos, entre outros (Moore & Blann, 2016). Os bioquímicos avaliam essencialmente substâncias e moléculas suspensas ou dissolvidas no plasma, como, por exemplo, a glicose, iões ou o colesterol. Os hemogramas avaliam a hemoglobina, hematócrito (% de eritrócitos no volume de sangue total), e os elementos figurados (ex: contagem do número de eritrócitos, leucócitos, plaquetas num dado volume) e o volume e forma dos elementos figurados. Os microbiológicos determinam microrganismos patogénicos, por exemplo as bactérias (Moore & Blann, 2016; Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

Tabela 2 – Alguns valores de referência de sangue para um adulto

	Mulher	Homem
Eritróctos	3,5 – 5,5 milhões/mm ³	4,3 – 5,9 milhões/mm ³
Hematócrito	36 – 46%	42 – 53%
Hemoglobina	12 – 16 g/dL	13,5 – 17,5 g/dL
Leucócitos	4 500 – 11 000/mm ³	4 500 – 11 000/mm ³
Plaquetas	150 000 – 400 000/mm ³	150 000 – 400 000/mm ³
Sódio	135 – 146 mmol/L	135 – 146 mmol/L
Potássio	3,5 – 5,0 mmol/L	3,5 – 5,0 mmol/L
Ferro	50 – 170 µg/dL	50 – 170 µg/dL
Colesterol total	< 200 mg/dL	< 200 mg/dL
Glicose (jejum)	70 – 110 mg/dL	70 – 110 mg/dL

Valores em 2018, SNS (Sistema Nacional de Saúde); <http://www.acss.min-saude.pt/wp-content/uploads/2018/09/tabela.pdf> acedido em 26/7/2021

Relacionar os valores obtidos com os valores de referência possibilita ao médico fazer um diagnóstico ou monitorizar determinado tratamento. Numa análise ao sangue, quando os valores/resultados obtidos se encontram dentro dos intervalos dos valores de referência, nos vários parâmetros, considera-se o estado de saúde normal, uma vez que os valores de referência são reconhecidos como normais. No entanto, se houver desvios, relativamente aos

valores de referência, pode ser indicativo de mudanças no estado de saúde (Moore & Blann, 2016).

Alguns desvios aos valores de referência que podem ocorrer são a diminuição dos eritrócitos e da hemoglobina, a diminuição das plaquetas e o aumento dos leucócitos. A deficiência/diminuição dos eritrócitos e da hemoglobina (assinala anemia) pode ser causada por hemorragias, de deficiência de Fe e vitaminas (como o ácido fólico ou B₉, B₁₂), de uma diminuição da sua produção ou aumento da sua destruição. Uma menor quantidade de plaquetas pode dever-se a uma diminuição na sua produção. O aumento dos leucócitos pode sugerir a presença de uma infecção ou resultar do funcionamento inadequado da medula óssea (Moore & Blann, 2016; Seeley et al., 2014).

4.1.3. Compatibilidades sanguíneas

Antes de se conhecer que o sangue tinha características (antigénios e anticorpos) diferentes entre os indivíduos na população humana, ocorriam reações hemolíticas e de aglutinação decorrente das transfusões sanguíneas que poderiam levar à morte de quem recebia o sangue (IPST, 2020; Guyton & Hall, 2017; Silverthorn, 2017). Após a descoberta dos grupos sanguíneos e de que os anticorpos de quem recebia (recetor) o sangue podia reagir com os antigénios dos eritrócitos de quem doava (doador) esse sangue, caso pertencesse a outro grupo sanguíneo, o sangue do dador passou a ser selecionado de modo que não tivesse antigénios que reagissem com os anticorpos do recetor (Guyton & Hall, 2017).

Caso seja necessária de uma transfusão de sangue, devido a uma hemorragia inesperada, a uma cirurgia ou anemia, é importante saber os grupos sanguíneos. A transfusão pode ser de sangue total ou dos seus componentes entre dois indivíduos, o recetor, e o dador. Atualmente, normalmente faz-se a transfusão dos seus componentes, por razões de segurança e das necessidades específicas de cada paciente. Quando há uma perda de sangue, mesmo que o volume sanguíneo seja repostado com uma outra solução (ex: soro fisiológico), é preciso repor os eritrócitos anteriormente perdidos para que o suprimento de oxigénio às células seja assegurado (Seeley et al., 2014).

Na superfície da membrana plasmática dos eritrócitos existem antigénios (ou aglutinogénios) que podem reagir com os anticorpos (ou aglutininas) existentes no plasma de outra pessoa que não contenha esses antigénios correspondentes nos seus eritrócitos. Uma mesma pessoa não vai produzir os anticorpos correspondentes (que se ligam) aos seus antigénios, e determinados anticorpos são encontrados em pessoas que não têm os antigénios correspondentes. Por exemplo, um indivíduo que produz anticorpos A não tem antigénios A nos seus eritrócitos (Guyton & Hall, 2017).

Nos eritrócitos já foram descobertos mais de 400 antígenios que foram classificados em grupos sanguíneos e sistemas. No entanto os grupos dos sistemas AB0 e Rh são aqueles que mais atenção requerem quando se fazem transfusões sanguíneas (Hoffbrand et al., 2006).

4.1.3.1. Sistema AB0

No sistema AB0 existe o grupo A, o grupo B, o grupo AB e o grupo 0 (Fig. 40). No grupo A, os eritrócitos possuem antígenios A na superfície das suas membranas e o plasma contém anticorpos anti-B. No grupo B, os eritrócitos têm antígenios B na superfície das suas membranas e o plasma tem anticorpos anti-A. No grupo AB, os eritrócitos possuem antígenios A e antígenios B e o plasma não tem anticorpos anti-A nem anticorpos anti-B. No grupo 0, os eritrócitos não têm antígenios A nem antígenios B e o plasma tem anticorpos anti-A e anticorpos anti-B. Os anticorpos do sistema AB0 são considerados naturais, o que quer dizer que aparecem naturalmente sem um contato anterior com os antígenios respetivos. (Ramé & Thérond, 2012; Seeley et al., 2014).








	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo 0
Eritrócitos	Antígenios A 	Antígenios B 	Antígenios A e B 	Sem antígenios A e B 
Plasma	Anticorpos anti-B 	Anticorpos anti-A 	Sem anticorpos anti-A e anti-B	Anticorpos anti-A e anti-B 

Figura 40 - Representação esquemática dos antígenios e anticorpos dos grupos do sistema AB0 (Seeley et al., 2014).

Então existem quatro fenótipos principais no sistema AB0, o fenótipo A que tem origem no genótipo AA ou A0, o fenótipo B com origem no genótipo BB ou B0, o fenótipo AB que advém do genótipo AB, e o fenótipo 0 proveniente do genótipo 00 (Guyton & Hall, 2017).

No sistema AB0 podem ocorrer os antígenios A, B e H. A substância H termina numa fucose (fuc). Os genes A e B controlam a síntese de enzimas específicas (galnac transferase e gal transferase) responsáveis pela adição da N-acetil-galactosamina (galnac) no grupo A e da galactose (gal) no grupo B à substância H. O gene 0 é inoperante e não codifica a substância H. (Fig. 41) (Hoffbrand et al., 2006).

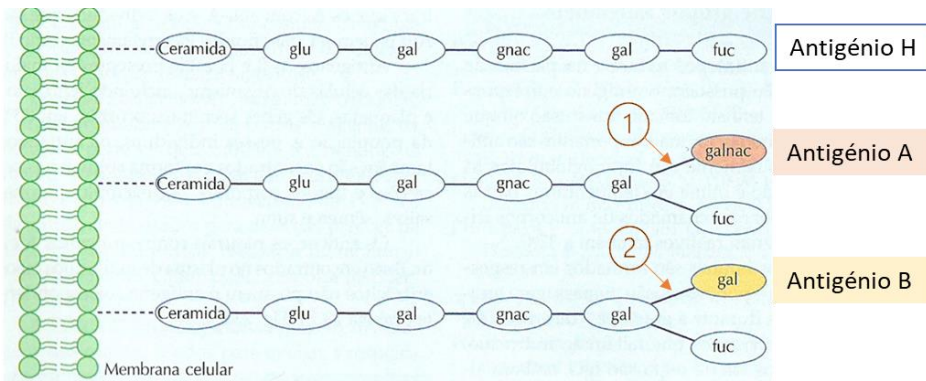


Figura 41 – Estrutura dos antígenos A, B e H. (1) galnac transferase, (2) gal transferase; N-acetilgalactosamina (galnac), Galactose (gal), Fucose (fuc), N-acetylglucosamine (gnac) (segundo Hoffbrand et al., 2006).

Nas reações de aglutinação e aferição das compatibilidades sanguíneas, quando os anticorpos específicos reagem com os antígenos correspondentes ocorre uma reação de aglutinação. Na aglutinação dos eritrócitos, vários anticorpos e antígenos correspondentes ligam entre si, formando um aglomerado de eritrócitos que, além de impedir o seu funcionamento normal sendo posteriormente destruídos, podem ocluir pequenos vasos sanguíneos (Fig. 42) (Seeley et al., 2014; Guyton & Hall, 2017).

Por exemplo, se um dador do grupo A (com antígenos A e sem antígenos B) doar ao recetor do grupo A (no seu plasma tem anticorpos anti-B) não ocorre aglutinação pois o dador não tem os antígenos B que ligam aos anticorpos anti-B do recetor do grupo B e não ocorre aglutinação, mas se o dador do grupo A doar eritrócitos ao recetor do grupo B ocorre aglutinação porque o recetor do grupo B tem os anticorpos anti-A que ligam aos antígenos A do dador (Fig. 42) (Silverthorn, 2017; Mader & Windelspecht, 2018).

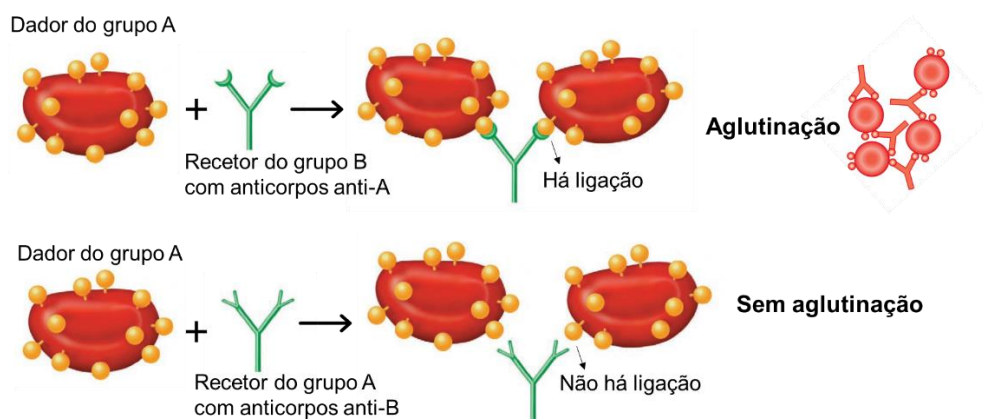


Figura 42 – Compatibilidade entre o grupo A e incompatibilidade entre o grupo A e o B. Reação de aglutinação (Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

Pessoas do grupo 0 podem doar aos dos grupos A, B e AB, pois os eritrócitos do grupo 0 não apresentam antígenos A nem B, mas só podem receber do seu grupo uma vez que no

seu plasma existem ambos os anticorpos. Quem é do grupo AB pode receber de todos estes grupos porque não tem os anti-A nem os anti-B, mas como tem ambos antígenos nos seus eritrócitos só pode doar ao mesmo grupo. Quem é do grupo B pode receber eritrócitos do grupo B e do grupo 0 porque estes grupos não têm antígenos A para os anticorpos anti-A do grupo B, e pode doar ao grupo B e AB (Mader & Windelspecht, 2018).

4.1.3.2. Sistema Rh

No sistema Rh, os grupos mais importantes a considerar são o grupo Rh+ e o grupo Rh-, classificados de acordo com a presença ou ausência dos antígenos **Rh** (também designados de RhD ou D) e dos anticorpos anti-Rh. O grupo Rh+ possui antígenos Rh nos eritrócitos e não contém os anticorpos anti-Rh no plasma. Já, o grupo Rh- não tem os antígenos Rh mas tem os anticorpos anti-Rh. Assim, quem for do grupo Rh+ pode receber eritrócitos Rh- e Rh+ mas só pode doar ao Rh+, e quem for Rh- só pode receber Rh- mas pode dar ambos (Seeley et al., 2014; Hoffbrand, Pettit & Moss, 2006).

No grupo Rh+, o gene RHD vai estar presente enquanto no grupo Rh- vai estar ausente (Westhoff, 2007). O sistema Rh ainda é caracterizado pela existência de outros antígenos menos significativos (a causarem reações em transfusões), nomeadamente os antígenos RhC, c, E, e. (Hoffbrand et al., 2006; Westhoff, 2007)

Ao contrário dos anticorpos do sistema AB0, que existem naturalmente sem contacto prévio com os antígenos correspondentes dos eritrócitos, os anticorpos anti-Rh para ocorrerem precisam de uma transfusão ou gravidez anterior que proporcione o contacto com os antígenos Rh. (Seeley et al., 2014; Hoffbrand et al., 2006)

Em situações de gravidez, se o grupo da mãe for Rh- e o do feto Rh+ (gene RHD herdado de um pai Rh+) pode haver incompatibilidade (Fig. 43). No final da gravidez e no parto, os antígenos Rh+ podem escapar para a circulação sanguínea da mãe e entrarem em contacto com o sangue desta que faz com esta produza anticorpos anti-Rh e fique sensibilizada. Numa gravidez seguinte, também com um filho Rh+, os anticorpos anti-Rh (IgG) da mãe podem atravessar a placenta, aglutinando e destruindo os eritrócitos desse último filho (doença hemolítica do recém-nascido). Para prevenir este problema, na gravidez ou nas primeiras 72 horas após o parto ou aborto é administrada à mãe anticorpos anti-Rh para anularem os antígenos Rh dos eritrócitos do feto que se encontram no sangue da mãe de modo a impedir a produção de anticorpos anti-Rh pela mãe e a sensibilização do seu sistema imunitário (Mader & Windelspecht, 2018).

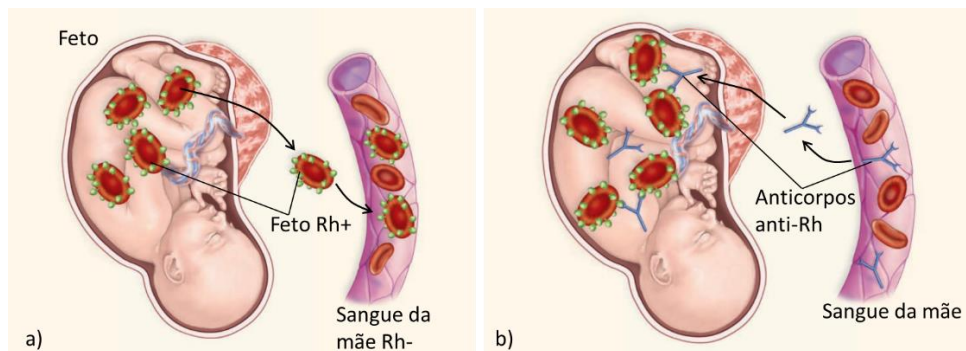


Figura 43 – Doença hemolítica do recém-nascido; a) numa 1ª gravidez, os eritrócitos Rh+ do feto entram (na circulação sanguínea da mãe) em contato com o sangue da mãe; b) na 2ª gravidez, há formação de anticorpos anti-Rh na mãe que atravessam a placenta e aglutinam os eritrócitos Rh+ do filho (Mader & Windelspecht, 2018).

4.1.3.3. Combinação dos sistemas AB0 e Rh no estudo de compatibilidades sanguíneas

Na transfusão de eritrócitos, um dador é compatível com o recetor se os eritrócitos do dador não tiverem os antígenos correspondentes aos anticorpos do plasma do recetor de modo a evitar a aglutinação e destruição dos eritrócitos. Para isso, é necessário saber o grupo sanguíneo do dador e do recetor e aferir se o recetor não tem os anticorpos para os antígenos do dador (Seeley et al., 2014).

Da combinação destes dois sistemas, os grupos sanguíneos são A+, B+, AB+, 0+, A-, B-, AB- e 0- (Hoffbrand, Pettit & Moss, 2006). Normalmente, na averiguação de compatibilidades sanguíneas ainda se faz a combinação dos sistemas AB0 e Rh, onde são considerados os antígenos e os anticorpos destes dois sistemas (Seeley et al., 2014). Por exemplo, um indivíduo do grupo 0+, pode receber eritrócitos dos grupos 0+ e 0- e pode doar aos grupos 0+, A+, B+ e AB+ (Hoffbrand et al., 2006)

De acordo com um estudo publicado em 2007, a frequência dos grupos sanguíneos em Portugal compreende aproximadamente 46,6% para o grupo A, 3,4% no grupo AB, 7,7% no grupo B e 42,3% no grupo 0. Por outro lado, na população portuguesa cerca de 83,5 % são do grupo Rh+ e 16,5% do Rh- (Dura et al., 2007).

4.2. Sistema cardiovascular no ser humano

Nas civilizações antigas da humanidade, como no caso dos Maias, o coração estava envolto em misticismo e rituais onde se faziam rituais com sacrifícios e exibiam o coração batendo fora do corpo. Mais tarde, no século XVII, Harvey estudou a estrutura do coração e vasos sanguíneos e conseguiu demonstrar que o sangue circulava por todo o organismo

através de um sistema cardiovascular, em que o coração bombeava esse sangue assegurando a sua circulação pelos vasos sanguíneos (Silverthorn, 2017).

Com a evolução e aumento do tamanho e complexidade do organismo, algumas partes do corpo ficam distantes do meio externo e das fontes de nutrientes e oxigênio. No entanto, a par do desenvolvimento de órgãos e sistemas especializados na obtenção de nutrientes e oxigênio necessários ao metabolismo, na eliminação dos produtos de excreção, entre outros, foi também desenvolvido o sistema cardiovascular. O sistema cardiovascular contribui para o equilíbrio do organismo ao garantir que o sangue chegue a todas as partes do corpo, mesmo as mais distantes, interligando-as. (Reece et al., 2014).

O sistema cardiovascular, ao fazer chegar os nutrientes, entre outras substâncias, aos diferentes tecidos e órgãos do organismo e recolher os seus resíduos do metabolismo, contribui para que os tecidos e órgãos permaneçam vivos (Seeley et al., 2014).

No homem assim como nos outros mamíferos, o sistema cardiovascular é um sistema fechado e tem dupla circulação (Fig. 44). A dupla circulação compreende dois percursos, que também passam pelo coração, a circulação pulmonar e a circulação sistêmica. Na circulação pulmonar, o sangue venoso (pobre em oxigênio), que sai do lado direito do coração pelo qual é impulsionado, chega aos pulmões onde entrega o dióxido de carbono e se reabastece de oxigênio e segue de volta para o coração (do lado esquerdo deste) como sangue arterial (rico em oxigênio). Na circulação sistêmica, o sangue arterial, bombeado pelo lado esquerdo do coração, sai deste para os diferentes tecidos de todo o organismo onde fornece o Oxigênio (O_2) e recebe o dióxido de carbono (CO_2) (trocas gasosas), entre outras substâncias, e volta para o lado direito do coração através das veias, como sangue venoso. A dupla circulação proporciona um fluxo de sangue com pressão e velocidades suficientemente elevadas e necessárias a uma maior eficácia nas trocas gasosas nos diferentes tecidos, mesmo depois de passar pelas trocas gasosas nos pulmões (Reece et al., 2014).

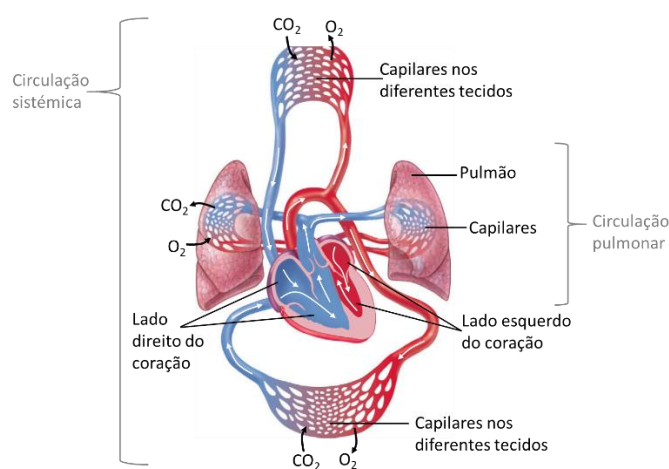


Figura 44 – Representação da circulação pulmonar e da circulação sistêmica do sistema cardiovascular (Seeley et al., 2014).

O sistema cardiovascular é composto pelo coração e pelos vasos sanguíneos. O coração age como um propulsor fornecendo força que faz o sangue circular nos vasos sanguíneos. Numa pessoa com saúde e cerca de 70 kg de peso corporal, o coração normalmente propulsiona cerca de 5 L/min, podendo aumentar este valor em momentos de exercício físico intenso (Seeley et al., 2014).

4.2.1. Coração

As funções principais do coração são gerar pressão sanguínea através das suas contrações que faz o sangue mover-se pelos vasos, direcionar a circulação do sangue para os pulmões ou para os tecidos (o sangue venoso do lado direito do coração e o sangue arterial do lado esquerdo) para maior eficácia nas trocas gasosas dos tecidos (sangue mais oxigenado e com mais pressão), garantir que o sangue circule num único sentido através das válvulas cardíacas, e ajustar a quantidade de sangue que chega aos tecidos consoante a frequência e força das contrações seja em repouso, exercício, ou mudança de postura (Seeley et al., 2014).

O coração encontra-se ventralmente, dentro e ao meio da cavidade ou caixa torácica (Fig. 45) entre os pulmões direito e esquerdo, e acima do diafragma (músculo esquelético). O coração, de dimensões aproximadas de 13 cm e cerca de 300 g num adulto, é um órgão que tem a forma de um cone irregular com um vértice ou ápex a apontar para baixo, para a frente e para o lado esquerdo (Ramé & Thérond, 2012).

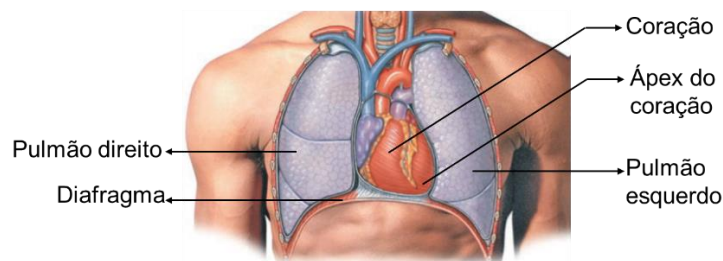


Figura 45 – Localização do coração no corpo humano ao nível da cavidade torácica (Silverthorn, 2017).

A parede do coração é constituída interiormente pelo endocárdio, externamente pelo pericárdio, e entre estes está o miocárdio (Fig. 47). O coração é revestido pelo pericárdio (Fig. 46) que é banhado internamente por um líquido pericárdico, reduzindo o atrito gerado na contração cardíaca. O pericárdio é constituído pelo pericárdio fibroso (tecido conjuntivo fibroso, camada mais externa) e pelo pericárdio seroso (com epitélio pavimentoso simples, revestido por tecido conjuntivo laxo e algum tecido adiposo; camada mais interna). O

pericárdio seroso compreende o folheto parietal e, mais internamente, o folheto visceral ou epicárdio, e entre estas duas camadas existe a cavidade pericárdica com o líquido pericárdico (Montanari, 2016; Seeley et al., 2014).

O coração tem maioritariamente na constituição das suas paredes, um tecido muscular, o músculo estriado cardíaco ou miocárdio responsável pela sua contração (Fig. 47a). Estas células musculares (também designadas por fibras) são ramificadas e unidas umas às outras por discos intercalares (Fig. 47 b, c). Cerca de 1% das células musculares do miocárdio também chamadas de células marca-passo ou *pacemaker* são autoexcitáveis dando o sinal para as outras células do miocárdio contraírem sem que o sistema nervoso central seja necessário. Daí o coração continuar a bater quando era retirado do corpo nos rituais indígenas da América Central (Silverthorn, 2017).

Essas células *pacemaker* encontram-se localizadas nas paredes da aurícula direita num grupo designado de nódulo sinoauricular ou sinusal (SA) (as outras células do miocárdio também podem gerar potências de ação espontâneos, mas são estas do SA que estão responsáveis por isso). Ainda na aurícula distingue-se outro grupo de células musculares, o nódulo auriculoventricular (AV). O nódulo AV prolonga-se pelo feixe de His que se divide nos ramos esquerdo e direito, que passa pelo septo até ao ápice, dando origem às fibras de Purkinje instaladas nas paredes dos ventrículos. A propagação do sinal ou do potencial de ação, com a despolarização elétrica das células do miocárdio, começa no nódulo SA e estende-se para as aurículas, permitindo a sua contração, e para o nódulo AV, do qual segue caminho, passando pelo feixe de His e fibras de Purkinje, até chegar a todo o miocárdio dos ventrículos, possibilitando assim a sua contração (Seeley et al., 2014).

Na parede do coração, depois do miocárdio, a camada mais interna é o endocárdio, uma fina camada de epitélio pavimentoso simples assente externamente em tecido conjuntivo. O endocárdio além de revestir interiormente o coração continua pelos vasos sanguíneos (Seeley et al., 2014; Guyton & Hall, 2017; Silverthorn, 2017).

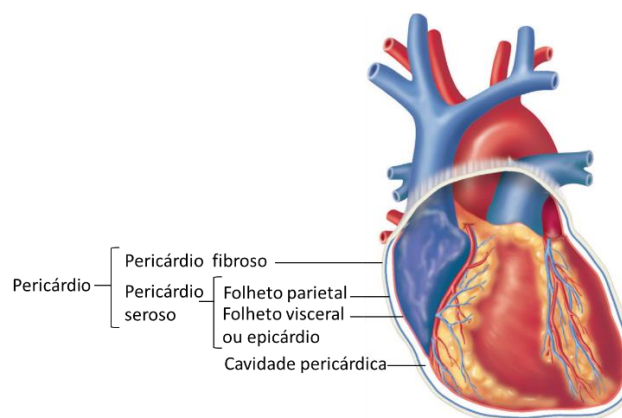


Figura 46 – Composição do pericárdio (Seeley et al., 2014).

O coração é composto por quatro cavidades (Fig. 47): duas aurículas (direita e esquerda) e dois ventrículos (direito e esquerdo). A veia cava inferior que recolhe sangue da zona inferior do corpo e a veia cava superior da parte superior comunicam com a aurícula direita. As veias pulmonares que trazem sangue arterial, proveniente dos pulmões, comunicam com a aurícula esquerda (Montanari, 2016; Silverthorn, 2017).

O ventrículo direito envia sangue venoso para a artéria pulmonar e desta segue para os pulmões, enquanto o ventrículo esquerdo envia sangue para a artéria aorta e desta segue para os diferentes tecidos do organismo (Mader & Windelspecht, 2018; Seeley et al., 2014). Da crossa da aorta parte a artéria carótida que irrigam a cabeça, cérebro e pescoço (Seeley et al., 2014).

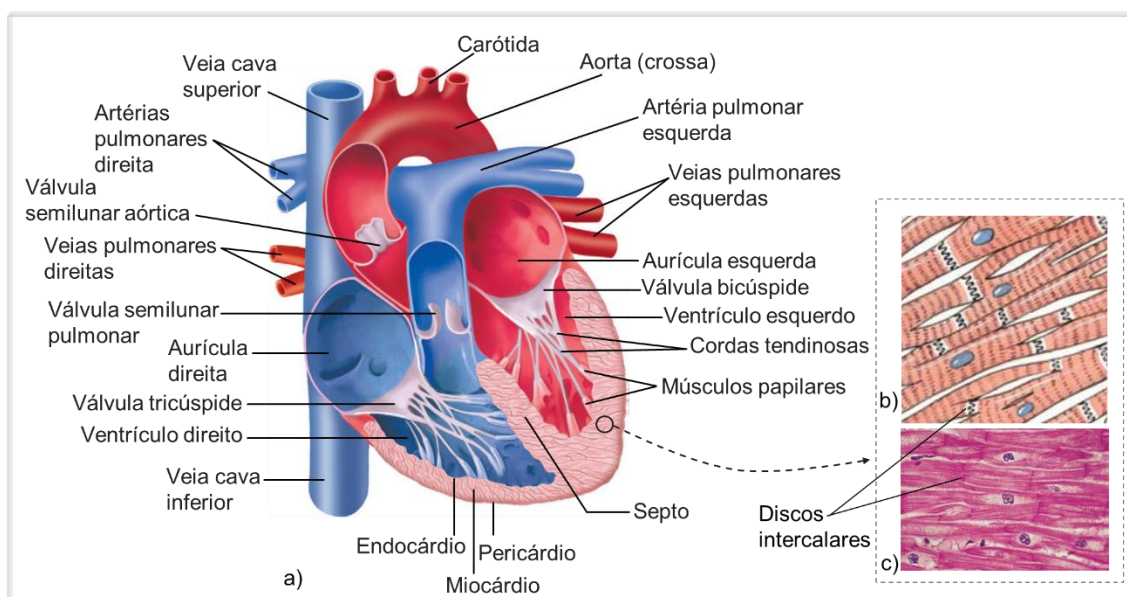


Figura 47 – Representação da constituição do coração, a) estrutura anatómica do coração, b) Ilustração das células do miocárdio, c) visualização ao microscópio ótico (400x) das células cardíacas do miocárdio (Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

Entre as aurículas e os ventrículos encontram-se as válvulas auriculoventriculares (tricúspide e bicúspide) (Fig. 47). A válvula tricúspide (com três cúspides) situa-se entre a aurícula direita e o ventrículo direito, e a válvula bicúspide (duas cúspides) ou mitral localiza-se entre a aurícula esquerda e o ventrículo esquerdo. O sangue quando sai da aurícula para o ventrículo abre as válvulas, mas quando os ventrículos contraem a pressão do sangue embate na concavidade das válvulas fechando-as. Nos ventrículos existem os músculos papilares (contraem ao mesmo tempo que os ventrículos) que estão unidos às cordas tendinosas que, por sua vez, estão ligadas às cúspides das válvulas auriculoventriculares. Estas últimas estruturas e a concavidade das válvulas auriculoventriculares, voltada para o

ventrículo, evita que estas válvulas se virem em sentido contrário para as aurículas (Seeley et al., 2014; Silverthorn, 2017).

À entrada das artérias pulmonares e aorta que partem do coração estão as válvulas semilunares, a válvula semilunar pulmonar no começo da artéria pulmonar e a válvula semilunar aórtica no início da aorta. As válvulas impedem o retorno do sangue no coração, garantindo que se desloque num determinado sentido. No coração, o septo separa o lado direito, onde circula sangue venoso, do lado esquerdo do coração onde circula sangue arterial, impedindo a mistura destes dois tipos de sangue de modo que o sangue que vai para as várias partes do corpo seja o mais oxigenado (Mader & Windelspecht, 2018).

O miocárdio dos ventrículos é mais espesso do que o das aurículas, e o miocárdio do ventrículo esquerdo é mais espesso do que o do ventrículo direito. Esta diferença na espessura do miocárdio nas paredes das cavidades do coração está relacionada com a distância a percorrer pelo sangue a partir dessas cavidades. Das aurículas para os ventrículos a distância é mínima, mas dos ventrículos o sangue sai para fora do coração e percorre distâncias bem maiores. A maior espessura do ventrículo esquerdo deve-se à necessidade de mais força para bombear o sangue a uma distância maior e para mais regiões do corpo (circulação sistêmica) do que o do ventrículo direito a impulsionar o sangue pela circulação pulmonar (Reece et al., 2014; Mader & Windelspecht, 2018).

4.2.2. Vasos sanguíneos

Muitos dos vasos sanguíneos, especialmente as artérias e veias, são constituídos principalmente por uma túnica adventícia, por uma túnica média e por uma túnica íntima (Fig. 48) (Montanari, 2016). A espessura e composição destas túnicas ou camadas pode mudar de acordo com calibre e o tipo de vaso sanguíneo, e a passagem entre um vaso e outro é feita pouco a pouco. No entanto, nem todos os vasos sanguíneos apresentam todas estas camadas (capilares) (Seeley et al., 2014).

A túnica adventícia consiste em tecido conjuntivo denso e laxo (Montanari, 2016). A túnica média tem uma membrana elástica externa com fibras elásticas e fibras de colagénio, e músculo liso com células musculares predominantemente orientadas à volta do vaso sanguíneo, ou seja, que circundam o vaso. As túnicas adventícia e média dos vasos sanguíneos com mais de 1 mm de diâmetro são alimentadas por uma rede de capilares derivada de vasos finos designados de vasa vasorum (Montanari, 2016; Seeley et al., 2014). A túnica íntima contém uma membrana elástica interna (camada de fibras elásticas fenestradas), a lâmina própria (tecido conjuntivo), a membrana basal (tecido conjuntivo) e o endotélio (tecido epitelial simples pavimentoso) (Seeley et al., 2014). Todos os vasos

sanguíneos são revestidos mais internamente pelo endotélio assente na membrana basal (Silverthorn, 2017).

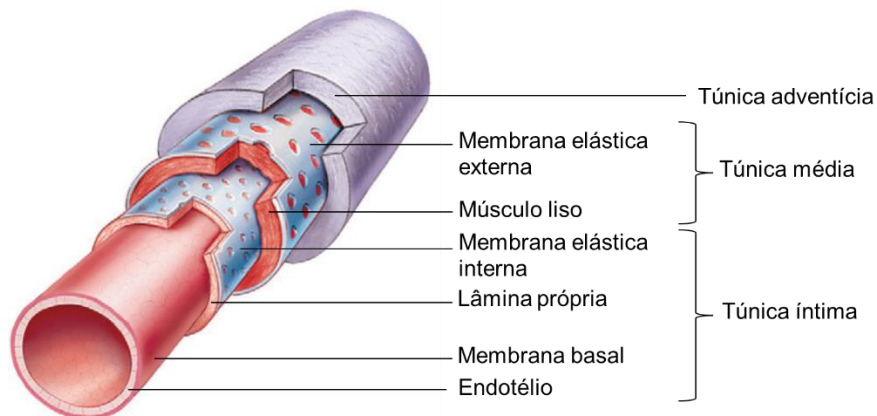


Figura 48 – Representação esquemática da estrutura de um vaso sanguíneo, nomeadamente de uma artéria (Seeley et al., 2014).

Os vasos sanguíneos incluem as artérias, as arteríolas, os capilares, as vénulas e as veias (Fig. 49). As artérias partem do coração, levando consigo o sangue, e vão-se subdividindo em arteríolas, e estas por sua vez ramificam-se em capilares quando chegam aos diferentes tecidos do organismo ou pulmões. Os capilares vão-se unindo formando vénulas e as vénulas juntam-se em veias até chegarem ao coração, trazendo a este o sangue (Silverthorn, 2017).

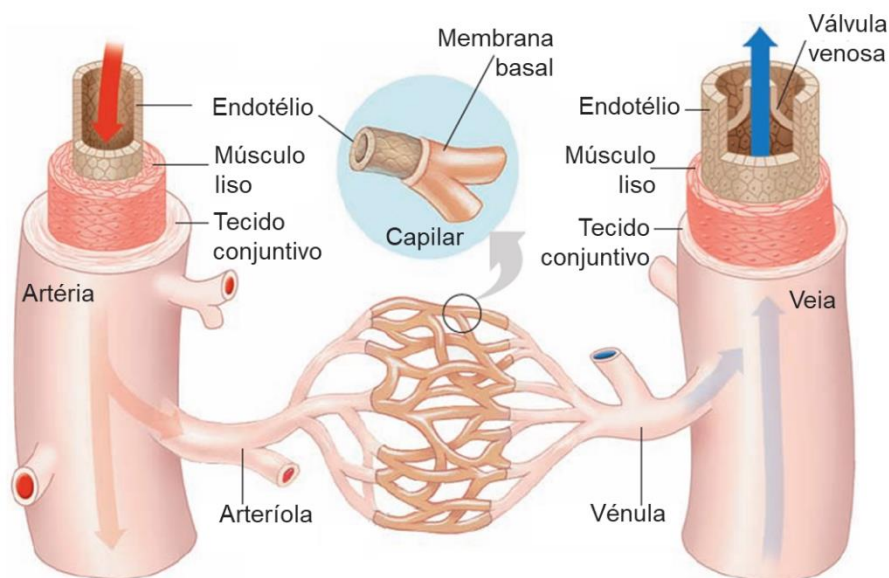


Figura 49 – Representação das diferenças e semelhanças estruturais dos tipos de vasos sanguíneos (Reece et al., 2014).

Entre artérias, arteríolas, capilares, vénulas e veias, varia a pressão sanguínea, a espessura da parede do vaso, a elasticidade, o calibre ou seção de área (diâmetro do lúmen) e a área total ocupada pelo vaso (Reece et al., 2014; Silverthorn, 2017).

A pressão, espessura e elasticidade é maior nas artérias do que nas veias, e também diminui nas arteríolas. Existe uma diminuição gradual da quantidade de fibras elásticas e músculo liso e à medida que o calibre dos vasos é menor. O calibre é maior nas veias em comparação com as artérias, diminui nas vénulas e arteríolas e é o menor nos capilares. Já a área total é maior nos capilares do que nos restantes vasos (Reece et al., 2014; Seeley et al., 2014).

Os vasos sanguíneos que partem do coração designam-se de artérias, independentemente de levarem sangue arterial ou venoso (Ramé & Thérond, 2012). As artérias transportam o sangue a longas distâncias do coração. Nas artérias que saem do coração, o sangue encontra-se sob grande pressão e velocidade. Por isso, as suas paredes mais espessas (de músculo liso e de fibras elásticas) permitem suportar a maior pressão do sangue que sai do coração. Como as fibras elásticas e colagénio concedem elasticidade, as artérias podem esticar quando o sangue lhes chega com elevada pressão, e voltar ao estado inicial, sem colapsarem ou perderem a firmeza. As suas paredes elásticas também ajudam a manter a pressão elevada (Seeley et al., 2014; Mader & Windelspecht, 2018).

As arteríolas têm menor diâmetro que as artérias, e apesar de ainda terem as três túnicas, são principalmente constituídas por músculo liso, o que lhes permite contraírem (vasoconstrição) (Seeley et al., 2014). Nestes vasos sanguíneos ainda existem esfíncteres pré-capilares (células musculares lisas) que doseiam a quantidade de sangue que entra nos capilares (Fig. 50), consoante as necessidades/consumo dos tecidos (Guyton & Hall, 2017). O fluxo de sangue nos capilares diminui quando os esfíncteres contraem (vasoconstrição) ou aumenta assim que os esfíncteres relaxam (vasodilatação). Através das anastomoses artério-venosas o sangue passa das arteríolas para as veias de pequeno calibre, sem percorrerem os capilares. As arteríolas ramificam-se numa rede de capilares com um canal central, o canal anastomótico do qual partem vários capilares sanguíneos (Seeley et al., 2014; Reece et al., 2014).

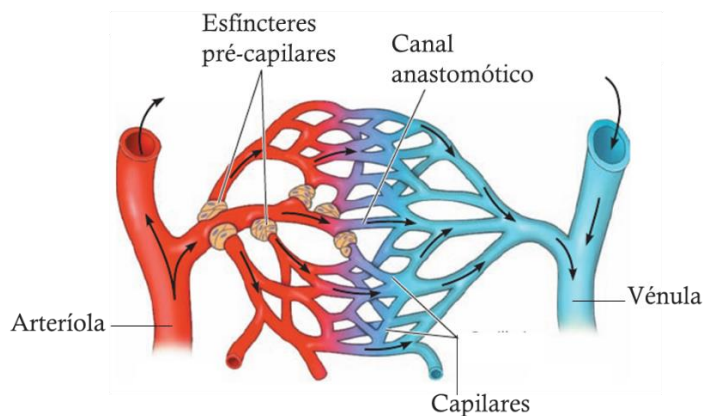


Figura 50 – Movimento do sangue através da arteríola, rede de capilares e vénula, que pode ser reduzido quando os esfíncteres pré-capilares contraem (Reece et al., 2014).

Como nos capilares ocorre troca de gases respiratórios, nutrientes, entre outras substâncias, as suas paredes permeáveis são muito finas constituídas apenas pela túnica íntima, uma única camada de células envolta por uma fina membrana basal e tecido conjuntivo laxo (Silverthorn, 2017; Seeley et al., 2014). Os capilares são os vasos com menor calibre, de tal modo que os eritrócitos circulam em fila única, e de modo a ficarem próximos de todas as células do organismo (Guyton & Hall, 2017; Mader & Windelspecht, 2018).

Os capilares convergem em vénulas que recolhem o sangue venoso. As vénulas, de maior diâmetro que os capilares, unem-se em veias cujo diâmetro é ainda maior. Nas veias, a camada mais espessa é a túnica adventícia (Seeley et al., 2014). As veias, em comparação com as artérias (mesmo diâmetro), apesar de serem constituídas também por três túnicas, têm paredes de menor espessura, uma vez que têm menor quantidade de músculo liso na túnica média e menos tecido conjuntivo na túnica adventícia (Seeley et al., 2014; Mader & Windelspecht, 2018). As veias trazem o sangue de volta para o coração e como têm calibre maior que as artérias também funcionam como reservatórios de sangue (Guyton & Hall, 2017).

Ao longo do comprimento das veias existem válvulas venosas (Fig. 51) que medeiam a direção do sangue até ao coração. Como o sangue perdeu velocidade nos capilares e a pressão nas veias é menor, a chegada de sangue ao coração é assegurada através dessas válvulas que impedem o retorno do sangue e com a ajuda de músculos estriados esqueléticos que dão velocidade ao sangue. A contração dos músculos esqueléticos aperta as veias, empurrando o sangue que abre as válvulas à sua passagem. Depois de passar as válvulas, os músculos esqueléticos relaxam e o sangue que tenta retornar preenche a concavidade das válvulas fechando-as, e assim sucessivamente, ou seja o formato das válvulas impede o refluxo do sangue (Mader & Windelspecht, 2018; Silverthorn, 2017).

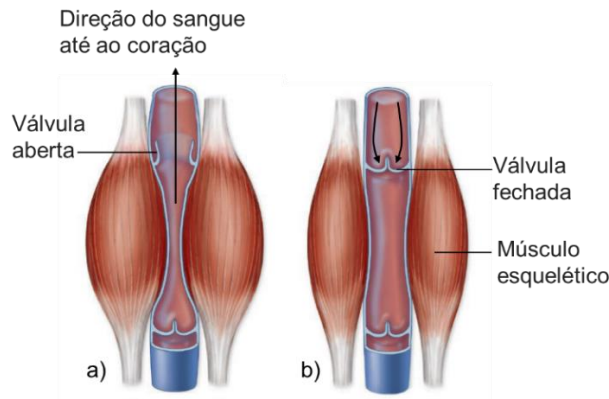


Figura 51 – Representação do funcionamento das válvulas venosas em cooperação com o músculo estriado esquelético para o fluxo do sangue num único sentido até ao coração, a) as contrações dos músculos esqueléticos impelem o sangue no sentido do coração, b) as válvulas venosas evitam que o sangue recue para trás (Mader & Windelspecht, 2018).

Tanto a pressão sanguínea, como a área total, também designada de área de seção transversal, corresponde ao diâmetro x o número de vasos sanguíneos e a velocidade do sangue, varia ao longo do percurso pelos vasos sanguíneos no corpo (Fig. 52), com a velocidade a ser afetada pela pressão e pela área total (Reece et al., 2014).

À medida que área total aumenta das artérias para as arteríolas e das arteríolas para os capilares, a velocidade diminui sendo mais baixa nos capilares (cerca de 0,1 cm/s nos capilares e cerca de 48 cm/s na aorta), onde flui mais devagar para maximizar as trocas de substâncias nos diferentes tecidos. Nas vénulas e veias a área total vai aumentando, e o sangue volta a ganhar velocidade nestes vasos sanguíneos (Mader & Windelspecht, 2018).

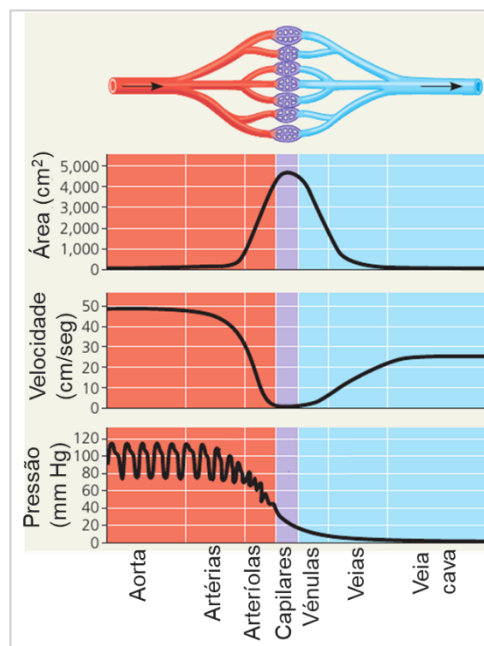


Figura 52 – Relação entre área total nos vasos sanguíneos, velocidade do sangue e pressão sanguínea (Reece et al., 2014).

4.2.3. Ciclo cardíaco

O ciclo cardíaco consiste em todos os acontecimentos entre o início de um batimento cardíaco e o início do batimento seguinte, correspondendo a uma sequência de contrações (sístoles) e relaxamentos (diástoles) e que são responsáveis pela circulação do sangue. Cada ciclo cardíaco demora cerca de 0,8 segundos correspondendo a uma frequência cardíaca aproximada de 72 batimentos por minuto (Guyton & Hall, 2017). No ciclo cardíaco ocorre a sístole auricular, a diástole auricular, a sístole ventricular e a diástole ventricular (Fig. 53). A diástole e a sístole são simultâneas nos dois lados, direito e esquerdo, do coração (Silverthorn, 2017).

No ciclo cardíaco geralmente são definidos cinco períodos (Fig. 53), os quais englobam o período de enchimento ventricular passivo (diástole tardia das aurículas), o período de enchimento ventricular ativo (sístole auricular), o período de contração isovolumétrica, o período de ejeção (ventricular), e o período de relaxamento isovolumétrico (ventricular) (Silverthorn, 2017).

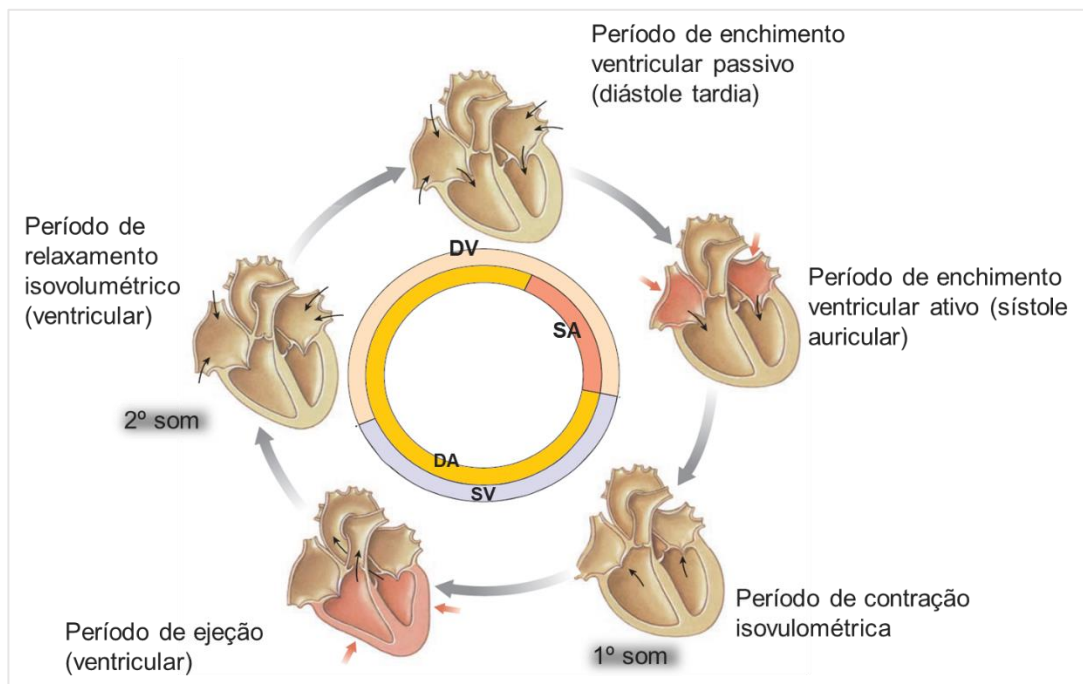


Figura 53 – Representação ilustrativa do ciclo cardíaco em cinco períodos; diástole auricular – DA, diástole ventricular – DV, sístole auricular – SA, sístole ventricular - SV (Silverthorn, 2017).

No período de enchimento ventricular passivo, o sangue continua a entrar nas aurículas, as válvulas auriculoventriculares (válvulas bicúspide e tricúspide) abrem e o sangue entra nos ventrículos em diástole. No período de enchimento ventricular ativo, as aurículas

contraem terminando de encher os ventrículos em diástole. No período de contração isovolumétrica, os ventrículos encontram-se cheios e a contração ventricular leva ao fecho das válvulas auriculoventriculares produzindo o 1º som, enquanto as válvulas semilunares ainda continuam encerradas. A seguir, vem o período de ejeção ventricular, em que as válvulas auriculoventriculares se encontram fechadas e os ventrículos continuam a contrair fazendo com que o sangue seja empurrado para fora dos ventrículos em direção à artéria pulmonar e aorta, abrindo as válvulas semilunares. No período de relaxamento isovolumétrico ventricular, em que o volume dos ventrículos não varia, as válvulas auriculoventriculares permanecem fechadas, o recuo de sangue nas artérias pulmonar e aorta fecha as válvulas semilunares produzindo o 2º som, e a diástole ventricular inicia (Seeley et al., 2014).

5. Metodologia

5.1. Caracterização da escola

A Escola Secundária D. Duarte (ESDD) é o estabelecimento de ensino que me acolheu como estagiária neste ano letivo de 2020-2021 e neste mestrado de ensino. Em funcionamento há várias décadas, foi inaugurada a 17 de abril de 1969, com a designação de Liceu Nacional de D. Duarte, tendo mais tarde o seu nome sido alterado para a designação atual (AECOa, 2021). A ESDD situa-se na várzea junto à margem esquerda do rio Mondego, na zona oeste da cidade de Coimbra (Fig. 54). Não longe, a cerca de 600 m de distância, encontram-se o Exploratório - Centro Ciência Viva de Coimbra, assim como a Quinta das Lágrimas, o mosteiro de Santa Clara-a-Velha e outros locais de importância histórica e turística da baixa coimbrã. No presente, A ESDD faz parte do Agrupamento de Escolas Oeste Coimbra (AECO), juntamente com as escolas básicas EB 2,3 – Inês de Castro, EB 2,3 – de Taveiro, diversas outras do 1º Ciclo e jardins de infância.

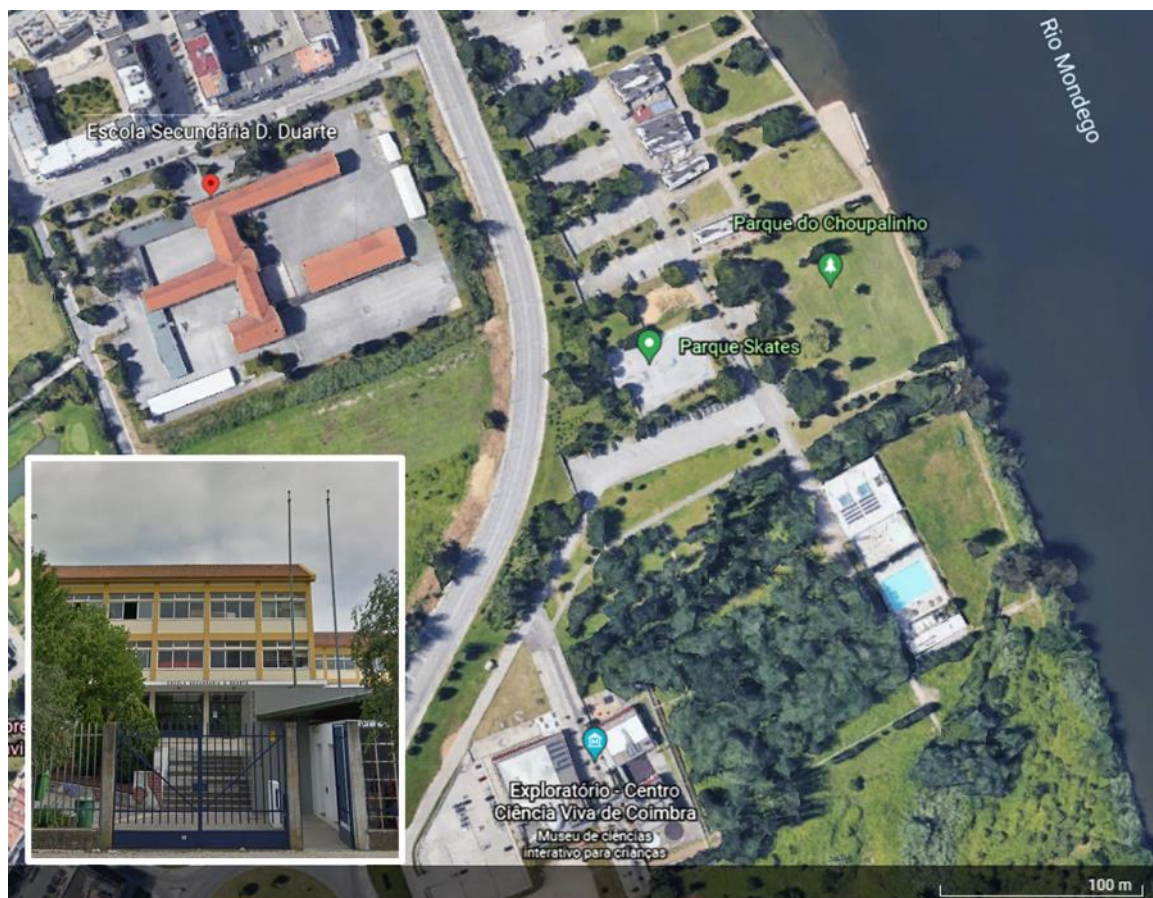


Figura 54 – Representação da Escola Secundária D. Duarte em imagem de satélite e fotografia entrada principal deste estabelecimento de ensino (Fonte: GoogleEarth)

A escola tem uma oferta educativa que inclui o 3º Ciclo do Ensino Básico (regular), o Ensino Secundário (regular) e o Ensino Profissional. No ensino secundário abrange os Cursos Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias e o de Línguas e Humanidades. No ensino profissional oferece os cursos profissionais (nível 4) de Animador Sociocultural, Técnico Auxiliar de Farmácia, Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos, Técnico de Recursos Florestais e Ambientais e Técnico de Restaurante-Bar.

De acordo com o plano de emergência e prevenção da escola, esta é fisicamente constituída por um edifício principal com rés-do-chão e mais dois pisos, três blocos de pavilhões (1º bloco, do lado sul, com seis pavilhões e arrumo para canoas; 2º bloco, no lado nascente, com dois pavilhões; e 3º bloco, a nascente, com dois pavilhões), um ginásio, um auditório e, entre estes, os respetivos espaços de pátio e recreios. As salas de aula encontram-se, sobretudo, no 1º e 2º pisos e os laboratórios de Ciências Naturais e de Química no 2º piso (AECO, 2021a).

Perante as orientações em vigência para o presente ano letivo, devido à pandemia de COVID-19 que decorre (DGE, 2020; DGEstE, 2020), as aulas foram quase sempre lecionadas numa única sala de aula, atribuída a cada turma no início do ano. No presente caso, estas foram a sala 5, ao 9.º ano e a sala 6, ao 10.º ano, pelo que não foi possível que as aulas de Ciências e Biologia e Geologia destas turmas decorressem nos laboratórios. De acordo com as mesmas orientações, a disposição dos estudantes nas salas 5 e 6 também foi fixa, respeitando-se o distanciamento mínimo de um metro e sem que estes se posicionassem de frente uns para os outros.

Já após o início do estágio e perante a possibilidade de uma nova entrada do país em confinamento, também foi concebido e atualizado pela ESDD, em fevereiro deste ano, um plano de ensino à distância relativo ao ano letivo de 2020/2021, onde se encontravam informações para cada ciclo de estudos, sobre as plataformas a serem utilizadas e quais os procedimentos a aplicar (AECO, 2021b).

5.2. Caracterização da turma do 10.º Ano

As turmas disponibilizadas para este estágio foram uma de 10.º Ano (10.º A) e outra de 9.º Ano (9.º I).

A turma 10.º A fazia parte do curso Científico-humanístico de Ciências e Tecnologias e era constituída por 28 estudantes, dos quais 24 tinham como opção a disciplina específica de Biologia e Geologia. A turma era equitativa quanto ao género, comportando 14 estudantes do sexo masculino e outros 14 do sexo feminino. Todos os estudantes se encontravam

compreendidos na faixa etária entre 14 anos (com 18 estudantes, entre os quais 12 rapazes e 6 raparigas) e 15 anos (com 10 estudantes, dos quais 2 rapazes e 8 raparigas).

Quanto ao aproveitamento escolar prévio, nenhum dos estudantes da turma 10.º A repetiram anos de escolaridade anteriores. Relativamente às medidas universais, seletivas e adicionais, 9 estudantes estavam por elas abrangidos, ao nível das acomodações curriculares. Estas medidas repartiam-se, mais especificamente, por métodos e estratégias de ensino (3 estudantes a Português, 4 a Matemática e 7 a Físico-Química), modalidades e instrumentos de avaliação (3 estudantes a Português) e adaptação de materiais e recursos educativos (4 estudantes a Matemática A).

Foram sentidas algumas dificuldades ao nível da participação dos estudantes nas aulas. Já o comportamento geral desta turma foi considerado bom. Além de todos transitarem de ano, o aproveitamento da turma foi tido como bom.

5.3. Caracterização da turma do 9.º Ano

A turma do ensino básico do 3º ciclo, 9.º I, era formada por 24 estudantes, dos quais 10 são do sexo feminino e 14 do sexo masculino. Os estudantes desta turma tinham idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos.

Em anos anteriores, houve algumas repetências nalguns dos estudantes desta turma, mais especificamente em quatro deles. Um dos estudantes repetiu o 6.º ano e o 7.º ano, dois outros repetiram o 7.º ano e já havia repetido o 2.º ano. Todos os estudantes foram abrangidos por medidas universais, mas neste caso também houve três estudantes com medidas seletivas e adaptações ao processo de avaliação. Por serem três os que requeriam leitura de enunciados de prova, ainda tivemos a oportunidade de o fazer como estagiárias.

Os estudantes mostravam interajuda entre si. A turma era bastante dinâmica e participativa nas aulas. O seu comportamento foi considerado bom. O aproveitamento também foi bom.

5.4. Presença em reuniões e aulas (presenciais e *online*)

No decurso da pandemia e perante a lotação limitada das salas, não foi possível assistir a todas as aulas; no entanto tive a oportunidade de acompanhar algumas aulas presenciais do 9.º ano e 10.º ano. Quando se entrou em confinamento na escola, também pude assistir a algumas aulas *online* de ambas as turmas.

Ao longo do ano, ainda tive a possibilidade de comparecer em diversas reuniões de professores, nomeadamente as de avaliação do primeiro, segundo e terceiro períodos, para as turmas do 10.º ano e 9.º ano, que ocorreram no fim de um destes intervalos letivos. Nestas reuniões, por exemplo, foram debatidas e confirmadas pelos docentes as classificações dos

estudantes, relatadas dificuldades sentidas durante as aulas *online* na reunião do segundo período, e apreciadas atitudes, capacidades e comportamento das turmas.

Por fim, ainda, tive a oportunidade de colaborar na vigilância de provas de avaliação sumativa e na leitura de provas a três estudantes do 9.º ano, nas disciplinas de Ciências Naturais, Geografia e História.

5.5. Seleção dos anos de escolaridade e temas a ensinar

No início do ano letivo, foi efetuada a seleção dos temas em colaboração com o orientador cooperante do estágio, de acordo com os documentos curriculares (Aprendizagens essenciais de 2018 de Biologia e Geologia 10.º ano e de Ciências Naturais 9.º ano, Programa de Biologia e Geologia 10.º ano de 2001, e Metas Curriculares de Ciências Naturais do 9.º ano de 2014) e com as planificações anuais da escola respetivas à Biologia e Geologia do 10.º ano e Ciências Naturais do 9.º ano (DGE - Direção Geral de Educação e Ciência, 2018a; DGE - Direção Geral de Educação e Ciência, 2018b; Silva et al., 2001 Bonito et al., 2014;). Além disso, a escolha dos temas também teve em conta o número de aulas disponibilizadas, num total de oito para o 10.º ano e de cinco para o 9.º ano, para além de gostos pessoais e do calendário escolar. Houve o cuidado de não ser nem muito cedo nem muito tarde ao longo do ano-letivo, para que houvesse tempo de preparar os materiais para as aulas, mas também de modo a ter igualmente tempo para a redação do relatório de estágio.

Optou-se por turmas de anos e ciclos diferentes, dentro do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário, de modo a experienciar situações distintas e típicas de cada ciclo, onde o grau de dificuldade e capacidades dos estudantes, e o grau de exigência iria ser diferente. Também se optou por lecionar a componente de Biologia no 9.º ano porque era o único ano do 3.º ciclo atribuído ao professor orientador cooperante e este apenas tinha temas de Biologia; quanto à componente de Geologia, escolheu-se o 10.º ano, por ser este o único ano do ensino secundário com ela disponível.

Os temas escolhidos a lecionar foram parte da Vulcanologia, para o 10.º ano, e o sangue (“importância do sangue para o equilíbrio do organismo”) e parte do sistema cardiovascular (“importância do sistema cardiovascular para o equilíbrio do organismo”), para o 9.º ano. A Vulcanologia está incluída no tema principal “Compreender a estrutura e a dinâmica interna da Terra”, das metas curriculares de 10.º ano. O tema de Vulcanologia foi escolhido em conjunto com a colega Andreia, em que eu fiquei com a segunda parte e ela com a anterior. As componentes de Vulcanologia que lecionei foram o vulcanismo secundário, vulcões e tectónica de placas, evidências de vulcanismo em Portugal, a importância das regiões vulcânicas (minimização de riscos vulcânicos (previsão e prevenção) e benefícios da atividade vulcânica.

Relativamente ao 9.º ano, os subtemas do tema do sangue, constantes nas metas curriculares, incidiram sobre os constituintes do sangue e suas funções, o modo de atuação dos leucócitos, a importância das análises ao sangue e as compatibilidades e incompatibilidades sanguíneas. Os subtemas do sistema cardiovascular, referentes à primeira parte deste tema (concluído pelo professor orientador cooperante), compreenderam os constituintes do sistema cardiovascular e suas funções, o coração e vasos sanguíneos, e o ciclo cardíaco.

5.6. Planificação

Embora as planificações de longo e médio prazo estivessem terminadas para o presente ano letivo, elaboradas pelos docentes da escola, no início do estágio e ainda antes da seleção dos temas, foi proposto pelo professor orientador cooperante que procedêssemos à elaboração de planificações a longo e médio prazo para o 10.º ano (Figs. 55 e 57), 9.º ano (Figs. 56 e 58) e 12.º ano (Apêndice I e II). Estas planificações foram feitas tendo em consideração as metas curriculares e aprendizagens essenciais. As planificações a médio prazo são mais pormenorizadas do que as de longo prazo. As planificações a longo prazo permitem ter uma perceção mais geral dos temas a lecionar, assim como da sua distribuição ao longo do tempo durante um ano-letivo, e o número de aulas que seriam dadas por cada tema.

Pelo fato de se realizarem estas planificações previamente à seleção dos temas a lecionar, foi possível ter uma ideia geral dos temas a serem abordados nas respetivas turmas, antever as datas previstas para estes e escolher temas com intervalos temporais e tempo de antecedência suficientes para que a sua leção fosse a melhor preparada possível, mas sem deixar para muito tarde, de modo a sobrar tempo para escrever o relatório e para realizar, eventualmente, outras atividades. No entanto, nas planificações a médio e longo prazo para o 9.º ano, realizadas pelos docentes da escola, a sequência dos temas a lecionar tinham alterações relativamente às aprendizagens essenciais e metas curriculares, em que o sistema nervoso, o sistema hormonal e o sistema reprodutor seriam dados antes da importância de uma alimentação saudável e sistema digestivo, e as medidas de suporte básico de vida seriam lecionadas no final do ano. Estas planificações da escola foram-nos mostradas no momento de escolher os temas.

Depois de feitas as planificações de médio e longo prazo ou longo e médio prazo, foi a vez de realizar as planificações a curto prazo, ou planos de aula. Foi desenvolvida uma planificação de curto prazo para cada aula, num total de oito planos de aula para o 10.º ano (Fig. 59) e seis planos de aula para o 9.º ano (Fig. 60), com a duração de 50 minutos cada aula. O 10.º ano foi lecionado no 1º período letivo e o 9.º ano no 3º e último.

Os fluidos da Terra e da vida!

Período letivo	Domínios	Temas	Aulas totais por período	Aulas previstas
1º Período Início: 14 setembro Fim: 17 dezembro 14 semanas 2 feriados (2ª e 3ªfeira)	- Geologia e métodos	Apresentação 1- A Terra e os seus subsistemas em interação 2- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra 3- A medida do tempo e a idade da Terra 4- A Terra, um planeta em mudança	1 6 6 6 6	81 – 84 (-3)
	- Estrutura e dinâmica da geosfera	1- Métodos para o estudo do interior da geosfera 2- Vulcanologia 3- Sismologia Avaliação	10 18 22 6	
2º Período Início: 4 janeiro Fim: 24 março 12 semanas (termina 4ªfeira: menos 2 dias) Carnaval de 3 dias (2 a 4ªfeira)	- Estrutura e dinâmica da geosfera	4- Modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera	15	67– 72 (-5)
	- Biodiversidade	1-A Biosfera 2- A célula	12 12	
	- Obtenção de Matéria	3-Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos 4-Obtenção de matéria pelos seres autotróficos (continua no 3º período) Avaliação	15 7 6	
3º Período Início: 6 abril (3ªfeira) Fim: 15 junho (4ªfeira) 10 semanas+1 dia Ferriados 3 e 10 junho (5ªfeira)	- Obtenção de Matéria	4-Obtenção de matéria pelos seres autotróficos (continuação)	8	59 – 60 (+1-2)
	- Distribuição de Matéria	1-O transporte nas plantas 2-O transporte nos animais	10 10	
	- Transformação e utilização de energia pelos seres vivos	1-Fermentação 2-Respiração aeróbia 3-Trocas gasosas em seres multicelulares Avaliação	8 8 9 6	

Figura 55 – Exemplo de planificação de longo prazo para o 10.º ano.

Período letivo	Domínios VIVER MELHOR NA TERRA		Aulas totais por período	Aulas previstas
	Subdomínios	Temas		
1º Período Início: 14 setembro Fim: 17 dezembro 14 semanas 2 feriados (2ª e 3ªfeira)	- Saúde individual e comunitária	Apresentação 1-A importância da saúde individual e comunitária na qualidade de vida da população 2- Estratégias de promoção da saúde	1 4 3	39 – 42 (-3)
	- Organismo humano em equilíbrio	3- Os níveis estruturais do corpo humano 4- A importância de uma alimentação saudável no equilíbrio do organismo humano 5- A importância do sistema digestivo para o equilíbrio do organismo humano 6-A importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano 7- A importância do sistema cardiovascular no equilíbrio do organismo humano Avaliação	4 4 6 4 8 5	
2º Período Início: 4 de janeiro Fim: 24 de março 12 semanas (termina 4ªfeira: menos 2 dias) Carnaval de 3 dias (2 a 4ªfeira)	- Organismo humano em equilíbrio	8- A importância do sistema linfático no equilíbrio do organismo humano 9-A influência do ambiente e dos estilos de vida no sistema respiratório 10-Medidas de suporte básico de vida 11- A importância da função excretora na regulação do organismo humano 12- O papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo humano Avaliação	2 7 6 4 7 5	31 – 36 (-5)
	- Organismo humano em equilíbrio	13- O papel do sistema hormonal na regulação do organismo	5	
3º Período Início: 6 abril (3ªfeira) Fim: 9 junho (4ªfeira) 9 semanas+2 dias Ferriados 3 e 10 junho (5ªfeira)	- Transmissão da vida	14 - Sistema reprodutor humano 15- A importância do conhecimento genético Avaliação	9 8 5	27 – 28 (+2-1)
	- Organismo humano em equilíbrio			

Figura 56 - Exemplo de planificação de longo prazo para o 9.º ano.

Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
I - Geologia e métodos	Apresentação	- Apresentações PowerPoint	- Sistema aberto e fechado	1	1º
	1- A Terra e os seus subsistemas em interação	- Atividades lápis e papel	- Atmosfera - Biosfera - Geosfera - Hidrosfera	6	
	- Interpretar situações identificando exemplos de interações entre os subsistemas terrestres (atmosfera, biosfera, geosfera e hidrosfera).	- Observação e identificação macroscópica de rochas	- Ciclo das rochas ou litológico	8	
	2- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra	- Visualização de vídeos	- Rochas sedimentares - Rochas magmáticas (intrusivas, extrusivas) - Rochas metamórficas	8	
3- A medida do tempo e a idade da Terra	- Identificação de rochas sedimentares, magmáticas e metamórficas em cartas geológicas	- Princípios de raciocínio geológico - Atualismo, catastrofismo e uniformitarismo - Idade relativa e idade absoluta (radiométrica) - Fóssil	8		
4- A Terra, um planeta em mudança	- Interpretar evidências de mobilismo geológico com base na teoria da Tectónica de Placas (placa litosférica, limites divergentes, convergentes e transformantes/conservativos, rift e zona de subducção, dorsais e fossas oceânicas).	- Placas tectónicas - Limites divergentes, convergentes e transformantes - Rift - Zona de subducção - Dorsais e fossas oceânica	8		

Figura 57 – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
II - Estrutura e dinâmica da geosfera	1- Métodos para o estudo do interior da geosfera	- Apresentações PowerPoint	- Métodos diretos - Métodos indirectos	12	1º
	- Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indirectos, geomagnetismo e geotermia (grau e gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra.	- Atividades lápis e papel	- Gravimetria, Densidade, Geotermia, Geomagnetismo	16	
	2- Vulcanologia	- Visualização de vídeos	- Estrutura do vulcão - Atividade vulcânica explosiva, efusiva e mista	16	
- Relacionar composição de lavas (ácidas, intermédias e básicas), tipo de atividade vulcânica (explosiva, mista e efusiva), materiais expelidos e forma de edifícios vulcânicos, em situações concretas/ reais.	- Identificação de observação de alguns materiais expelidos durante erupções vulcânicas	- Materiais expelidos - Lavas ácidas, intermédias e básicas. - Vulcanismo central e fissural - Vulcanismo residual - Geotermismo	16		
- Explicar (ou prever) características de magmas e de atividade vulcânica ativa com base na teoria da Tectónica de Placas.	- Simulação de um vulcão				
- Distinguir vulcanismo ativo de inativo, justificando a sua importância para o estudo da história da Terra.	- Simulação de um sismo				
- Localizar evidências de atividade vulcânica em Portugal e os seus impactes socioeconómicos (aproveitamento geotérmico, turístico e arquitetónico).	- Determinação do epicentro de um sismo	- Sismo - Abalo sísmico e ondas sísmicas - Descontinuidades de Mohorovičić , Gutenberg e Lehmann - Zonas de sombra			
- Planificar e realizar atividades laboratoriais de simulação de aspetos de atividade vulcânica, identificando analogias e diferenças de escalas (temporal e espacial) entre os modelos e os processos geológicos.		- Teoria da Tectónica de Placas, falhas - Sismograma - Magnitude sísmica (Escala de Mercalli, escala de Richter) - Hipocentro, epicentro,			
3- Sismologia					
- Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo.					
- Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovičić , Gutenberg e Lehmann).					
- Relacionar a existência de zonas de sombra com as características da Terra e das ondas sísmicas.					
- Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados.					
- Usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de vulcanismo e sismicidade em Portugal e no planeta Terra, relacionando-a com a prevenção de riscos geológicos.					

Figura 57 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
		- Testes de avaliação e auto-avaliação	- Réplicas, marmemoto	6	
II - Estrutura e dinâmica da geosfera	4- Modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera - Interpretar modelos da estrutura interna da Terra com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo). - Relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e Tectónica de Placas.	- Apresentações PowerPoint - Atividades lápis e papel	- Descontinuidades sísmicas - Crosta continental e oceânica, manto e núcleo - Litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo	15	2º
IV - Biodiversidade	1-A Biosfera - Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies). - Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus). 2- A célula - Distinguir tipos de células com base em aspetos de ultraestrutura e dimensão: células procarióticas/ eucarióticas (membrana plasmática, citoplasma, organelos membranares, núcleo); células animais/ vegetais (parede celulósica, vacúolo hídrico, cloroplasto). - Caracterizar biomoléculas (prótidos, glicídios, lípidos, ácidos nucleicos) com base em aspetos químicos e funcionais (nomeadamente a função enzimática das proteínas), mobilizando conhecimentos de Química (grupos funcionais, nomenclatura). - Observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação.	- Apresentações PowerPoint - Atividades lápis e papel - Visualização de vídeos - Observação ao microscópio óptico de células procarióticas e eucarióticas (animais e vegetais)	- Biosfera - Ecossistema - Comunidade - População - Espécie - Organismo - Sistema de órgãos, tecidos - Interações bióticas e abióticas - Diversidade - Extinção - Conservação - Seres unicelulares e multicelulares - Células procarióticas e eucarióticas - Célula, Membrana celular, Citoplasma, Núcleo, Parece celular - Biomoléculas	12	2º
				12	

Figura 57 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
III - Obtenção de Matéria	3-Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos - Distinguir ingestão de digestão (intracelular e extracelular) e de absorção em seres vivos heterotróficos com diferente grau de complexidade (bactérias, fungos, protozoários, invertebrados, vertebrados). - Interpretar o modelo de membrana celular (mosaico fluido) com base na organização e características das biomoléculas constituintes. - Relacionar processos transmembranares (ativos e passivos) com requisitos de obtenção de matéria e de integridade celular. - Planificar e realizar atividades laboratoriais/ experimentais sobre difusão/ osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados. - Integrar processos transmembranares e funções de organelos celulares (retículo endoplasmático, complexo de Golgi, lisossoma, vacúolo digestivo) para explicar processos fisiológicos. - Aplicar conceitos de transporte transmembranar (transporte ativo, difusão, exocitose e endocitose) para explicar a propagação do impulso nervoso ao longo do neurónio e na sinapse. 4-Obtenção de matéria pelos seres autotróficos (continua no 3º período) - Interpretar dados experimentais sobre fotossíntese (espectro de absorção dos pigmentos, balanço dos produtos das fases química e fotoquímica), mobilizando conhecimentos de Química (energia dos eletrões nos átomos, processos exoenergéticos e endoenergéticos).	- Apresentações PowerPoint - Atividades lápis e papel - Visualização de vídeos - Observação ao microscópio óptico em tempo real, da variação do volume hemácias e de vacúolos de células vegetais em função da concentração do meio - Atividade prática de cromatografia em papel e de identificação da formação de amido - Avaliação	- Seres heterotróficos - Ingestão, digestão (intracelular e extracelular) - Absorção - Membrana celular - Osmose, difusão - Transporte facilitado e transporte activo - Fagocitose - Retículo endoplasmático, complexo de Golgi, lisossoma, vacúolo digestivo - Seres autotróficos - Fotossíntese - Cloroplastos (pigmentos Fotossintéticos) - Quimiossíntese	15	2º
				7	
				6	
	4-Obtenção de matéria pelos seres autotróficos (continuação)			8	3º
V - Distribuição de Matéria	1-O transporte nas plantas - Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema.	- Apresentações PowerPoint - Atividades lápis e papel	- Xilema e floema - Pressão radicular - Adesão-coesão-tensão - Fluxo de massa	10	3º

Figura 57 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	<p>- Explicar movimentos de fluidos nas plantas vasculares com base em modelos (pressão radicular; adesão-coesão-tensão; fluxo de massa), integrando aspetos funcionais e estruturais.</p> <p>- Planificar e executar atividades laboratoriais/ experimentais relativas ao transporte nas plantas, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados.</p> <p>2-O transporte nos animais</p> <p>- Relacionar características estruturais e funcionais de diferentes sistemas de transporte (sistemas abertos e fechados; circulação simples/ dupla incompleta/ completa) de animais (inseto, anelídeo, peixe, anfíbio, ave, mamífero) com o seu grau de complexidade e adaptação às condições do meio em que vivem.</p> <p>- Interpretar dados sobre composição de fluidos circulantes (sangue e linfa dos mamíferos) e sua função de transporte.</p>	<p>- Visualização de vídeos</p> <p>- Observação e localização ao microscópio ótico de feixes vasculares em caules, raízes e folhas</p> <p>- Dissecção de órgãos (corações)</p>	<p>- Sistemas de transporte abertos e fechados</p> <p>- Circulação simples, dupla (completa, incompleta)</p> <p>- Artérias, veias, coração</p> <p>- Fluidos circulantes (linfa, sangue)</p>	10	
VI - Transformação e utilização de energia pelos seres vivos	<p>1-Fermentação/2-Respiração aeróbia</p> <p>- Interpretar dados experimentais relativos a fermentação (alcoólica, láctica) e respiração aeróbia (balanço energético, natureza dos produtos finais, equação geral e glicólise como etapa comum), mobilizando conhecimentos de Química (processos exoenergéticos e endoenergéticos).</p> <p>- Relacionar a ultraestrutura de células procarióticas e eucarióticas (mitocôndria) com as etapas da fermentação e respiração.</p> <p>- Planificar e realizar atividades laboratoriais/ experimentais sobre metabolismo (fabrico de pão ou bebidas fermentadas por leveduras), problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados.</p> <p>3-Trocas gasosas em seres multicelulares</p> <p>- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de abertura e fecho de estomas e de regulação de trocas gasosas com o meio externo.</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Atividades lápis e papel</p> <p>- Visualização de vídeos</p> <p>- Observação ao microscópio óptico de estomas</p>	<p>- Respiração aeróbia, respiração anaeróbia</p> <p>- Fermentação</p> <p>- Seres anaeróbios e aeróbios</p> <p>- Mitocôndria</p> <p>- ATP e ADP</p> <p>- Trocas gasosas</p> <p>- Estomas</p> <p>- Mecanismos de abertura e fecho de estomas</p> <p>- Difusão directa e indirecta</p>	8/8 9	3º

Figura 57 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	<p>- Observar estomas, realizando procedimentos laboratoriais e registos legendados das observações efetuadas.</p> <p>- Relacionar a diversidade de estruturas respiratórias (tegumento, traqueias, brânquias, pulmões) dos animais (inseto, anelídeo, peixe, anfíbio, ave, mamífero) com o seu grau de complexidade e adaptação às condições do meio em que vivem.</p>	<p>- Avaliação</p>	<p>- Hematose</p> <p>- Estruturas respiratórias dos animais</p>	6	

Figura 57 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 10.º ano.

Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
Viver melhor na Terra II - Organismo humano em equilíbrio	Apresentação 12- O papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo humano - Identificar os constituintes e as funções do sistema nervoso central e periférico e relacionar a constituição do neurónio com o modo como ocorre a transmissão do impulso nervoso. - Distinguir ato voluntário de ato reflexo, relacionando-os com o papel do sistema nervoso na regulação homeostática. - Discutir o contributo da ciência e da tecnologia na identificação de doenças do sistema nervoso e o contributo do cidadão na efetivação de medidas que contribuam para o seu bom funcionamento.	Apresentações PowerPoint Fichas de exercícios Atividades práticas laboratoriais (observação macroscópica das estruturas do encéfalo de um mamífero)	- Central e Periférico - Espinal medula, encéfalo, gânglios, neurónios -Ato voluntário, ato reflexo - Sistema nervoso autónomo parassimpático - Sistema nervoso autónomo simpático -Terorregulação - AVC, doença de Parkinson - Medidas preventivas (sono de qualidade, evitar drogas, leitura e escrita)	1 7	1º
II - Organismo humano em equilíbrio	13- O papel do sistema hormonal na regulação do organismo - Distinguir glândulas de hormonas e de células-alvo, identificando algumas glândulas endócrinas (hipófise, hipotálamo, pâncreas/ilhéus de Langerhans, ovário, placenta, suprarrenal, testículo, tireóide) e as principais hormonas por elas produzidas. - Explicar a importância do sistema neuro-hormonal no organismo e o contributo da ciência e da tecnologia na identificação de doenças associadas, discutindo medidas que podem contribuir para o seu bom funcionamento.	Apresentações PowerPoint Fichas de exercícios	- Sistema hormonal/sistema nervoso (hipotálamo, hipófise) - Glândulas endócrinas (pâncreas/ilhéus de Langerhans, ovário, placenta, suprarrenal, testículo, tireóide) e suas Hormonas -Diabetes, acromegalia - Vigilância médica, alimentação saudável e exercício físico	5	1º

Figura 58 – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
II - Organismo humano em equilíbrio	14 - Sistema reprodutor humano - Comparar as estruturas dos órgãos reprodutores humanos com as funções desempenhadas, e explicar, sumariamente, os processos da espermatogénese e da oogénese. - Caracterizar a coordenação ovárica e uterina, identificando o período fértil num ciclo menstrual. - Distinguir as células reprodutoras humanas, a nível morfológico e a nível fisiológico, e o processo de fecundação do processo de nidadação. - Discutir questões relacionadas com o aleitamento materno e outras alternativas. - Discutir o papel da ciência e da tecnologia na identificação de infeções sexualmente transmissíveis e o contributo do cidadão na implementação de medidas que contribuam para o bom funcionamento do sistema reprodutor. - Analisar criticamente as vantagens e as desvantagens dos diferentes métodos contraceptivos.	Apresentações PowerPoint Fichas de exercícios Atividades práticas laboratoriais (observação macroscópica das estruturas do ovário e testículo de um mamífero)	- Testículos - Espermatozoides - Ovários -Óvulos, ovo - Testosterona, estrogénios e progesterona - Espermatogénese e da oogénese - Nidação - Infeções sexualmente transmissíveis - Métodos contraceptivos, vigilância médica	9	1º
II - Organismo humano em equilíbrio	11- A importância da função excretora na regulação do organismo humano - Relacionar os constituintes do sistema urinário com a função que desempenham e caracterizar a anatomia e a morfologia do rim de um mamífero, explicitando as funções desempenhadas pelos seus constituintes. - Relacionar as características da unidade funcional do rim com o processo de formação da urina, identificando alguns fatores que condicionam a sua formação. - Caracterizar as funções da pele, explicitando medidas que podem contribuir para a eficácia da sua função excretora. - Discutir a importância da ciência e da tecnologia na minimização de problemas da função renal e o contributo do cidadão na efetivação de medidas que contribuam para a eficiência da função excretora.	Apresentações PowerPoint Fichas de exercícios Atividades práticas laboratoriais (observação macroscópica das estruturas do rim de um mamífero)	- Sistema urinário - Rins, uréteres, uretra, bexiga, nefrónios -Urina (Filtração, reabsorção, secreção) - Pele e estruturas anexas - Doenças (litíase, insuficiência renal, melanoma) - Medidas de prevenção (ingestão de água, consumo de legumes e frutas, protetor solar)	4	1º
Viver melhor na Terra I - Saúde individual e comunitária	1. Compreender a importância da saúde individual e comunitária na qualidade de vida da população - Distinguir saúde de qualidade de vida, segundo a Organização Mundial de Saúde. - Caracterizar as principais doenças provocadas pela ação de agentes patogénicos mais frequentes.	Ficha diagnóstica Apresentações PowerPoint Visualização de vídeos	- Saúde - Qualidade de vida - Esperança de vida - Agentes patogénicos - Doenças não transmissíveis	4	1º

Figura 58 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.

Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar as consequências do uso indevido de antibióticos com o aumento da resistência bacteriana. - Caracterizar, sumariamente, as principais doenças não transmissíveis, indicando a prevalência dos fatores de risco associados. - Interpretar informação sobre os determinantes do nível de saúde individual e comunitária, analisando a sua importância na qualidade de vida de uma população. <p>2. Sintetizar as estratégias de promoção da saúde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar o modo como as "culturas de risco" podem condicionar as medidas de capacitação das pessoas, pondo em causa a promoção da saúde. - Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais. 	<p>Fichas de exercícios</p> <p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinantes do nível de saúde - Fatores de risco - Indicadores de saúde - Sociedade de risco - Promoção de saúde 	3	
II - Organismo humano em equilíbrio	<p>3. Conhecer os distintos níveis estruturais do corpo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar o organismo humano como sistema aberto, identificando os seus níveis de organização biológica, as direções anatómicas e as cavidades, discutindo o contributo da ciência e da tecnologia para esse conhecimento. - Relacionar os elementos químicos mais abundantes no corpo humano com as funções desempenhadas. 	<p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Homeostasia - Níveis de organização biológica - Direções anatómicas e cavidades 	4	1º
II - Organismo humano em equilíbrio	<p>4. Compreender a importância de uma alimentação saudável no equilíbrio do organismo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distinguir alimento de nutriente e nutriente orgânico de inorgânico, indicando as suas funções no organismo e identificando alguns nutrientes em alimentos. - Relacionar a insuficiência de elementos traço (ferro, flúor, iodo) com os seus efeitos no organismo. - Explicar o modo como alguns distúrbios alimentares (anorexia nervosa, bulimia nervosa e compulsão alimentar) podem afetar o organismo humano. - Relacionar a alimentação saudável com a prevenção de doenças da contemporaneidade, reconhecendo a importância da dieta mediterrânica na promoção da saúde. 	<p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p> <p>Atividades práticas laboratoriais (presença de nutrientes em alimentos)</p> <p>Testes de avaliação, correções e autoavaliação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alimento - Nutriente - Nutrientes orgânicos - Nutrientes inorgânicos - Distúrbios alimentares - Dieta mediterrânica 	7	1º

Figura 58 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
II - Organismo humano em equilíbrio	<p>5. Compreender a importância do sistema digestivo para o equilíbrio do organismo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar as etapas da nutrição, explicitando a função do sistema digestivo e a sua relação com o metabolismo celular. - Relacionar os órgãos do sistema digestivo e as respetivas glândulas anexas com as funções desempenhadas, explicitando as transformações físicas e químicas da digestão. - Explicar a importância do microbiota humano, indicando medidas que contribuam para o bom funcionamento do sistema digestivo. 	<p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p> <p>Atividades práticas laboratoriais (digestão e absorção de nutrientes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema digestivo - Órgãos do sistema digestivo - Metabolismo celular - Glândulas anexas - Digestão - Das válvulas coniventes - Microbiota humano - Microorganismos comensais - Doenças do sistema digestivo. 	6	2º
II - Organismo humano em equilíbrio	<p>6. Analisar a importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar os constituintes do sangue em preparações definitivas, relacionando-os com a função que desempenham no organismo. - Analisar possíveis causas de desvios dos resultados de análises sanguíneas relativamente aos valores de referência. - Relacionar o modo de atuação dos leucócitos com a função que desempenham no sistema imunitário. 	<p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p> <p>Atividades práticas laboratoriais (observação ao MO de células sanguíneas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sangue - Elementos figurados (leucócitos, plaquetas, hemácias) - Plasma - Análises sanguíneas - Sistema imunitário - Sistema AB0 	3	2º
II - Organismo humano em equilíbrio	<p>7. Sintetizar a importância do sistema cardiovascular no equilíbrio do organismo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar a morfologia e a anatomia do coração de um mamífero, explicitando os seus principais constituintes e as respetivas funções. - Relacionar os constituintes do sistema cardiovascular com o ciclo cardíaco. - Caracterizar a variação da frequência cardíaca e da pressão arterial em algumas atividades do dia a dia, articulando com saberes de outras disciplinas (ex.: Educação Física). - Relacionar a estrutura dos vasos sanguíneos com as suas funções e comparar as características do sangue venoso e do sangue arterial na circulação sistémica e na circulação pulmonar. 	<p>Apresentações PowerPoint</p> <p>Visualização de vídeos</p> <p>Fichas de exercícios</p> <p>Atividades práticas laboratoriais (observação macroscópica das estruturas do coração de um mamífero)</p> <p>Teste de avaliação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Circulação pulmonar - Circulação sanguínea - Coração (ventrículos, aurículas) - Vasos sanguíneos - Batimentos cardíacos, ciclo cardíaco - Aterosclerose, varizes, enfarte agudo do miocárdio - Eletrocardiograma, angiografia - Alimentação saudável, exercício físico 	5	2º

Figura 58 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.



Os fluidos da Terra e da vida!

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	- Identificar as principais doenças do sistema cardiovascular, inferindo contributos da ciência e da tecnologia para a minimização das referidas doenças e explicitando a importância da implementação de medidas que contribuam para o seu bom funcionamento.				
II - Organismo humano em equilíbrio	8- A importância do sistema linfático no equilíbrio do organismo humano Distinguir os diferentes tipos de linfa, explicitando a sua função e a importância dos gânglios linfáticos, bem como a necessidade de efetivar medidas que contribuam para o bom funcionamento do sistema linfático.	Apresentações PowerPoint Atividades práticas de lápis e papel	- Linfa (intersticial, circulante) - Órgãos linfoides - Tecidos linfoides - Vasos linfáticos - Alimentação saudável e beber muita água, exercício físico	2	2º
II - Organismo humano em equilíbrio	9-A influência do ambiente e dos estilos de vida no sistema respiratório - Identificar os principais constituintes do sistema respiratório de um mamífero e as respetivas funções. - Distinguir respiração externa de respiração interna e descrever as alterações morfológicas ocorridas durante a ventilação pulmonar. - Comparar a hematose alveolar com a hematose tecidual e reconhecer a sua importância no organismo. - Discutir os efeitos do ambiente e dos estilos de vida no equilíbrio do sistema respiratório e na minimização da ocorrência de doenças, destacando as consequências da exposição ao fumo ambiental do tabaco e indicando medidas que contribuam para o seu bom funcionamento.	Apresentações PowerPoint Fichas de exercícios Atividades práticas laboratoriais (observação macroscópica das estruturas do pulmão de um mamífero)	- Vias respiratórias, pulmões, cavidade torácica - Ventilação pulmonar (inspiração, expiração) - Hematose pulmonar - Pneumonia, cancro do pulmão - Exercício físico, não consumir tabaco	5	2º
II - Organismo humano em equilíbrio	15- A importância do conhecimento genético - Discutir o contributo da ciência e da tecnologia na evolução do conhecimento genético e das suas aplicações na sociedade e interpretar informação relativa a estruturas celulares portadoras de material genético. - Explicar a relação entre os fatores hereditários, a informação genética e o modo como a reprodução sexuada condiciona a diversidade intraespecífica e a evolução das populações.	Apresentações PowerPoint Visualização de vídeos Fichas de exercícios Testes de avaliação	- Diversidade intraespecífica	5 5	2º

Figura 58 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.

Domínios e subdomínios/conteúdos	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
II - Organismo humano em equilíbrio	10-Medidas de suporte básico de vida - Explicar a importância da cadeia de sobrevivência no aumento da taxa de sobrevivência em paragem cardiovascular. - Efetuar o exame do paciente (adulto e pediátrico) com base na abordagem inicial do ABC (airway, breathing and circulation). - Implementar procedimentos do alarme em caso de emergência e executar procedimentos de suporte básico de vida (adulto e pediátrico), seguindo os algoritmos do European Resuscitation Council. - Simular medidas de socorro à obstrução grave e ligeira da via aérea e demonstrar a posição lateral de segurança.	Apresentações PowerPoint Visualização de vídeos Fichas de exercícios Testes de avaliação	- ABC (airway, breathing and circulation) - Avaliação do estado da vítima (consciente, inconsciente) - Alerta 112 - Avaliação da ventilação - Medidas SBV (Suporte básico de vida) - PCR (paragem cardiorrespiratória) - Posição lateral de segurança	22 5	3º

Figura 58 (continuação) – Exemplo de planificação de médio prazo para o 9.º ano.

	ES D. Duarte		Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Biologia e Geologia – 10.º A Ano letivo 2020/2021
---	--------------	---	--

Planificação de curto prazo
Vulcanologia
Aula nº45 - Tempo: 50 minutos

Sumário
Avaliação diagnóstica (Pré-teste).
Manifestações de vulcanismo secundário ou residual.

Objetivos

- Recordar o que é vulcanismo secundário ou residual.
- Identificar algumas manifestações de vulcanismo secundário ou residual .
- Reconhecer a importância deste tipo de vulcanismo.
- Compreender a génese destas manifestações vulcânicas

Conteúdos

- Vulcanismo secundário ou residual
- Manifestações de vulcanismo secundário ou residual
- Nascentes termais
- Fumarolas
- Geiseres

Estrutura da aula
Iniciar - Aplicar o pré-teste.
Desenvolver - Recordar conhecimentos prévios sobre o vulcanismo secundário ou residual. - Apresentar e distinguir diferentes manifestações de vulcanismo secundário ou residual. - Elucidar sobre a génese destas manifestações vulcânicas.

1

Figura 59 – Exemplo de plano de aula para o 10.º ano na disciplina de Biologia e Geologia (aula n.º 45 - Vulcanologia).

- Projetar vídeos de curta duração sobre o tema abordado.

Terminar

- Elucidar sobre a importância deste tipo de vulcanismo para a comunidade.

Questões orientadoras

- O que entende por vulcanismo residual?
- Que manifestações de vulcanismo secundário ou residual ocorrem?
- Como se geram estas manifestações?
- Qual a importância destas manifestações?

Avaliação

- Pré-teste (avaliação diagnóstica)

Indicadores de Aprendizagem

O aluno é capaz de:

- Identificar exemplos de manifestações de vulcanismo secundário.
- Reconhecer o seu valor destas manifestações.
- Descrever a génese das manifestações de vulcanismo residual.

Recursos



- Material de escrita, pré-teste, PowerPoint, manual escolar, projetor, internet e computador portátil

Notas

Bibliografia

- Jerram, D. (2011). *Introdução à vulcanologia*. Oficina de Textos.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. H. (2014). *Understanding earth*. (7th Edition). London: Macmillan.
- Vinha, M. (2016). *Petrologia Ígnea - apontamentos*. Sebenta da unidade curricular da disciplina de Petrologia Ígnea, não publicada. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Smith, K., & Petley, D. (2008) *Environmental Hazards* (5th Edition). Assessing risk and reducing disaster. London: Routledge.

Figura 59 – (continuação) Exemplo de plano de aula para o 10.º ano na disciplina de Biologia e Geologia (aula n.º 45 - Vulcanologia).

	ES D. Duarte		Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Ciências Naturais – 9.º I Ano letivo 2020/2021
---	--------------	---	---

Plano de aula - O sangue no equilíbrio do organismo humano
Aula nº58
(50 minutos)

Sumário

Importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano.
Constituintes do sangue: Características e função

Objetivos

Analisar a importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano.
Investigar os constituintes do sangue em esquemas e imagens de microscopia ótica.
Relacionar estes constituintes com a sua função no equilíbrio do organismo.

Conceitos

- Coagulação do sangue	- Hemoglobina
- Defesa	- Plaquetas
- Elementos figurados	- Plasma (Fração líquida)
- Equilíbrio do corpo humano	- Regulação da temperatura
- Glóbulos brancos/leucócitos	- Transporte de substâncias
- Glóbulos vermelhos/hemácias/eritrócitos	

Estrutura da aula

Iniciar



- Aplicar o pré-teste.

Desenvolver

- Dar a conhecer a importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano
- Dar a conhecer os constituintes do sangue e suas características
- Distinguir os constituintes do sangue com recurso a esquemas e imagens de microscopia ótica

1

Figura 60 – Exemplo de plano de aula para o 9.º ano na disciplina de Ciências Naturais (aula n.º 58 – O sangue no equilíbrio do organismo humano).

  Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ciências Naturais – 9.º |
Ano letivo 2020/2021

Terminar

- Associar os constituintes do sangue com a sua função no organismo

Questões orientadoras

- No corpo humano onde se encontra o sangue?
- Qual o papel do sangue no equilíbrio humano?
- Quais os constituintes do sangue?
- Quais as características gerais de cada constituinte do sangue?
- Quais as funções de cada constituinte do sangue?

Avaliação

Pré-teste (avaliação diagnóstica) e grelhas de observação

Indicadores de Aprendizagem

O aluno deverá ser capaz de:

- Reconhecer a importância do sangue para o equilíbrio do organismo humano,
- Identificar os constituintes do sangue,
- Saber as funções dos constituintes sanguíneos.



Recursos

Material de escrita, pré-teste, PowerPoint, quadro e manual escolar adotado na ES D. Duarte.

Notas

2

Figura 60 – (continuação) Exemplo de plano de aula para o 9.º ano na disciplina de Ciências Naturais (aula n.º 58 – O sangue no equilíbrio do organismo humano).

  Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Ciências Naturais – 9º |
Ano letivo 2020/2021

Referências

Antunes, C., Bispo, M., & Guindães, P. (2015). *Descobrir a Terra 9: Parte 1*. Areal editores.

Aprendizagens essenciais – Ciências naturais 9ºAno (s.d.). Direção Geral de Educação e Ciência.

Bonito, J., Morgado, M., Silva, Marta., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2014). *Metas Curriculares – Ciências naturais 9ºAno*. Direção Geral de Educação e Ciência.

Moreira, J. R., Sant' Ovaia, H., & Pinto, V. N. (2015). *Compreender o Corpo Humano 9: Parte 1*. Areal editores.]

Ramé, A., & Théron, S. (2012). *Anatomia e Fisiologia*. Climepsi editores.

Salsa, J., & Cunha, R. (2016). *CianTIC 9*. Porto editora.

Seeley, R., Trent, D. S., & Philip, T. *Anatomia & Fisiologia*. Lusodidacta, 3ª Edição. Lisboa. 1997. ISBN972-96610-5-7.

3

Figura 60 – (continuação) Exemplo de plano de aula para o 9.º ano na disciplina de Ciências Naturais (aula n.º 58 – O sangue no equilíbrio do organismo humano).

5.7. Ensino dos temas: estratégias e recursos didáticos

Em contexto de pandemia pela Covid-19 e para atender a todas as orientações recorrentes desta ao nível da distância mínima a manter entre estudantes e entre estes e o professor, a organização de sala aula ficou bastante limitada, pelo que os estudantes foram dispostos segundo a numeração da pauta, de frente para o quadro com as cadeiras em filas paralelas, com a distância mínima de 1 m entre si, ou seja, numa organização de “sala de aula tradicional”, desfavorecendo a interação entre os estudantes. Como também já foi referido, as aulas de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia foram lecionadas numa única sala por cada turma, com exclusão do laboratório.

Também foram criadas pelo professor orientador cooperante, uma turma na plataforma digital *online*, a *Classroom*, para o 10.º ano e outra para o 9.º ano. Nestas, era possível ao professor titular emitir avisos e notícias, adicionar ficheiros com apontamentos e materiais didáticos, como por exemplo apresentações de *PowerPoint*, mapas de conceitos e atividades práticas, a par de um espaço reservado para a avaliação, onde os estudantes podiam introduzir os seus trabalhos e as resoluções das fichas solicitadas. Este também continha um separador para classificações e estado de entrega de trabalhos.

Foi dado espaço aos estudantes para o esclarecimento de dúvidas, sempre que necessário, tendo o professor incentivado a turma para a colocação de questões. Os próprios estudantes, no seguimento da sua curiosidade, interesse e envolvimento no tema - especialmente os da turma do 9.º ano - também formularam algumas questões adicionais, que iam além do esclarecimento de dúvidas.

A complementar as aulas, recorreu-se à utilização de diversos recursos e atividades didáticas. Para tal, desenvolveram-se estratégias que envolveram analogias, atividades práticas, *PowerPoint* e imagens, quadro, manual, vídeos e modelos didáticos ou pedagógicos (Fig. 61). Foi também feita na aula, em conjunto com os estudantes do 10.º ano, uma análise SWOT na perspetiva de quem vive junto dos vulcões (Fig. 62). Relativamente à lecionação do tema do sangue ao 9.º ano, não sendo possível a determinação direta e real dos grupos sanguíneos e atendendo a que o tempo de aula era escasso, foram utilizadas imagens esquemáticas representativas dessa atividade, ao mesmo tempo que os estudantes eram questionados sobre os grupos sanguíneos para cada amostra (Fig. 63). No mesmo âmbito, também foram mostradas imagens de células sanguíneas obtidas ao microscópio ótico e de varrimento, que constavam no manual escolar, sendo os estudantes desafiados a identificá-las.



Figura 61 – Lecionação de aula ao 10.º ano, com utilização de PowerPoint e de quadro interativo (Foto de Andreia Rodrigues).

Vulcanismo

Análise SOWT para quem vive junto aos vulcões.

Forças - - -	Fraquezas - - -
Oportunidades - - -	Ameaças - - -

Vulcanismo

<p>Forças</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitorização (previsão de erupções, ex: clinómetro) - Identificação de zonas de perigo – ordenamento do território - Informação e sensibilização da população 	<p>Fraquezas</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidade populacional Resistência em abandonar o local na iminência de erupção Falta de informação Localização no litoral se for o caso
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Turismo Solos férteis Energia geotérmica 	<p>Ameaças</p> <ul style="list-style-type: none"> Escoadas de lava e seu trajeto Terramotos Projeção de piroclastos Nuvens ardentes Perda de vidas Destruição de bens e património

Análise SOWT para quem vive junto aos vulcões.

Figura 62 – Análise SWOT realizada com os estudantes do 10.º ano “Análise SWOT para quem vive junto aos vulcões” (incluído no PowerPoint).

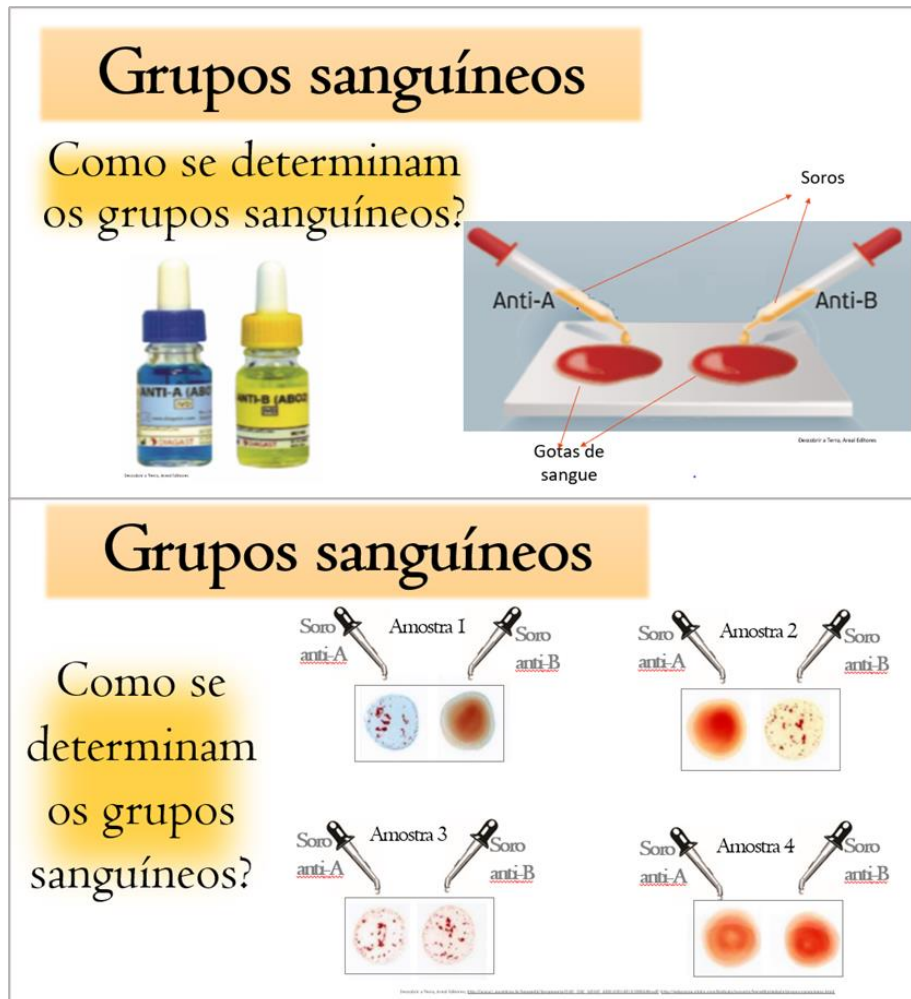


Figura 63 – Imagens esquemáticas e representativas da determinação dos grupos sanguíneos aos estudantes do 9.º ano (incluídas no *PowerPoint*).

5.7.1. Mapas de conceitos

Os mapas de conceitos são um recurso importante na consolidação dos conhecimentos, uma vez que funcionam como um resumo final de um tema onde se encontram todos os conceitos interligados, proporcionando uma visão geral. Para além deste propósito, também podem servir de suporte à exposição de conteúdos e ao questionamento (Reis, 1995). Para tal, foram criados três mapas de conceitos, um referente à segunda parte do Vulcanismo e destinado à turma do 10.º ano (Fig. 64) e dois outros relacionados com os temas do sangue e sistema cardiovascular, e destinados à turma do 9.º ano (Fig. 65). Estes mapas foram concebidos com o intuito de servirem como um resumo final auxiliar na consolidação dos conhecimentos dos estudantes; no entanto não foi possível aplicá-los no final das aulas por falta de tempo letivo, tendo sido solicitado ao professor orientador cooperante que fossem colocados na plataforma *Classroom*, para que os estudantes tivessem

mais um recurso de apoio ao seu estudo. Os mapas de conceitos foram elaborados recorrendo a um programa informático, o *CmapTools* versão 5.05.01.

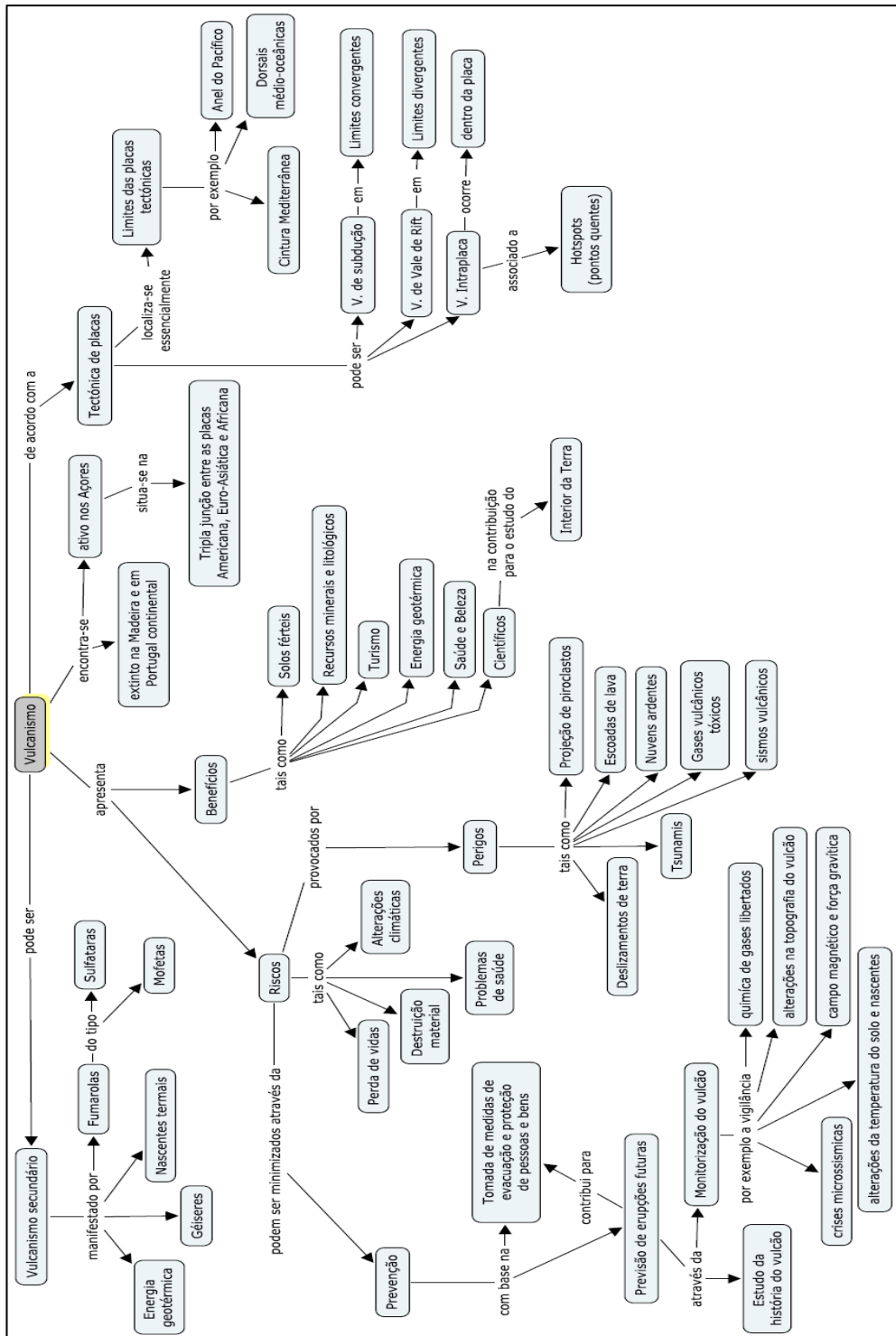


Figura 64 – Proposta de mapa de conceitos sobre vulcanologia para o 10.º ano.

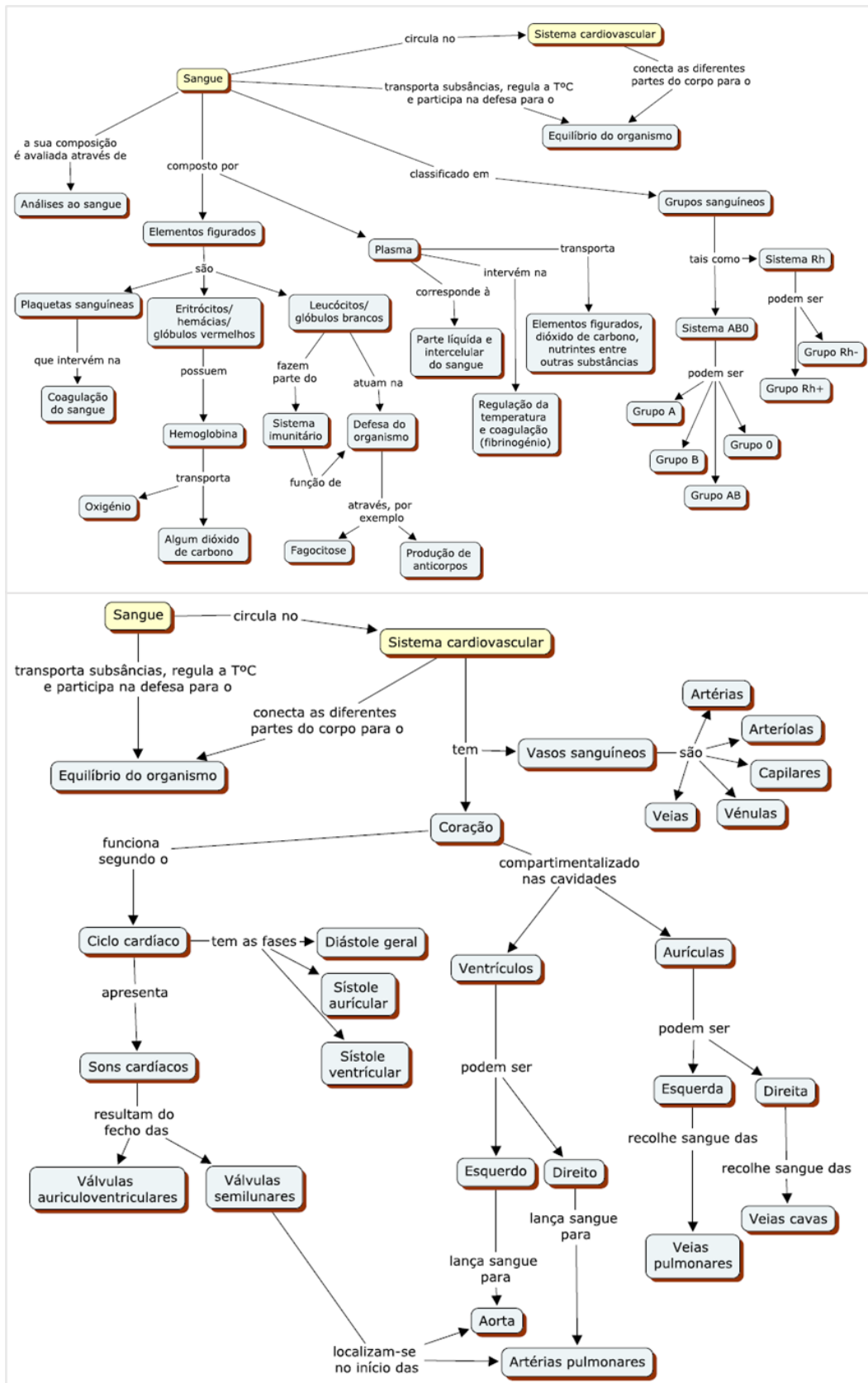


Figura 65 – Proposta de dois mapas de conceitos sobre o sangue e sistema cardiovascular para o 9.º ano, dos quais o superior sobre o sangue e o inferior sobre o sistema cardiovascular.

5.7.2. Analogias

No decurso das aulas houve a necessidade e oportunidade de utilizar analogias, como forma de captar a atenção dos estudantes, levando-os a uma melhor compreensão de determinados conteúdos. Como exemplo, na turma do 10.º ano empregou-se uma analogia como forma de se elucidar a formação de um alinhamento de vulcões, a partir de um *hotspot* ou ponto quente intraplaca. Como recursos adaptados a partir de objetos do quotidiano, foram usadas pasta de dentes de cor vermelha para representar a lava extruída no *hotspot* e uma tira de cartão com vários furos seguidos a esquematizar a placa tectónica (Fig. 66). No procedimento, o cartão perfurado foi movimentado lentamente sobre o tubo de dentífrico, simulando-se o deslocamento da placa tectónica sobre o ponto quente fixo. Desta forma, os estudantes visualizaram que os vulcões mais antigos se afastavam gradualmente do ponto quente, à medida que se formava um novo vulcão por cima do *hotspot*. Como resultado da sua atividade extrusiva, formava-se uma nova ilha, cuja génese foi recriada pressionando-se o tubo de pasta e fazendo-a sair pelo furo na perfuração respetiva do cartão. Ou seja, fez-se a analogia entre a dinâmica da tira de cartão com pasta dos dentes e a dinâmica da placa tectónica sobre o *hotspot* intraplaca.

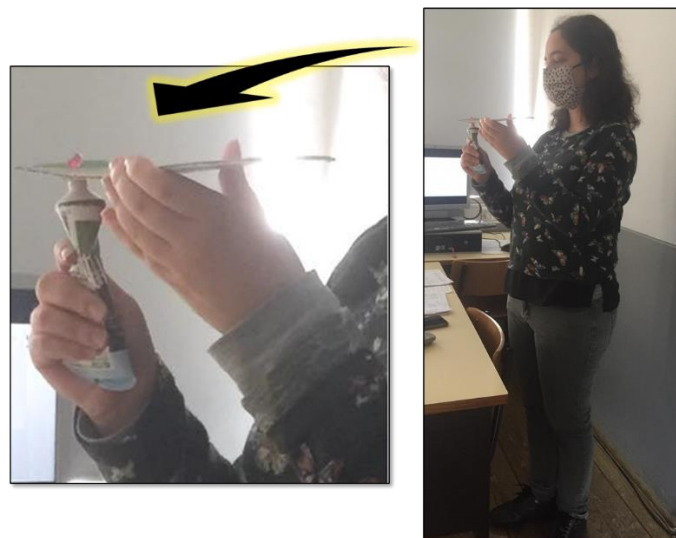


Figura 66 – Exemplo de utilização de analogia na sala de aulas, com recurso a um tubo de pasta de dentes e a uma tira de cartão contendo furos alinhados, simulando-se o deslocamento de uma placa tectónica sobre um *hotspot* intraplaca com vulcanismo ativo e a génese de novas ilhas vulcânicas

(Fotos de Andreia Rodrigues).

5.7.3. Recursos físicos em sala de aula: quadro, manual e modelos didáticos

No decurso das aulas foram também amplamente utilizados outros recursos didáticos mais tradicionais, com ênfase para o quadro negro, manuais escolares e modelos didáticos. Estes tipos de recursos revestem-se de particular importância, uma vez que são de mais fácil acesso e mais práticos para uso diário, conferindo muito do apoio e suporte necessários no decorrer da leção dos conteúdos. Como exemplo, o quadro foi regularmente preenchido com apontamentos e palavras-chave, respostas a exercícios e esquemas. Também na primeira aula que lecionei ao 9.º ano, o projetor não estava a funcionar como previsto, pelo que não foi possível projetar o *slide-show* de PowerPoint que havia sido preparado para esse efeito, substituindo-o eficazmente pelo uso do quadro e do manual escolar. Neste último, exploraram-se imagens de sangue ao microscópio ótico e de varrimento, disponibilizadas nas páginas correspondentes à lição em curso.

Nas aulas do 9.º ano, para demonstrar as estruturas que compõem o coração e os grandes vasos sanguíneos que dele divergem, bem como as suas posições relativas, de modo que os estudantes visualizassem e compreendessem melhor a sua dimensão, forma e função, optou-se pelo recurso a um modelo didático tridimensional (Fig. 67). Este modelo era desmontável, permitindo aos estudantes a observação do interior do coração, vislumbrando detalhes das suas estruturas internas e o aspeto exterior nas suas partes anterior e posterior.



Figura 67 – Modelo didático tridimensional do coração, em várias perspetivas.


5.7.4. Atividades práticas

Foram efetuadas atividades práticas, no 9.º ano e no 10.º ano. Como nos encontrávamos numa situação de pandemia, não foi possível desenvolver atividades diretamente no laboratório, ou através de saídas de campo, pelo que essas atividades práticas se circunscreveram sobretudo às de lápis e papel, projetando-as para que os estudantes pudessem resolvê-las na aula.


Na aula n.º 46 da turma do 10.º ano, foi implementada uma atividade prática que consistia na visualização de um vídeo sobre a simulação de um geiser em laboratório, utilizando materiais próprios. Para além do vídeo, esta também incluía um pequeno protocolo com algumas questões no final, designado por “O salto da água! Simulação de um geiser” (Fig. 68). Esta atividade, que também pode ser considerada uma analogia (a função do modelo pretende imitar o funcionamento de um geiser, onde também se pode estabelecer correspondência entre as componentes de ambos), incluiu um modelo didático construído com materiais de laboratório, cedido pela escola secundária D. Duarte. No seu decurso foi solicitado aos estudantes a realização de um relatório “V de Gowin” pré-preenchido (Fig. 69), para o qual foram definidos descritores de desempenho (Fig. 70). O relatório pré-preenchido foi disponibilizado na plataforma Classroom e os relatórios preenchidos pelos estudantes foram recebidos através da mesma via.

No 9.º ano, também foi realizada uma atividade prática sobre a “Importância de fazer análises sanguíneas” (Fig. 71). Esta foi entregue aos estudantes em formato papel, e realizada em conjunto durante a aula. A atividade continha excertos de exemplares de resultados de análises ao sangue de dois pacientes, uma imagem de sangue ao microscópio ótico de um possível paciente e algumas questões, para que os estudantes analisassem e refletissem sobre esses resultados, de modo a estimular o pensamento crítico e promover a consolidação e construção do seu conhecimento.

A partir da página 103 do manual “Compreender o corpo humano”, propôs-se para trabalho de casa aos estudantes do 9.º ano, a realização de uma atividade de lápis e papel sobre os grupos sanguíneos, designada por “Como gerir um banco de sangue?” (Fig. 72). Também em colaboração com o professor orientador cooperante, foi ainda pedido aos estudantes que realizassem em casa um glossário sobre o sangue e o sistema cardiovascular.



ES D. Duarte



Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias
Biologia e Geologia – 10.º A
Ano letivo 2020/2021

Mulcanologia

Atividade prática laboratorial - O salto da água! Simulação de um géiser

Introdução

A palavra géiser tem origem islandesa numa nascente da Islândia chamada 'Geysir'. Geysir deriva do verbo islandês 'gjósa' que significa emanar. Os géiseres são nascentes termais, onde ocorre emissão de água quente e vapor de água sob a forma de jatos intermitentes e normalmente periódicos, em regiões vulcânicas. O que os distingue das outras nascentes termais é o seu sistema de canais com mais constrições.

Neste sistema de canais, fissuras e cavidades, a água subterrânea, que se encontra em contacto com rochas aquecidas pelo magma, aquece. A pressão confinante ou litostática aumenta com a profundidade. O enorme peso da água e das rochas sobrejacentes e a constrição do sistema aumentam a pressão exercida, e impedem que a água ferva (aumenta o ponto de ebulição). Quando finalmente entra em ebulição, a água, juntamente com vapor de água que se expande, é arrastada para a superfície na forma de jato (podem passar dos 90m de altura) sendo acompanhada por um som atoador. A emissão de água cessa quando o reservatório esvazia e volta acontecer quando este é reabastecido com água.

1

Figura 68 – Atividade prática “O salto da água! Simulação de um géiser” para o 10.º ano.

Material do modelo

Suporte universal de metal;
 Suporte para funil fechado;
 Placa de aquecimento;
 Bases de metal;
 Balão de Erlenmeyer de 500ml;
 Rolha de cortiça furada;
 Tubo de vidro;
 Funil de vidro;
 Tubo de plástico;
 Arame;
 Água;
 Tesoura, bata, protocolo.

Figura 1 – Modelo representativo de um géiser

Funcionamento	
8	Ligar a placa de aquecimento, manter uma distância segura de pelo menos 2m, e aguardar (aproximadamente 20 min)
9	Observar e registrar os resultados
10	Realização de relatório V de Gowin para entregar até ...

Observações

2

Figura 68 (continuação) – Atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano.

Questões

1- Apresenta o conceito de géiser

Os géiseres consistem na libertação de água quente e vapor de água sob a forma de jatos intermitentes para a superfície terrestre.

2- Explique por que razão os geiseres são considerados uma manifestação do vulcanismo secundário ou residual

Nas regiões vulcânicas existe um contexto geológico propício à formação de geiseres e que consiste na proximidade de massas magmáticas, que aquecem o sistema. Mesmo após a cessação da atividade vulcânica, o calor residual é suficiente para manter os geiseres em atividade durante muito tempo.

3- Diga o que pretende representar o balão de Erlenmeyer e a placa de aquecimento

O balão representa as cavidades e canais (fissuras/fraturas) na rocha envolvente onde se encontra a água. A placa de aquecimento representa as rochas aquecidas pelo magma que por sua vez vão aquecer a água.

4- O que justifica a emissão da água em jato?

A saída e subida vigorosa da água e vapor de água é causada pela pressão nela exercida, dentro do espaço delimitado em que se encontrava.

5- Explique a periodicidade dos geiseres.

3

Figura 68 (continuação) – Atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano.

A ejeção de água termina quando o reservatório (cavidade) esvazia, no entanto durante algum tempo o reservatório volta a reabastecer-se de água que entrará em ebulição e assim por adiante, repetindo de novo todo o processo.

Referências

Protocolo Simulação do funcionamento de um Geiser. Escola secundária [D. Duarte](#)

Atividade – Simulação de um Géiser.
https://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45205/mod_resource/content/0/Planeamento_UnidadeDidactica/aula_4_Actividade_Geiser_prof.pdf

Figura 68 (continuação) – Atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano.

Nome: _____ Turma: _____

Relatório V de Gowin - Simulação de um Géiser

Princípios teóricos

Nas regiões vulcânicas, podem ocorrer fenómenos ou manifestações associadas ao vulcanismo, mesmo quando não há erupções (depois ou entre erupções), ou seja, estamos na presença do vulcanismo secundário. Desses fenómenos ou manifestações, fazem parte os géiseres caracterizados pela emissão de água e vapor de água a elevadas temperaturas na forma de jato.

Conceitos

Géiser, Reservatórios, Rochas adjacentes, Ponto de ebulição, Pressão

Material e procedimento

Modelo de géiser, (suporte de funil e universal, funil, 2 tubos de vidro, tubo de plástico, balão erlenmeyer (500ml) e rolha furada, arame, água, placa de aquecimento).

1. Acomodar numa mesa o modelo de géiser (e com a água)
2. Ligar a placa de aquecimento e manter 2m de distância
3. Aguardar os resultados e registar
4. Elaborar um relatório V de Gowin

Como funciona um géiser?

Conclusões

Esta montagem permite ver como funciona um géiser. As rochas permeáveis aquecidas pelo magma aumentam a temperatura da água nelas contidas. Este aumento também faz aumentar a sua pressão. Depois de entrar em ebulição num espaço confinado (reservatório), a água e o vapor ascendem através de fendas e são expulsos para a superfície exterior sob a forma de um jato. Posteriormente, a diminuição da temperatura e da pressão leva ao abaixamento do nível da água, a qual voltará a subir periodicamente, quando atingir os valores de temperatura e pressão adequados (intermitência do géiser).

Na simulação	Num géiser
Topo do funil	superfície
Tubos de vidro e plástico	fendas e canais
Erlenmeyer selado com rolha	reservatórios confinantes
Placa de aquecimento	magma



Resultados



- 1- A água aquece e entrou em ebulição e observou-se vapor de água no balão.
- 2- Subida da água através dos tubos, e emissão de água acima do funil.
- 3- Descida da água para dentro do balão erlenmeyer.

Figura 1 – Modelo de géiser a funcionar

Figura 69 – Relatório “V de Gowin” pré-preenchido sobre a atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano

	ES D. Duarte		Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Biologia e Geologia – 10.º A Ano letivo 2020/2021
---	--------------	---	--

Relatório V de Gowin pré-preenchido da atividade prática sobre o tema Géiser
"O salto da água"

Descritores de desempenho do conteúdo e do rigor científico

Questão problema

Parâmetros	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Coloca uma questão problema de acordo com os conteúdos	34
	1	Coloca uma questão problema de acordo com os conteúdos, mas incompleta	17
	0	Não coloca uma questão problema	0
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	2
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	1

Conclusões

Tópicos:

- 1 – Refere como a emissão da água se deve ao aumento da pressão desta. As rochas permeáveis aquecidas pelo magma aumentam a temperatura da água nelas contidas. Este aumento também faz aumentar a sua pressão. Depois de entrar em ebulição num espaço confinado (reservatório), a água e o vapor através de fendas e são expulsos para a superfície exterior sob a forma de um jato.
- 2 – Refere que posteriormente, a diminuição da temperatura e da pressão leva ao rebaixamento do nível da água.
- 3 – Descreve como as diferenças de pressão explicam a intermitência do géiser (a água volta a subir quando atingir os valores de temperatura e pressão adequados).
- 4 – Conclui que o modelo permite ver como funciona um géiser.

Componentes da tabela:

Associa os elementos da simulação com os do géiser real:

- 1 – Topo do funil com a superfície;
- 2 – Tubos de vidro e plástico com as fendas e canais;
- 3 – Balão erlenmeyer selado com reservatórios;
- 4 – Placa de aquecimento com o magma.


1

Figura 70 – Descritores de desempenho do relatório “V de Gowin” pré-preenchido sobre a atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano.


[Escreva aqui]

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	4	Apresenta 4 tópicos	84
	3	Apresenta 3 tópicos	63
	2	Apresenta 2 tópicos	42
	1	Apresenta 1 tópicos	21
Tabela	4	Preenchimento completo da tabela	76
	3	Preenchimento incompleto da tabela com 3 componentes	57
	2	Preenchimento incompleto da tabela com 2 componentes	38
	1	Preenchimento incompleto da tabela com 1 componentes	19
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	2
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	1

Figura 70 (continuação) – Descritores de desempenho do relatório “V de Gowin” pré-preenchido sobre a atividade prática “O salto da água! Simulação de um geiser” para o 10.º ano.



ES D. Duarte



3º Ciclo do Ensino Básico
Ciências Naturais – 9º |
Ano letivo 2020/2021

Atividade prática de lápis e papel

Importância de fazer análises sanguíneas

Introdução

Esta atividade prática tem como objetivos analisar os resultados de análises ao sangue face a possíveis desvios dos valores de referência e reconhecer a sua importância.

As análises sanguíneas são análises laboratoriais e um meio complementar de diagnóstico que permite avaliar o estado de saúde de um paciente. Tem como objetivo identificar e quantificar os elementos figurados do sangue (glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas) e as substâncias dissolvidas no plasma que pode dar uma indicação do estado de funcionamento dos vários órgãos.

As análises sanguíneas podem ser hemogramas (avaliação dos eritrócitos, hemoglobina, leucócitos e plaquetas) ou exames bioquímicos (ex: análise ao colesterol e glicémia).

Material

Análises ao sangue – Anexo 1

Procedimento

- 1 – Observar e ler, atentamente, os resultados das análises sanguíneas do anexo 1 para o paciente A e para o paciente B, relativamente aos parâmetros: eritrócitos, hemoglobina, leucócitos, plaquetas.
- 2 - Identificar o desvio face aos valores de referência para esses parâmetros, comparando os resultados com os valores de referência.
- 3 - Completar a tabela seguinte de acordo com os resultados das análises sanguíneas.

Parâmetros	Houve desvio dos valores de referência? "sim" ou "não"	Se "sim" – Qual o desvio? Indicar se estão "abaixo" ou "acima" dos valores de referência.
Paciente A		
Eritrócitos	Não	-----
Hemoglobina	Não	-----
Leucócitos	Não	-----
Plaquetas	Não	-----

1

Figura 71 – Atividade prática “A importância de fazer análises sanguíneas” para o 9.º ano.

Paciente B		
Eritrócitos	Sim	Abaixo
Hemoglobina	Sim	Abaixo
Leucócitos	Não	—
Plaquetas	Não	—

4 – Supondo que ainda foram realizadas preparações definitivas do sangue dos pacientes para observação da morfologia das células sanguíneas ao microscópio ótico. Após a análise da imagem, que caracteriza o sangue do paciente A, localizar e identificar os constituintes do sangue, fazendo uma legenda dos mesmos.

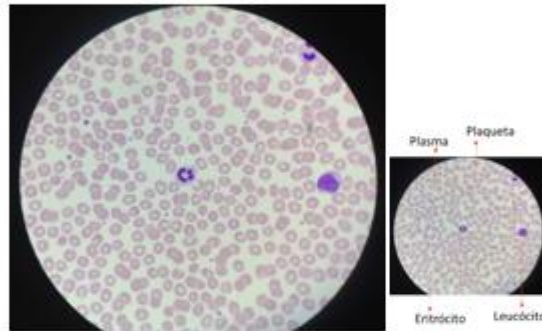


Figura 1 – Sangue do paciente A. Observação ao microscópio ótico. Ampliação 230x. Retirado de <https://br.pinterest.com/pin/441423200960772410/>

5 – Verificar se ocorreu desvio dos valores de referência nos parâmetros de cada paciente, e indicar dois exemplos de possíveis causas para esses desvios, referindo a importância de fazer regularmente análises sanguíneas.

No paciente A não se verificou desvios dos valores de referência e, portanto, este encontra-se saudável. No paciente B houve desvios dos valores de referência relativamente aos eritrócitos e hemoglobina, com valores abaixo dos valores de referência, os quais estão associados à anemia. As causas podem ser problemas hereditários na produção de eritrócitos ou hemorragias. A realização destas análises permitiu detetar a anemia no paciente B, confirmando a sua importância na deteção de problemas de saúde.

Figura 71 (continuação) – Atividade prática “A importância de fazer análises sanguíneas” para o 9.º ano.

Anexo 1

Paciente A

Parâmetros	Resultados	Valores de referência
HEMATOLOGIA		
Hemograma (7P)		
<small>Hemograma com fórmula leucocitária (eritrograma), contagem de leucócitos, contagem de plaquetas, fórmula leucocitária e morfologia</small>		
Eritrograma		
Eritrócitos	4,74 x10 ¹² /L	3,85 - 5,20 4/1
Hemoglobina	14,70 g/dL	11,50 - 16,00 14/6
Hematócrito	0,44 L/L	0,33 - 0,46 4/6
Vol. Glob.Médio	81,90 fL	80,00 - 97,00 4/6/4
Hq. Glob.Média	30,90 pg	26,00 - 34,00 4/2/4
C.Hq. Glob.Média	38,45 g/dL	32,00 - 36,00 4/1/4
R.D.W.	12,83 %	11,50 - 13,00 4/6/4
Leucograma		
Leucócitos	7,33 x10 ⁹ /L	4,00 - 10,00 1/4
Neutrófilos segmentados	4,46 60,60 % x10 ⁹ /L	1,50 - 8,00 4/4/40/40%
Eosinófilos	0,10 1,40 % x10 ⁹ /L	0,00 - 0,70 4/7/10/4%
Basófilos	0,23 0,40 % x10 ⁹ /L	0,00 - 0,30 4/6/10/4%
Linfócitos	2,13 29,10 % x10 ⁹ /L	0,80 - 4,00 3/4/40/40%
Monócitos	0,41 5,50 % x10 ⁹ /L	0,00 - 1,20 4/6/40/4%
Plaquetas		
H.P.V.	10,1 PL	6,5 - 12,4 1/1
P.D.W.	38,9 %	25,0 - 45,0 4/2

Fonte: Laboratório Beatriz Godinho

Paciente B

Parâmetros	Resultados	Valores de referência
HEMATOLOGIA		
Hemograma		
Eritrograma		
Eritrócitos	3,5 x10 ¹² /L	3,8 - 5,8
Hemoglobina	10,9 g/dL	11,5 - 16,5
Hematócrito	32,4 %	37,0 - 47,0
V.G.M.	92,0 fL	83,0 - 97,0
H.G.M.	31,0 pg	27,0 - 32,0
C.M.H.G.	33,7 g/dL	32,0 - 36,0
R.D.W.	12,6 %	< 14,9
Leucograma		
Contagem de leucócitos	7,9 x10 ⁹ /L	4,0 - 11,0
Neutrófilos	56,2 % 4,6 x10 ⁹ /L	2,1 - 7,6
Eosinófilos	3,8 % 0,3 x10 ⁹ /L	< 0,2
Basófilos	0,1 % 0,0 x10 ⁹ /L	< 0,2
Linfócitos	33,4 % 2,6 x10 ⁹ /L	1,0 - 4,2
Monócitos	4,5 % 0,4 x10 ⁹ /L	0,1 - 1,2
Plaquetas		
Plaquetas	277 x 10 ⁹ /dL	150 - 380

Fonte: Laboratório Affidea

Figura 71 (continuação) – Atividade prática “A importância de fazer análises sanguíneas” para o 9.º ano.

R.D.W. = red cell distribution width – índice de anisocitose; M.P.V. = volume plaquetário médio; P.D.W. = platelet distribution width – índice de anisocitose plaquetária; V.G.M = volume globular médio; H.G.M. = Hemoglobina globular média; C.M.H.G = Concentração Média da Hemoglobina Globular.

Referências

BioCampello. <https://www.biocampello.com/Interpretacao-das-suas-Analises-Clinicas> acessado a 20/01/2021.

Moreira, J. R., Sant' Ovaia, H., & Pinto, V. N. (2015). *Compreender o Corpo Humano 9: Parte 1*. Areal editores.

Salsa, J., & Cunha, R. (2016). *CienTIC 9*. Porto editora.

Figura 71 (continuação) – Atividade prática “A importância de fazer análises sanguíneas” para o 9.º ano.

ATIVIDADE 3

Como gerir um banco de sangue?

Leia, atentamente, a informação que se segue e responda às questões que lhe são colocadas. Um banco de sangue de um hospital possui as reservas de sangue apresentadas na tabela ao lado.

Tipo de sangue	Quantidade
AB+	10 litros
A-	6 litros
B-	16 litros
O-	4 litros

1. Após a ocorrência de um acidente rodoviário chegaram quatro indivíduos ao hospital que necessitam, urgentemente, de transfusões sanguíneas. Estes indivíduos são dos seguintes grupos sanguíneos: O-; A+; B-; AB+.

1.1. Calcule a quantidade de sangue disponível para ser utilizada na transfusão de sangue de indivíduos:

a) O- b) A+ c) B- d) AB+

1.2. Justifique os valores obtidos.

2. Comente a seguinte afirmação: “Dar sangue é dar vida”.

Fig. 103 Atividades 3

1.1

a) 4 litros b) 10 litros c) 20 litros d) 26 litros

1.2

• Não, porque a) é 4 litros porque só pode receber do tipo O-; na altura b) é 10 litros porque pode receber do tipo O- e A-; na altura c) é 20 litros porque pode receber do tipo B- e O-; na altura d) é 26 litros porque pode receber todos os tipos de sangue disponíveis.

2. É o facto que cada organismo tem os seus próprios glóbulos vermelhos que têm de fazer transfusões de sangue regularmente, o sangue que eles criam não é suficiente para sobreviver.

Figura 72 – Atividade do manual “Como gerir um banco de sangue?” para o 9.º ano (Compreender o corpo humano, p.103). Do lado direito reproduzem-se as respostas de um estudante.

5.7.5. Powerpoint e vídeo

Para auxiliar e complementar a lecionação dos conteúdos e potenciar a aprendizagem dos estudantes através de recursos audiovisuais, aproveitando potencialidades intrínsecas às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), foram construídos e projetados *slide-shows* PowerPoint e exibidos vídeos didáticos. A elaboração dos slides ou diapositivos PowerPoint foi preparada de acordo com a planificação das aulas e teve como base as aprendizagens essenciais e as metas curriculares relativamente aos temas a serem lecionados. Os slides de PowerPoint foram implementados em todas as aulas assistidas que lecionei, com exceção da primeira ao 9.º ano (aula n.º 58), por motivo de avaria do projetor. Nas aulas do 10.º ano foram utilizados PowerPoint alusivos aos tópicos de Vulcanismo anteriormente referidos (Fig. 73) e,

nas de 9.º ano, recorreu-se a projeções referentes ao sangue e sistema cardiovascular (Fig. 74). Na preparação deste recurso houve a preocupação de construir diapositivos imagens apelativas e interessantes, devidamente referenciadas, reduzindo o texto a tópicos essenciais e organizando os conteúdos de modo a propor desafios (ex: análise SWOT) e a facilitar o questionamento.

Como complemento aos *slide-shows* de PowerPoint, também se recorreu à projeção de vídeos didáticos durante algumas aulas de 10.º e 9.º anos, utilizando-os para ilustrar situações reais ou se demonstrar simulações. No 10.º ano exibiu-se um vídeo que mostra a expulsão de água sob a forma de um jato de pressão, num geiser (Grand Geysir) do Yellowstone Park (Tab. 3, *Link 1*), no âmbito da atividade prática de simulação de um geiser, referida anteriormente. Projetaram-se, ainda vídeos sobre: (1) a progressão de uma escoada de lava numa localidade evacuada, com conseqüente destruição de infraestruturas, ocorrida durante a erupção de um vulcão no Hawaii, em 2018 (Tab. 3, *Link 2*), (2) a utilização de drones na monitorização de um vulcão (Tab. 3, *Link 3*) e; (3) o impacto das cinzas vulcânicas e o se faz para o prevenir e mitigar (Tab. 3, *Link 4*). A turma de 9.º ano também teve a oportunidade de assistir à projeção de dois vídeos, dos quais o primeiro intitulado de “O trajeto do fluxo sanguíneo pelo coração” (Tab. 3, *Link 5*) e outro contendo uma animação 3D do coração que mostrava a contração do músculo cardíaco, a abertura e fecho das válvulas cardíacas e os sons cardíacos (Tab. 3, *Link 6*).

MANIFESTAÇÕES DE VULCANISMO SECUNDÁRIO

- Fumarolas
- Nascentes termais
- Géiseres

a)

VULCÕES E TECTÓNICA DE PLACAS

Na convergência de placas tectónicas

Vulcões do Anel de Fogo do Pacífico

b)

Evidências de vulcanismo em Portugal

Ilhas dos Açores
Origem vulcânica há 10 Ma

➤ Zona de junção das placas Americana, Euro-asiática e Africana

c)

Riscos e perigos da atividade vulcânica

Que perigos se encontram aqui?

d)

Previsão e prevenção

Monitorização

- ❖ Sismógrafos
- ❖ Clinómetros
- ❖ Gravímetro
- ❖ Sensores de temperatura
- ❖ Satélites

e)

Aspetos positivos da atividade vulcânica

Aumento da fertilidade dos solos e campos agrícolas

Exploração de recursos minerais e litológicos

f)

Figura 73 – Exemplo de diapositivos sobre Vulcanologia, usados nas aulas do 10.º ano: a) manifestações de vulcanismo secundário (aula n.º 45), b) vulcanismo na convergência de placas tectónicas (aula n.º 47), c) evidências de vulcanismo em Portugal – Açores (aula n.º 49), d) identificação de perigos associados à atividade vulcânica (aula n.º 50), e) medidas de prevenção de erupções vulcânicas – monitorização (aula n.º 51), f) exemplos de aspetos positivos da atividade vulcânica (aula n.º 52).

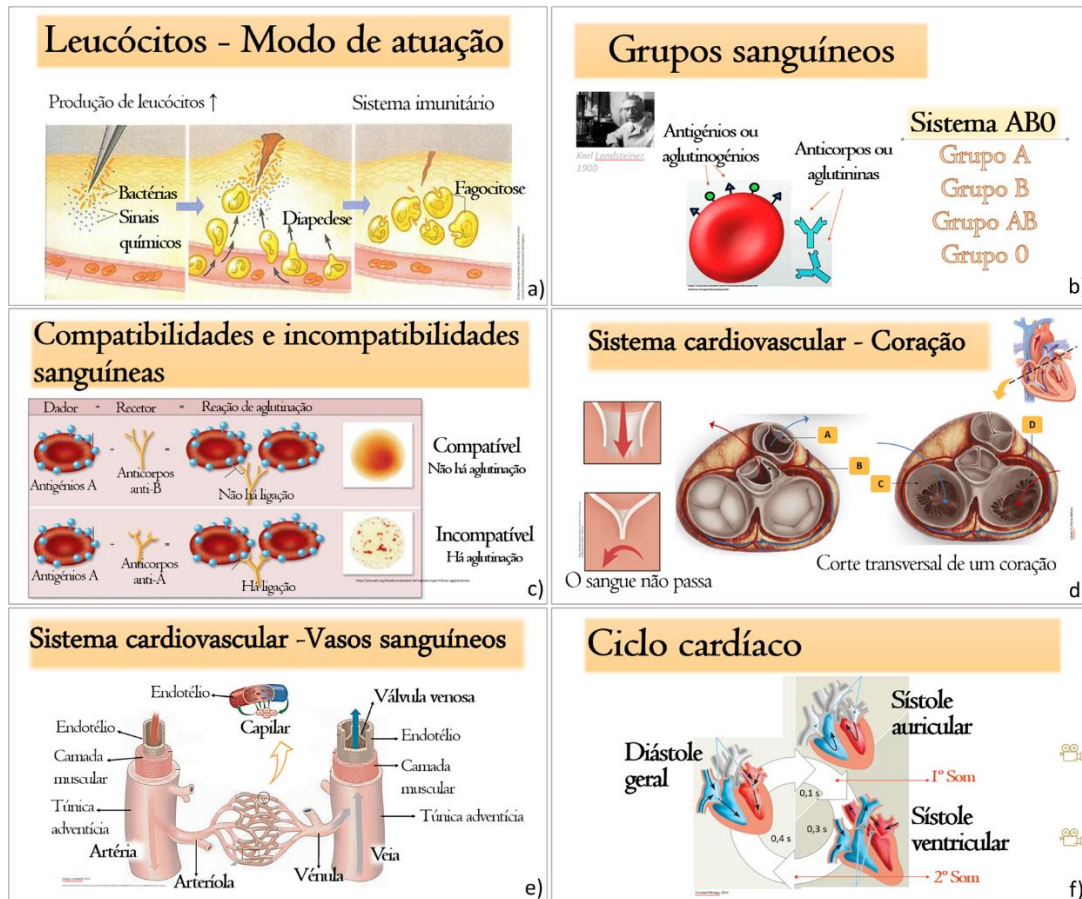


Figura 74 – Exemplo de diapositivos sobre o sangue e o sistema cardiovascular, usados nas aulas do 9.º ano: a) um modo de atuação de leucócitos (diapedese, fagocitose), (aula n.º 59); b) grupos sanguíneos do sistema ABO (aula n.º 60); c) válvulas cardíacas em corte transversal e sua função (aula n.º 62); d) vasos sanguíneos (aula n.º 62); e) fases do ciclo cardíaco (aula n.º 62).

Tabela 3 – Lista com exemplos de *links* de vídeos usados nas aulas do 10.º ano e do 9.º ano.

Biologia e Geologia – 10.º ano	
Link 1	https://www.nps.gov/yell/learn/photosmultimedia/minute_grandgeyser.htm
Link 2	https://www.natgeo.pt/video/tv/lava-de-vulcao-no-havai-avanca-em-direcao-povoacao
Link 3	https://www.youtube.com/watch?v=TnjinLACsJno
Link 4	https://www.casadasciencias.org/recurso/7082
Ciências Naturais – 9.º ano	
Link 5	https://www.youtube.com/watch?v=svAZ6m1DEVA
Link 6	https://www.youtube.com/watch?v=nIVGg0GNqg0



5.7.6. Avaliação

A avaliação constitui uma estratégia fundamental para o ensino-aprendizagem, pois permite ao professor acompanhar o ponto de situação em que se encontra esse processo relativamente a cada estudante, à medida que determinados conteúdos vão sendo abordados. Assim, através da avaliação diagnóstica, formativa ou sumativa, o professor pode ter a perceção do grau de aprendizagem do estudante e refletir sobre o que é preciso fazer para a melhorar, e até aproveitar, em caso de classificação (sumativa). Nesse sentido, houve a intenção de construir e implementar alguns materiais de avaliação, como, por exemplo, o relatório “V de Gowin”.

A avaliação diagnóstica permite averiguar as aprendizagens anteriores no início do ensino de determinado tema, como, por exemplo, a aplicação de um pré-teste ou teste de diagnóstico (Gasparin et al., 2021). A avaliação formativa é contínua e implica fornecer *feedback* de modo a auxiliar e orientar os estudantes no seu processo de aprendizagem. A avaliação sumativa pretende fazer um balanço das aprendizagens adquiridas, concedendo também *feedback* e podendo ser usada para fins classificativos (Fernandes, 2019).

Em cada turma, no início das aulas lecionadas pelo professor estagiário, foi implementado um pré-teste e, no final dessas aulas assistidas, foi também aplicado um pós-teste. O pré-teste dado ao 10.º ano estava estruturado em dez questões e algumas alíneas, e incidia sobre o Vulcanismo, abordando conceitos de vulcanismo secundário, vulcanismo e tectónica, evidências de vulcanismo em Portugal e benefícios e minimização de riscos vulcânicos (Fig. 75). Por sua vez, o pré-teste aplicado ao 9.º ano consistia em sete questões e alíneas sobre os temas do sangue e sistema cardiovascular (Fig. 76). O pós-teste era constituído pelas mesmas questões do pré-teste, de forma que, posteriormente, se analisasse a evolução dos conhecimentos e aprendizagens dos estudantes, desde o início até ao final da leção desses temas e, assim, apreciar também a eficácia do meu ensino.

Na avaliação sumativa, foi solicitado aos estudantes do 10.º ano a realização de um relatório “V de Gowin” pré-preenchido, para o qual foram também elaborados descritores de desempenho. Adicionalmente, foram construídas grelhas de observação da participação dos estudantes no decorrer das aulas para ambas as turmas (Fig. 77). Apesar de não terem sido aplicados aos estudantes, numa perspetiva de avaliação sumativa, foi feita uma sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, sobre Vulcanologia (a partir do vulcanismo secundário) (Fig. 78), bem como outra sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, na qual se avaliavam as aprendizagens relativas aos temas do sangue e sistema cardiovascular (Fig. 79). Foram, também, elaborados descritores de desempenho para a correção destes testes sumativos sugeridos (Apêndices III e IV).

	ES D. Duarte		Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Biologia e Geologia – 10.º A Ano letivo 2020/2021
---	--------------	---	--

Duração: 20 minutos

Pré-teste (avaliação diagnóstica)

Vulcanologia

Esta avaliação diagnóstica tem por objetivo aferir o seu grau de conhecimento presente sobre Vulcanologia, de modo a adequar os métodos de ensino-aprendizagem na lecionação deste tema. Como tal, este teste não será contabilizado para a sua nota e, em caso de não saber responder a alguma das questões colocadas, escreva “não sei” ou selecione a opção “não sei”.

- Complete a seguinte frase, selecionando a alínea correta. No vulcanismo secundário ou residual podem ocorrer as seguintes manifestações de atividade:
 - Erupções vulcânicas de tipo efusivo
 - Erupções vulcânicas de tipo explosivo
 - Escoadas de lavas em almofada (*pillow-lava*)
 - Fumarolas, nascentes termais e geiseres
 - Formação de vulcões
 - Não sei Resposta d
- Descreva sucintamente em que consiste a manifestação vulcânica designada por fumarola.

A fumarola é uma manifestação de vulcanismo secundário ou residual caracterizada pela libertação localizada de vapor de água e de outros gases, como o dióxido de carbono e o dióxido de enxofre, a temperaturas bastante elevadas.

1

Figura 75 – Pré-teste para o 10.º ano, sobre o Vulcanismo e com proposta de correção.

2.1. Em que parte do território português ocorre esta manifestação vulcânica?

Nos Açores

2.2. Observe a imagem seguinte, em que se ilustra um pormenor de uma manifestação vulcânica.



2.2.1. Refira qual o tipo de fumarola ilustrado pela imagem.

É uma sulfatara.

2.2.2. Porque razão esta apresenta uma coloração amarela?

Por causa do dióxido de enxofre libertado que arrefece e precipita ao redor da abertura.

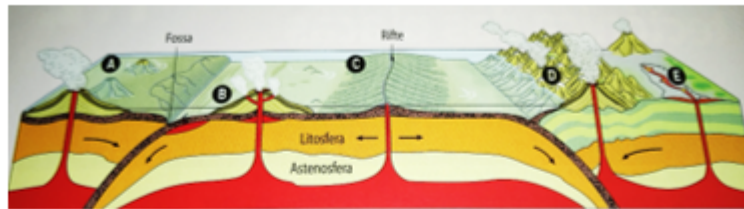
3. Na proximidade de vulcões, qual a origem mais frequente da água quente que brota nas nascentes termais?

Normalmente, nas regiões vulcânicas a água quente das nascentes termais advém de reservatórios de água subterrânea, nos quais a água aquece devido à sua proximidade com a câmara magmática. (Nota: noutros casos menos frequentes, a água quente tem origem no arrefecimento e condensação do vapor de água libertado pelo magma)

|

Figura 75 (continuação) – Pré-teste para o 10.º ano, sobre o Vulcanismo e com proposta de correção.

4. Observa a seguinte imagem referente ao vulcanismo associado à tectónica de placas.



Fonte: Dias, Guimarães & Rocha, Areal Editores, 2004.

4.1. Estabelece a correspondência entre cada letra maiúscula (círculos pretos) e os cinco contextos geotectónicos com vulcanismo associado, apresentados na lista seguinte.

1. ___ Vulcanismo de subdução (colisão entre placa oceânica e placa continental)
2. ___ Vulcanismo de subdução (colisão entre duas placas oceânicas)
3. ___ Vulcanismo intraplaca oceânica
4. ___ Vulcanismo intraplaca continental
5. ___ Vulcanismo de rifte oceânico

Respostas: D, A, B, E, C

4.2. Relativamente ao vulcanismo intraplaca, defina ponto quente (*hotspot*).

Zona de intensa atividade vulcânica localizada num setor interno de uma placa litosférica, afastado dos limites entre placas e que muitos cientistas admitem resultar da expressão à superfície de plumas mantélicas/térmicas.

5. Nas questões seguintes, escolha a opção correta.

5.1. Atualmente, qual a região com mais atividade vulcânica em Portugal?

- ___ a) Arquipélago da Madeira
- ___ b) Arquipélago da Açores
- ___ c) Região de Lisboa e baixa Estremadura
- ___ d) Região do Minho

Figura 75 (continuação) – Pré-teste para o 10.º ano, sobre o Vulcanismo e com proposta de correção.

e) Não sei *Resposta b*

5.2. Nos Açores ocorrem frequentes manifestações de atividade vulcânica. No globo terrestre e suas placas litosféricas, onde se localiza este arquipélago?

a) Entre as placas tectónicas Euroasiática, Norte-Americana e Africana
 b) No anel de fogo circumpacífico
 c) Na cintura mediterrânica-asiática
 d) Entre as placas Euroasiática, Sul-Americana e Africana
 e) Não sei *Resposta a*

5.3. A maioria dos vulcões da Terra - cerca de 80% - encontram-se associados a ...

a) Vulcanismo intraplaca continental
 b) Vulcanismo intraplaca oceânica
 c) Vulcanismo de subdução
 d) Vulcanismo Vale de Rift
 e) Não sei *Resposta c*

6. Das manifestações seguintes, qual delas não se refere aos perigos associados às erupções vulcânicas. Escolha a opção correta.

a) Escodas de lava
 b) Piroclastos
 c) Nascente termal
 d) Nuvem ardente
 e) Não sei *Resposta c*

7. A vigilância/monitorização dos vulcões tem como finalidade prever erupções vulcânicas. Um dos aparelhos utilizados é o clinómetro. Diga qual a sua função, selecionando a opção correta.

a) Deteta sismos nas imediações do cone vulcânico
 b) Analisa a composição química dos gases libertados
 c) Mede a temperatura do solo
 d) Regista variações na inclinação do cone vulcânico

4

Figura 75 (continuação) – Pré-teste para o 10.º ano, sobre o Vulcanismo e com proposta de correção.

e) Não sei *Resposta d*

8. Qual das seguintes ações corresponde à monitorização dos vulcões. Seleccione a opção correta.

a) Exploração mineira
 b) Colocação de sismógrafos junto ao cone vulcânico
 c) Colocação de painéis com cozido em cavidades abertas no solo, junto ao vulcão
 d) Evacuação da população
 e) Não sei *Resposta b*

9. Classifique as seguintes afirmações com verdadeiro (V) ou falso (F)

A investigação científica e tecnologia de vigilância têm contribuído para o aumento do número de vítimas em erupções vulcânicas.
 O tráfego aéreo nunca é afetado pelas cinzas vulcânicas.
 O aumento da frequência de microsismos numa região com histórico vulcânico recente, poderá indicar que uma erupção vulcânica estará perto de acontecer.
 A monitorização compreende a análise química de gases libertados junto ao cone vulcânico.
 A evacuação das populações antes de uma erupção vulcânica contribui para salvar muitas vidas humanas.

Respostas: F, F, V, V, V

10. Classifique as afirmações seguintes como vantagens (V) ou desvantagens (D) de habitar perto de um vulcão ativo ou com histórico recente de erupções.

a) <input type="checkbox"/> Destruição de infraestruturas	g) <input type="checkbox"/> Energia geotérmica
b) <input type="checkbox"/> Perda de vidas	h) <input type="checkbox"/> Destruição de florestas
c) <input type="checkbox"/> Turismo	i) <input type="checkbox"/> Termas
d) <input type="checkbox"/> Solos férteis	j) <input type="checkbox"/> Investigação científica
e) <input type="checkbox"/> Recursos minerais	k) <input type="checkbox"/> Riscos para a saúde
f) <input type="checkbox"/> Destruição de culturas agrícolas	l) <input type="checkbox"/> Cheias repentinas

Respostas: D, D, V, V, V, D, V, D, V, V, D, D

5

Figura 75 (continuação) – Pré-teste para o 10.º ano, sobre o Vulcanismo e com proposta de correção.

O sangue no equilíbrio do organismo humano - **Pré-teste**

(15 minutos)

1. Observe a figura 1 que representa uma amostra de sangue para análise depois de centrifugada, onde se pode ver a separação dos constituintes do sangue.

1.1. Indique a opção que identifica os constituintes do sangue. *Resposta*

a)

- a) A - Plasma, B - Plaquetas e leucócitos, C - Eritrócitos
- b) A - Eritrócitos, B - Plaquetas e leucócitos, C - Plasma
- c) A - Eritrócitos, B - Plasma, C - Plaquetas e leucócitos
- d) A - Eritrócitos e plaquetas, B - Leucócitos, C - Plasma
- e) Não sei

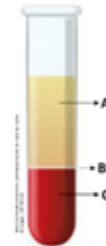


Figura 1 – Amostra de sangue após centrifugação

1.2. Na figura 2 está representada uma preparação definitiva de sangue humano vista ao microscópio ótico. Faça a legenda.

- 1. _____ Plasma
- 2. Plaquetas
- 3. _____ Eritrócitos
- 4. _____ Leucócitos

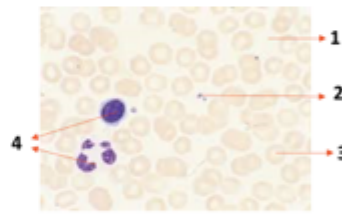


Figura 2 – Imagem de sangue ao microscópio ótico

2. Faça a correspondência entre os constituintes do sangue da coluna I e as respetivas funções dos constituintes descritas na coluna II? *Resposta: A – 4; B – 1; C – 2; D – 3*

Coluna I	Coluna II
A. Plasma	1. Transporte do oxigénio e algum dióxido de carbono.
B. Eritrócitos	2. Defesa do organismo.
C. Leucócitos	3. Coagulação do sangue.
D. Plaquetas	4. Transporte dos elementos figurados.

Figura 76 – Pré-teste para o 9.º ano, sobre o sangue e sistema cardiovascular e com proposta de correção.

3. Preencha os espaços das seguintes alíneas, recorrendo à chave de conceitos.

- a) Na presença de microrganismos invasores, os leucócitos podem recorrer à _____ ou produzir _____.
- b) Na análise dos valores de referência numa análise ao sangue quando há uma:
- quantidade baixa de eritrócitos, pode indicar que o indivíduo tem _____.
 - quantidade elevada de leucócitos, pode indicar a presença de uma _____.
 - diminuição na quantidade de plaquetas, pode ocorrer dificuldades na _____ do sangue.

Chave
Coagulação
Anticorpos
Anemia
Infeção
Fagocitose

Resposta: a) fagocitose, anticorpos; b) anemia, infeção, coagulação.

4. A Filipa tem grupo sanguíneo A- e o seu irmão Rui é do grupo AB+. Seleccione a(s) afirmação correta(s). *Resposta: b) e c)*

- a) A Filipa pode receber sangue do seu irmão Rui.
- b) A Filipa pode dar sangue ao seu irmão Rui.
- c) O Rui pode receber sangue de toda a gente.
- d) A Filipa pode dar sangue a toda a gente.
- e) Não sei

5. Na figura 3 está esquematizado o coração do organismo humano. Faça a correspondência entre os números da figura e as designações encontradas ao lado desta figura.

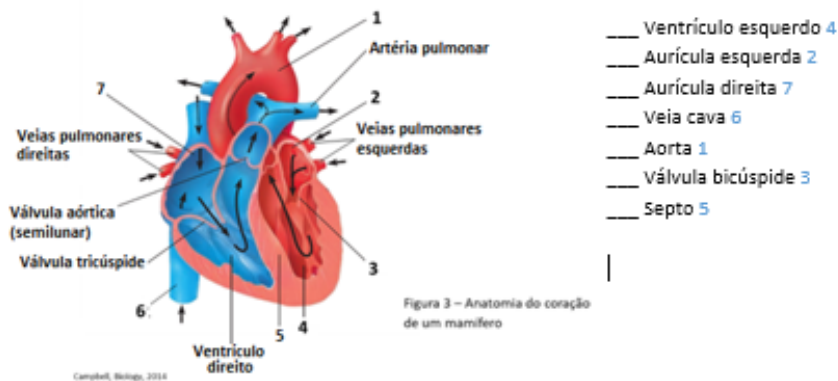


Figura 76 (continuação) – Pré-teste para o 9.º ano, sobre o sangue e sistema cardiovascular e com proposta de correção.

6. Classifique as seguintes afirmações em verdadeiro (V) ou falso (F) relativamente ao sistema cardiovascular. *Resposta: V, V, F, F, V*

___ O sistema cardiovascular é constituído pelo coração e pelos vasos sanguíneos.

___ No estudo do coração humano, o coração de um porco é um bom modelo a ser utilizado.

___ A espessura do miocárdio do ventrículo direito é maior do que a do ventrículo esquerdo.

___ Os vasos sanguíneos, de acordo com o seu diâmetro e constituição, classificam-se em artérias, arteríolas, capilares, vénulas, veias e aurículas.



___ As veias possuem válvulas venosas.

7. Ordene as fases do ciclo cardíaco: **Sístole ventricular**, **Diástole geral**, e **Sístole auricular**. Inicie com a fase na qual o sangue entra nas aurículas.

1º _____, 2º _____, 3º _____

1_Diástole geral, 2_sístole auricular, 3_sístole ventricular

Figura 76 (continuação) – Pré-teste para o 9.º ano, sobre o sangue e sistema cardiovascular e com proposta de correção.

	ES D. Duarte 	Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Biologia e Geologia – 10.º A Ano letivo 2020/2021
---	--	--

|

Teste de avaliação sumativa – vulcanismo
Duração de 100 minutos

Versão 1

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.
Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.
Indique de forma legível a versão da prova.
Para cada resposta, identifique o grupo e o item.
Apresente apenas uma resposta para cada item.
As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, seleccione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o grupo, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Figura 78 – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

Grupo I - Vulcanismo secundário

Texto 1 – Vulcanismo nos Açores

Os Açores, uma região de vulcanismo ativo, encontram-se numa junção tripla entre placas litosféricas. Daí a razão pela qual este arquipélago tem vindo a ser palco de manifestações de vulcanismo secundário. Nalgumas ilhas, é possível assistir a manifestações secundárias constituídas por emanações de vapor de água e de outros gases (ex: dióxido de carbono e dióxido de enxofre) que se libertam através de aberturas na superfície da crosta terrestre, nas proximidades dos vulcões. Um exemplo de manifestações secundárias nos Açores, são as Furnas de enxofre na ilha Terceira. No conjunto das manifestações secundárias, os visitantes dos Açores, durante a época fria de Inverno, ainda podem desfrutar de banhos aquecidos pelo calor geotermal. As águas sulfurosas e ricas em ferro e outros minerais das termas açorianas têm propriedades terapêuticas para a pele e contra o reumatismo, além do efeito relaxante que proporcionam. Nas nascentes utilizadas para banhos as exurgências ocorrem a cerca de 30 °C; no entanto existem outras onde as temperaturas variam entre 60 e 100 °C.

Texto adaptado de <http://centrocienciaah.com/pagina/fumarolas> Centro de Ciência de Angra do Heroísmo, e de <https://www.natgeo.pt/viagem-e-aventuras/2018/09/10-razoes-pelas-quais-deve-visitar-os-azores>

Texto 2 – Vulcanismo na Islândia

Os vulcões da Islândia podem estar relacionados com sistemas vulcânicos fissurais, com sistemas vulcânicos centrais, ou com uma mistura de ambos. Nas imediações destes vulcões ocorrem campos geotermais, os quais são locais específicos onde existem as condições necessárias à ocorrência de manifestações secundárias. Por exemplo, na Islândia, existe o campo geotermal de Námafjall Hverir nas proximidades do sistema vulcânico de Krafl, onde é possível encontrar manifestações caracterizadas por emissões de colunas de água e vapor de água sob pressão, na forma de jato, como por exemplo o Strokkur.

Texto adaptado do artigo "Paisagens da Islândia: Formas e Processos" de Fernando Lopes.

1- Leia os textos 1 e 2.

1.1. Identifique as três manifestações secundárias referidas nos textos 1 e 2.

Fumarolas, géiseres e nascentes termais.

1.2. Explique a formação das nascentes termais.

As nascentes termais correspondem à libertação de águas quentes e ricas em sais minerais para a superfície. Geralmente as águas das nascentes termais são provenientes de águas pluviais e subterrâneas que se infiltram e acumulam em rochas porosas (reservatórios subterrâneos) que pela sua proximidade à câmara magmática aquecem e ascendem à superfície, ou noutros casos derivam do magma.

1.3. As águas das nascentes termais que decorrem da condensação do vapor de água proveniente do magma são designadas por ...

- a) águas vulcânicas ou salgadas.

2

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

- b) águas magmáticas ou juvenis.
- c) águas vulcânicas ou minerais.
- d) águas magmáticas ou gasosas.

(Selecione a opção correta)

Resposta b)

- 1.4. Refira em que tipo de manifestação referida nas alíneas anteriores se enquadram as mofetas e as sulfataras.

Fumarolas

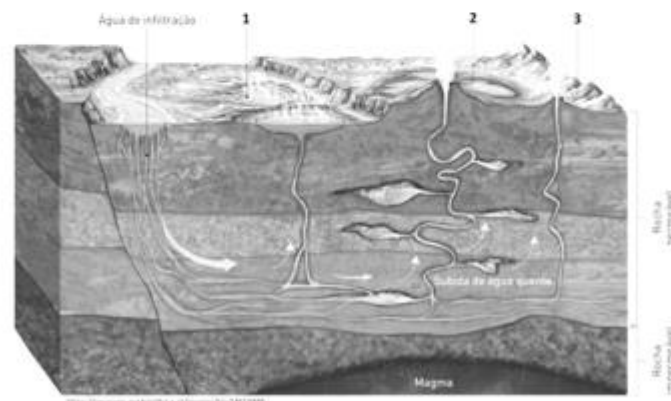
- 1.5. Refira em que região de Portugal ocorre este tipo de manifestações mencionado na alínea anterior

Arquipélago dos Açores

- 1.6. Distinga mofeta de sulfatara.

Fumarolas são emissões de vapor de água e outros gases a temperaturas muito elevadas. As mofetas são fumarolas que emitem gases ricos em dióxido de carbono. As sulfataras são fumarolas onde predominam de gases de enxofre.

- 2- Observe a figura 1 que representa de forma esquemática uma região com fenómenos de vulcanismo secundário.



- 2.1. Identifique a manifestação representada pelo número 2.

Géiser

3

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

2.2. Ordene as letras das seguintes frases de forma a obter uma sequência do processo de formação da manifestação representada pelo número 2.

Resposta: D, C, F, B, A, E

A) Com a saída da água para a superfície, e que, entretanto, arrefeceu, a pressão desta diminui e algum deste líquido desce.

B) A pressão na água aumenta com o aumento do vapor de água que se expande no espaço limitado dos reservatórios, e impele vigorosamente a água para a superfície na forma de um jato intermitente até o reservatório esvaziar.

C) Nos reservatórios, a água sobreaquecida encontra-se sob pressão e não consegue entrar em ebulição.

D) A água contida nas rochas em contato com o magma é sobreaquecida e ascende até aos reservatórios subterrâneos.

E) Passado algum tempo, o reservatório é outra vez preenchido com água que entrará em ebulição, iniciando um novo processo que leva a um seguinte jato intermitente.

F) Com o aumento progressivo da temperatura alguma água entra em ebulição, formando vapor de água que sobe, arrastando alguma água líquida, o que faz diminuir a pressão e, conseqüentemente, permite aumentar a produção de vapor de água.

2.3. Refere os aspetos comuns às manifestações representadas pelos números da figura 1, selecionando a opção que considere correta.

- a) Libertação de lava muito fluída e piroclastos de dimensões muito reduzidas.
- b) Emissão de gases e água que podem conter minerais a elevadas temperaturas em regiões de atividade vulcânica.
- c) O magma é a fonte de calor que aquece as rochas em contato que por sua vez aquece a água destas.
- d) Alínea b) e c) corretas.

Resposta d)

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

Grupo II

Texto 3 – Anel de Fogo do Pacífico

O Anel de Fogo do Pacífico, localiza-se ao longo do Oceano Pacífico e é caracterizado por vulcões ativos e sismos frequentes. Estende-se aproximadamente por 40 000 quilômetros. Este percorre os limites entre várias placas tectônicas, incluindo as placas do Pacífico, Juan de Fuca, Cocos, Indiano-australiana, Nazca, Norte-americana e Filipina. O Anel de Fogo não é exatamente um anel circular, pois tem o formato de uma ferradura que se estende do extremo sul da América do Sul, ao longo da costa oeste da América do Norte, através do estreito de Bering, descendo pelo Japão e Nova Zelândia, até à Antártica, com numerosos vulcões ativos e adormecidos. O Anel de Fogo compreende uma série de vulcões e locais de atividade sísmica, ao redor das margens do Oceano Pacífico. Ao longo do Anel de Fogo estão localizados mais 75% dos vulcões da Terra, em número de mais de 450. Cerca de 95% dos terremotos da Terra também ocorrem ao longo desta extensa faixa. Os numerosos vulcões e sismos localizados ao longo do Anel de Fogo são causados pelo movimento das placas tectônicas. Do Anel de Fogo ainda fazem parte o Parque Nacional Bromo Tengger Semeru na ilha de Java, Indonésia, com vários vulcões ativos, e os Andes. A seguir ao anel de fogo, os vulcões também se distribuem pela dorsal médio-oceânica e cintura mediterrânica, e também, com menor frequência, encontram-se no interior das placas.

Texto adaptado de https://www.nationalgeographic.org/article/plate-tectonics-ring-fire/?utm_source=BbbIoRCM_Bow e <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/ring-fire/>



Figura 2 – Distribuição geográfica dos vulcões. <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/os-movimentos-das-placas-tectonicas.htm>

1- Tenha em atenção o texto 3 e a Figura 2.

1.1. Com base no texto e na imagem, indique a área geográfica onde ocorre maior frequência de vulcões.

A área geográfica com maior frequência de vulcões é o Anel de Fogo do Pacífico

1.2. Refira a que limites das placas tectónicas esta se encontra com maior frequência de vulcões.

Encontra-se entre limites convergentes.

- 1.3. Seleccione a sequência correta que apresenta uma diminuição da frequência de vulcões.
- a) Limites transformantes, limites convergentes, interior das placas tectónicas, limites divergentes
 - b) Limites convergentes, limites divergentes, interior das placas tectónicas, limites transformantes
 - c) Interior das placas tectónicas, limites convergentes, limites transformantes, limites divergentes
 - d) Limites divergentes, limites convergentes, interior das placas tectónicas, limites transformantes

Resposta b)

1.4. As dorsais médio-oceânicas encontram-se associadas a ...

- a) limites convergentes com vulcanismo associado a hotspot
- b) limites divergentes com vulcanismo associado a rifte
- c) limites divergentes com vulcanismo associado a hotspot
- d) limites convergentes com vulcanismo associado a subdução

(seleccione a opção correta)

Resposta b)

2- Observe a seguinte figura 3 que representa o vulcanismo que pode ser encontrado por exemplo nos Andes entre a placa Sul-americana e a placa de Nazca.

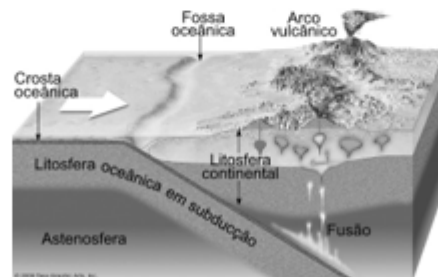


Figura 3 – Vulcanismo localizado entre uma placa continental e uma placa oceânica. <https://www.notasgeo.com.br/2018/07/o-anel-de-fogo-do-pacifico-mais-uma.html>

6

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

2.1 . Indique o tipo de limites entre placas tectónicas a que se refere figura 3.

Limites convergentes entre uma placa continental e oceânica.

2.2. Explique a origem do vulcanismo representado na figura 3.

Este vulcanismo resulta da fusão da placa litosférica, neste caso oceânica, em consequência da fricção destas placas quando mergulham a certas profundidades do interior da Terra e ficam sujeitas a elevadas temperaturas e pressões. A fusão desta placa resulta na formação de magma menos denso e viscoso (ácido e rico em sílica) que ascende até à camara magmática e, posteriormente, até à superfície. Forma-se um magma pouco profundo que contém mais material assimilado da crosta (sedimentos da litosfera continental). Ao ascender, arrasta consigo fragmentos das rochas encaixantes. Geralmente resulta em erupções do tipo explosivo.

2.3. O vulcanismo ilustrado na figura 3 está associado a zonas de ...

- a) rifte
- b) intraplaca
- c) pontos quentes
- d) subdução

(selecione a opção correta)

Resposta d)

2.4. Refira o tipo de erupções e as características das lavas associados ao vulcanismo que pode ser habitualmente encontrado nos Andes, representado pela figura 3.

- a) Erupções explosivas e lavas ácidas e viscosas.
- b) Erupções efusivas e lavas básicas e fluidas.
- c) Erupções efusivas e lavas básicas e viscosas.
- d) Erupções efusivas e lavas ácidas e fluidas.

(selecione a opção correta)

Resposta a)

3. No Havai, ocorre um tipo de vulcanismo menos frequente, correspondendo a cerca de 5% dos vulcões ativos. Tenha em atenção as seguintes imagens que ilustram este tipo de vulcanismo.

7

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

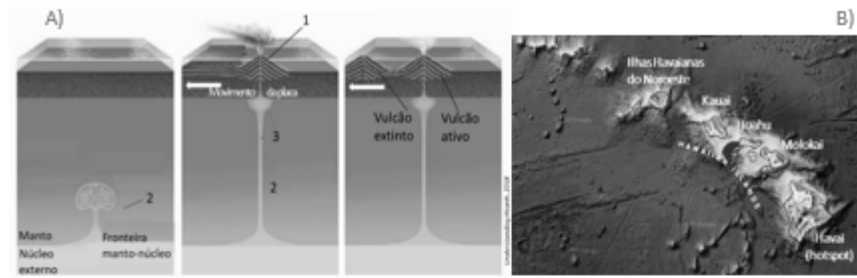


Figura 4- Vulcanismo associado a um ponto quente (hotspot) (A). Ilhas vulcânicas no arquipélago do Havaí (B). Fonte: Understanding Hearth, 2014; Texto Editores, 2017; <https://earth.google.com/web/@22.32806672,-162.06531886,-3230.90852359a,4598214.70325768d,35y,0t,0r>

3.1. Faça a legenda dos números 1, 2 e 3 do esquema à esquerda na imagem 4.

1. Vulcão, 2. Pluma térmica, 3. *Hotspot*.

3.2. O vulcanismo representado nas imagens anteriores está associado a zonas de ...

- a) subdução
- b) vale de rifte
- c) intraplaca
- d) interplaca

(selecione a opção correta)

Resposta c)

3.3. As ilhas mais afastadas do ponto quente ...

- a) são as mais recentes a serem formadas
- b) são as mais antigas a serem formadas
- c) encontram-se atualmente sob o ponto quente
- d) deslocam-se em direção ao ponto quente

(selecione a opção correta)

Resposta b)

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

3.4. No vulcanismo associado a zonas intraplaca ...

- a) a placa litosférica encontra-se fixa e o ponto quente desloca-se.
- b) os vulcões situam-se entre limites divergentes.
- c) o ponto quente encontra-se fixo e o a placa litosférica desloca-se.
- d) os vulcões situam-se entre limites convergentes.

(selecione a opção correta)
Resposta c)

3.5. As erupções provenientes do vulcanismo associado a zonas intraplaca podem ser ...

- a) explosivas com lava ácida
- b) efusivas com lava básica
- c) explosivas com lava básica
- d) efusivas com lava ácida

(selecione a opção correta)
Resposta b)

3.6. Na figura 4B (arquipélago do Havai) estão representadas as ilhas Kauai e Hoahu. Identifique qual destas ilhas, a ilha Kauai ou a ilha Hoahu, é a ilha mais antiga. Justifique a sua resposta.

A ilha Kauai representadas na figura 4B é mais antiga que a ilha Hoahu porque a Kauai encontra-se mais afastada do ponto quente em comparação com a Hoahu.

3.7. Explique a formação de um alinhamento de ilhas associado a um ponto quente.

O hotspot cria a um vulcão com erupções que estão na base da formação de uma ilha. A placa litosférica desloca-se sobre o hotspot que corresponde a uma pluma térmica proveniente do manto profundo. Ao afastar-se do hotspot, o primeiro vulcão deixa de obter magma do hotspot e fica extinto. Um novo vulcão é formado por cima do hotspot, e assim por adiante.

4. Com base na figura 5, identifique o tipo de limites ao qual o arquipélago dos Açores está associado.

Limites divergentes

9

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.



Figura 5 – Localização geográfica do Arquipélago dos Açores. <https://pt.quora.com/A-que-continente-pertencem-as-ilhas-dos-A%C3%A7ores-geograficamente-e-geologicamente>

5. A formação do arquipélago dos Açores tem origem vulcânica. Selecione a opção que localize geograficamente os Açores.

- a) Junção tripla entre as placas Norte-americana, Euroasiática e Africana.
- b) Junção tripla entre as placas Sul-americana, Euroasiática e do Pacífico.
- c) No interior da placa Euroasiática.
- d) No interior da placa Africana.

(selecione a opção correta)

Resposta a)

6. O vulcanismo dos Açores está associado a zonas de ...

- a) rifte.
- b) subdução.
- c) pontos quentes.
- d) intraplaca.

(selecione a opção correta)

Resposta a)

7. As erupções provenientes do vulcanismo associado a rifte entre placas divergentes oceânicas podem ser ...

- a) explosivas com lava ácida
- b) explosivas com lava básica

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

- c) efusivas com lava ácida
- d) efusivas com lava básica

(selecione a opção correta)

Resposta d)

Grupo III

Texto 4 – Vulcanismo na Colômbia

A Colômbia é um país da América do Sul localizado num limite de convergência de placas. Possui vulcões ativos, entre os quais o Nevado del Ruiz. No dia 13 de novembro de 1985, o vulcão entrou em erupção, tendo levado a um deslizamento repentino de grandes massas geológicas que provocaram a morte de 25 mil pessoas, transformando-se no pior desastre natural do país. Este vulcão, com 5389 metros de altitude, cujo cume está coberto de neve desde os 4900 metros, libertou, para além dos fluxos piroclásticos, grande quantidade de calor responsável pelo degelo das massas de água que o cobriam. A água e os piroclastos originaram um fluxo de lamas, fenómeno conhecido por *lahar*, que escorrem a grande velocidade pelas linhas de água, provocando efeitos devastadores. Uma hora depois de ter entrado em erupção começaram a cair cinzas vulcânicas e lapilli, na cidade de Armero, localizada a 45 km da cratera vulcânica. O dia escureceu bastante e choveu intensamente. A cidade de Ambalema, situada no vale do rio Lagunilla, a 80 km da cratera, sofreu esta catástrofe quatro horas após o início da erupção principal. A área do vale mais próxima do rio Lagunilla ficou coberta por um manto de lama cujo volume foi estimado em 300 milhões de metros cúbicos.

Texto de exame de Biologia e Geologia de 2008

1. Leia atentamente o texto 4.

- a) Indique dois perigos associados às erupções descritas neste texto.

Deslizamentos de massas e projeção de piroclastos

- b) Algumas das medidas de minimização de riscos são a evacuação da população e o ordenamento do território ao nível da construção seletiva de infraestruturas. Identifique o risco descrito no texto que poderia ser minimizado com estas medidas.

Morte de 25 mil pessoas.

2. Refira de que forma as cinzas podem trazer riscos de saúde para os habitantes de Armero, e alterações climáticas no planeta.

As cinzas, pela sua reduzida dimensão, podem trazer problemas respiratórios por obstrução das vias aéreas respiratórias. Grandes quantidades de cinzas vulcânicas são libertadas para a atmosfera em consideráveis distâncias e vão contribuir para a diminuição dos índices de luminosidade e alterar os valores da temperatura e o clima durante algum tempo. A partir do princípio das causas atuais, os cientistas têm relacionado os efeitos da atividade vulcânica com o clima de épocas passadas, de forma a justificar extinções em massa que aconteceram no passado.

11

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

(Nota: as cinzas ainda podem danificar os motores dos aviões afetando o tráfego aéreo, trazendo também consequências ao nível global)

3. A prevenção dos riscos associados a uma erupção vulcânica passa também pela previsão da erupção através do estudo histórico de erupções anteriores e pela monitorização direta do vulcão. Faça corresponder os conceitos da coluna I com as afirmações da coluna II.

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

Coluna I	Coluna II
1. Estudo de erupções anteriores	A- Registrar microsismos nas imediações do vulcão.
2. Sismógrafos	B- Avaliar a composição e movimento dos materiais expelidos no decurso de erupções.
3. Clinómetro	C- Aferir períodos de repouso entre erupções.
4. Sensores de temperatura	D- Registrar alterações no declive do cone vulcânico.
	E- Detetar anomalias na força gravítica nas proximidades do vulcão.
5. Gravímetro	F- Sinalizar variações de temperatura no solo do cone vulcânico.

4. Indique dois exemplos de benefícios proporcionados pelo vulcanismo às pessoas que habitam regiões vulcânicas.

Interesse turístico e energia geotérmica por exemplo.

5. Das seguintes opções, diga aquela que pode ser um benefício e um perigo vulcânico.

- Interesse turismo
- Tratamentos de saúde e beleza
- Cinzas vulcânicas
- Energia geotérmica

(selecione a opção correta)

Resposta c)

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

Tabela de pontuações para um total de 200 pontos

Grupo	Itens (cotações)												
I	1.1 (4)	1.2 (10)	1.3 (5)	1.4 (4)	1.5 (4)	1.6 (10)	2.1 (4)	2.2 (10)	2.3 (5)				56
II	1.1 (4)	1.2 (4)	1.3 (5)	1.4 (5)	2.1 (4)	2.2 (10)	2.3 (5)	2.4 (5)					107
	3.1 (6)	3.2 (5)	3.3 (5)	3.4 (5)	3.5 (5)	3.6 (5+5)	3.7 (10)	4 (4)	5 (5)	6 (5)	7 (5)		
III	1.1 (4)	1.2 (4)	2 (10)	3 (9)	4 (5)	5 (5)							37
Total												200	

Figura 78 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 10.º ano, com proposta de correção.

Teste sumativo – Sangue e sistema cardiovascular

(50 minutos)

Grupo I

- 1- Leia com atenção o seguinte texto sobre a história da descoberta do sangue e observe a figura 1.

Depois da descoberta da circulação do sangue por William Harvey em 1613, o que foi dito pelos gregos e cristãos de que o sangue era vida e que podia curar doenças ganhou destaque, dando início a várias tentativas de transfusão direta de sangue entre pessoas no tratamento de doenças. A transfusão em alguns doentes era um sucesso salvando a vida destes, noutras doentes ocorriam problemas após a transfusão que os levava à morte.

Em 1900, Karl Landsteiner conseguiu encontrar a causa para estes problemas, ao identificar que os eritrócitos de algumas pessoas ficavam aglutinados na presença de plasma ou soro de outras, e estes eritrócitos apresentavam nas suas membranas substâncias marcadoras diferentes, designadas de A e B. Pouco tempo depois foram classificados os grupos sanguíneos em A, B e O do Sistema ABO, e passados alguns anos começaram a ser feitas provas de compatibilidade antes de uma transfusão entre o doador e o receptor. A partir dessa altura, tem havido um grande avanço tecnológico e científico nesta área, melhorando a conservação, eficácia e rentabilização do sangue, possibilitando o tratamento dos doentes com diferentes componentes sanguíneos (ex: hemácias, plasma) de acordo com o que têm em falta.

Adaptado de <http://www.ipst.pt/index.php/pt/institucional/historia>

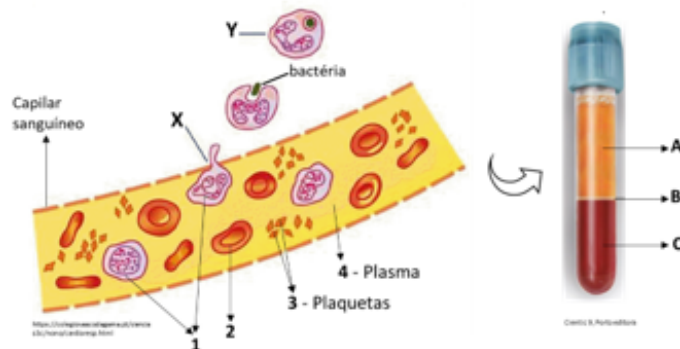


Figura 1 – Representação esquemática da constituição do sangue num vaso sanguíneo (imagem à esquerda) e representação de uma amostra de sangue centrifugado (imagem à direita).

Figura 79 – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

1.1. Faz a legenda da figura 1, relativamente aos constituintes do sangue representados pelos números 1 e 2.

- 1- Leucócitos ou glóbulos brancos
- 2- Eritrócitos ou hemácias ou glóbulos vermelhos

1.2. Os constituintes do sangue representados pelos números, numa amostra de sangue centrifugada encontra-se separados. Faça a correspondência entre os números e as letras A, B e C da amostra de sangue representada na figura 1, sabendo que as letras B e C correspondem aos elementos figurados. (Nota: pode haver mais de um número para uma letra).

- 1 • • A
- 2 • • B
- 3 • • C
- 4 •

Resposta: 1 – B, 2 – C, 3 – B, 4 - A

1.3. Quais os processos representados pelas letras X e Y da figura 1?

X- Diapedese, Y- Fagocitose

1.4. Relativamente ao processo X, porque os leucócitos conseguem sair dos capilares sanguíneos?

Os leucócitos conseguem sair dos capilares sanguíneos porque têm capacidade de alterar a sua forma.

Complete as frases selecionando a opção correta, da questão 1.5 a 1.8.

1.5. As células representadas pelo número 1 da figura 1 são células incolores que variam no núcleo e a sua forma é _____, e algumas destas células têm capacidade de produzir _____ contra microrganismos invasores no processo de defesa do organismo.

- a) ... irregular ... anticorpos ...
 - b) ... regular ... anticorpos ...
 - c) ... regular ... anticoagulantes ...
 - d) ... irregular ... anticoagulantes ...
- Resposta: a)

1.6. As células representadas pelo número 2 da figura 1 são células em forma de disco _____ que _____ núcleo, com a função de transportar _____.

- a) ... branco ... possuem ... lípidos.
 - b) ... branco ... não possuem ... oxigénio.
 - c) ... bicôncavo ... possuem ... lípidos.
 - d) ... bicôncavo ... não possuem ... oxigénio.
- Resposta: d)

Figura 79 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

- 1.7. A proteína responsável pelo transporte de _____ e pela cor vermelha do sangue humano representada na letra C da figura 1, designa-se por _____ e deve-se à presença de _____ na sua estrutura.
- a) ... oxigénio ... albumina ... ferro ...
 b) ... água ... albumina ... cobre ...
 c) ... oxigénio ... hemoglobina ... ferro ...
 d) ... oxigénio ... hemoglobina ... cobre ... *Resposta: c)*
- 1.8. O _____ faz o transporte de nutrientes e outras substâncias, e envolve as _____ que são pequenos corpúsculos anucleados e têm como função a coagulação do sangue em colaboração com a formação de uma rede de _____.
- a) ... plasma ... eritrócitos ... fibrinogénio.
 b) ... plasma ... plaquetas ... fibrina.
 c) ... eritrócitos ... leucócitos ... fibrina.
 d) ... leucócitos ... plaquetas ... fibrinogénio. *Resposta: b)*
- 2- Um dia depois de um parto prematuro com uma grande hemorragia, uma mulher de grupo sanguíneo A- apresentava os seguintes resultados de análises ao sangue. Selecione as opções de modo a completar as afirmações.

Tabela 1 – Análises ao sangue		
Parâmetros	Resultados	Valores de referência
Hemácias (eritrócitos)	3,1	4,5 – 5,5 milhões/mm ³
Hemoglobina	8,1	11,5 – 16,5 g/dl
Leucócitos	10 500	3 500 – 11 000/mm ³
Plaquetas	300 000	150 000 – 400 000/mm ³
Glicose (jejum)	80	70 – 110 mg/dL

- 2.1. Nestas análises ao sangue, observam-se uma diminuição das _____ e da _____ face aos valores de referência, desvios esses que têm como possível causa uma _____ ocorrida no parto.
- a) ... plaquetas ... glicose ... hemorragia ...
 b) ... hemácias ... hemoglobina ... hemorragia ...
 c) ... leucócitos ... plaquetas ... infeção ...
 d) ... hemácias ... hemoglobina ... infeção ... *Resposta: b)*

Figura 79 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

2.2. Como esta mulher é do grupo A-, possui _____ na superfície das suas hemácias e anticorpos _____ e _____ no seu plasma, pode receber com segurança transfusões de sangue dos grupos _____ e _____ que, entretanto, o médico considerou necessário fazer.

- a) ... antígenos A ... anti-B e anti-Rh ... A- e O- ...
- b) ... antígenos B ... anti-A e anti-Rh ... A+ e B+ ...
- c) ... antígenos A ... anti-A e anti-Rh ... A+ e O+ ...
- d) ... antígenos Rh ... anti-A e anti-B ... AB- e AB+ ...

Resposta: a)

2.3. O filho desta mulher apresentava a doença hemolítica do recém-nascido no qual se verificava elevada aglutinação e destruição das hemácias deste em resultado da produção de anticorpos maternos contra os antígenos das hemácias do filho, verificando-se incompatibilidade sanguínea entre mãe e filho (Figura 2). Qual dos seguintes grupos sanguíneos pode ser o do filho para que seja incompatível com a mãe? Resposta: c)

- a) Grupo A-
- b) Grupo O-
- c) Grupo A+
- d) Todos os anteriores



Figura 2 – Incompatibilidade sanguínea materno-fetal.

Curiosidade: Para evitar uma situação semelhante numa gravidez futura foi dada à mãe uma injeção com anticorpos que neutralizam os antígenos do feto.

Grupo II

Pela primeira vez, William Harvey descreveu com precisão o modo como o sangue era impulsionado pelo coração. A pesquisa de Harvey teve como base dissecação de animais. Em 1628, publicou o livro 'Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus' ('Um estudo anatómico do movimento do coração e do sangue em Animais'), onde explicou como o coração impulsionava o sangue num percurso fechado que circulava pelo corpo. Harvey conseguiu demonstrar que o coração era o órgão central e propulsor de um sistema composto também por veias e artérias, o qual impulsionava o sangue para as artérias, e o sangue voltava ao coração através das veias e das válvulas destas, num sentido único.

Adaptado de http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/harvey_william.shtml e http://ordemosmedicos.pt/wp-content/uploads/2017/09/Da_descoberta_da_circulacao_sangu%C3%AADnea_1%C2%AAparte.pdf

Figura 79 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

1. Faça a legenda da figura 3 que representam órgãos do sistema cardiovascular, utilizando as alíneas da chave. *Resposta: 1 – G, 2 – D, 3 – C, 4 – I, 5 – A, 6 – F, 7 – E, 8 – B, 9 – H, 10 – K, 11 – L, 12 – J*

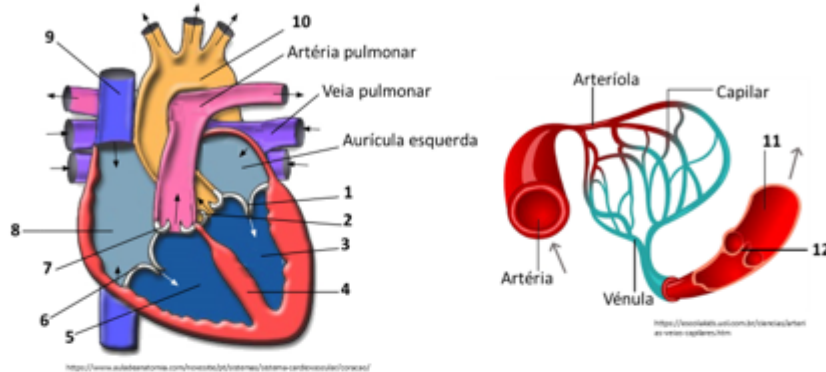


Figura 3 – Representação esquemática de um coração (imagem da esquerda) e representação esquemática dos vasos sanguíneos (imagem da direita). As setas indicam a direção do sangue.

Chave

- | | | |
|---|--|-------------------------|
| (A) Ventriculo direito | (B) Auricula direita | (C) Ventriculo esquerdo |
| (D) Válvula aórtica (ou semilunar) | (E) Válvula pulmonar (ou semilunar) | |
| (F) Válvula tricúspide (ou auriculoventricular) | (G) Válvula bicúspide (ou auriculoventricular) | |
| (H) Veia cava | (I) Septo | (J) Válvula venosa |
| | | (K) Aorta |
| | | (L) Veia |

2. Seleccione a opção correta que completa as afirmações.
- 2.1. Devido à sua proximidade evolutiva, o coração de _____ constitui um bom modelo para o estudo do coração humano.
- ... um Grilo ...
 - ... uma Rã ...
 - ... uma Sardinha ...
 - ... um Porco ...
- Resposta: d)*
- 2.2. O músculo cardíaco denomina-se de _____ e apresenta uma maior espessura no _____.
- ... pericárdio ... ventrículo direito.
 - ... miocárdio ... ventrículo esquerdo.
 - ... miocárdio ... aurícula direita.
 - ... miocárdio ... aurícula esquerda.
- Resposta: b)*

Figura 79 (continuação)– Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

2.3. As _____ que distribuem o sangue a todas as partes do corpo têm paredes mais resistentes, espessas e elásticas, enquanto que as _____ são vasos de maior calibre e menos espessas.

a) ... artérias ... veias ...
 b) ... veias ... artérias ...
 c) ... artérias ... válvulas ...
 d) ... veias ... válvulas ... *Resposta: a)*

2.4. As veias possuem válvulas venosas que evitam _____ do sangue.

a) ... a circulação ...
 b) ... a mistura ...
 c) ... o refluxo (ou retorno) ...
 d) ... a saída nos capilares ... *Resposta: c)*

2.5. Os sons cardíacos devem-se _____ das _____ e das _____ durante o ciclo cardíaco.

a) ... ao fechamento ... válvulas semilunares ... auriculoventriculares ...
 b) ... à abertura ... válvulas semilunares ... auriculoventriculares ...
 c) ... à abertura ... aurículas ... ventrículos ...
 d) ... ao fechamento ... aurículas ... ventrículos ... *Resposta: a)*

3. Explica as diferenças de espessura do miocárdio nas cavidades do coração (aurículas e ventrículos)?

As diferenças de espessura das cavidades do coração estão relacionadas com a distância que o sangue percorre a partir destas. O miocárdio é mais espesso nos ventrículos do que nas aurículas porque as aurículas recebem o sangue através das veias, e enviam-no para os ventrículos que se seguem. O miocárdio do ventrículo esquerdo é mais espesso que o do ventrículo direito porque uma maior espessura do miocárdio vai dar maior poder de contração ao ventrículo esquerdo permitindo atingir uma distância maior uma vez que este impulsiona o sangue para todas as outras partes do corpo enquanto que o ventrículo direito impulsiona o sangue os pulmões.

4. Faça a correspondência entre a coluna I e a coluna II relativamente ao ciclo cardíaco.

Resposta: A – 2, B – 1, C - 3

Coluna I	Coluna II
A - Diástole geral	1 – Por contração das aurículas, o restante sangue é lançado para os ventrículos. As válvulas auriculoventriculares continuam abertas e as válvulas semilunares estão fechadas.
B - Sístole auricular	2 - O sangue proveniente das veias entra nas aurículas. Como as válvulas auriculoventriculares estão abertas o sangue entra para os ventrículos.
C - Sístole ventricular	3 – Por contração dos ventrículos o sangue é lançado para as artérias através das válvulas semilunares que estão abertas. As válvulas auriculoventriculares estão fechadas.

6

Figura 79 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

Grupo	Itens (cotações)						
	I	1.1 (6)	1.2 (6)	1.3 (7)	1.4 (6)	1.5 a 1.8 (5 pontos x 4)		2.1 a 2.3 (5 pontos x 3)	60
II	1 (4)	2.1 a 2.5 (4,2 pontos x 5)	3 (7)	4 (6)			40
Total							100

Figura 79 (continuação) – Sugestão de teste sumativo para o 9.º ano, com proposta de correção.

6. Resultados e conclusões

6.1. Relatório “V de Gowin” (Simulação de um géiser – O salto da água!): Geologia 10.º ano

Para a atividade ‘O salto da água!’ (simulação de um géiser) de Geologia de 10.º ano, solicitou-se aos estudantes a realização de um relatório “V de Gowin” pré-preenchido, no qual teriam de construir a questão-problema e, na conclusão, de completar uma tabela e fazer uma breve descrição conclusiva. A atividade relativa a este relatório teve lugar no decorrer das aulas em novembro de 2020, no entanto o relatório pré-preenchido só ficou disponível no início de janeiro do ano seguinte, pelo que poderiam entregá-lo a até ao final deste mês. Dos 24 estudantes desta turma, apenas 20 entregaram o relatório, o que perfaz 83% de entregas.

De acordo com os descritores de desempenho (critérios de correção), a média de todos os estudantes, obtida neste relatório “V de Gowin”, foi de 13,06 valores numa escala de 0 a 20. Para uma amostra de 20 relatórios, dois tiveram cotação abaixo do dez (insuficiente), dez tiveram classificação entre 10 e 13,9 valores (suficiente) e 8 relatórios obtiveram valores entre 14 e 18 (Bom) (Fig. 80).

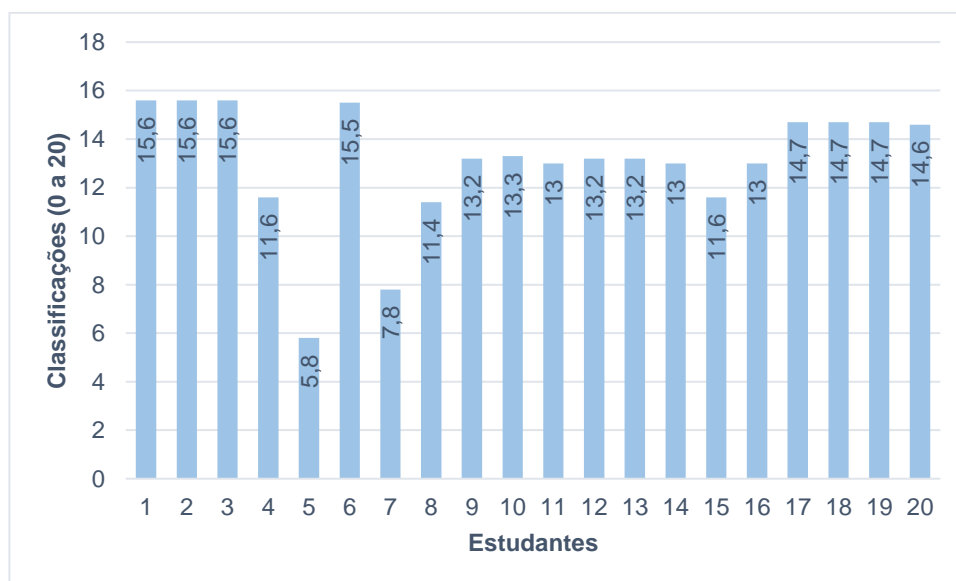


Figura 80 – Classificações dos relatórios “V de Gowin” numa escala de 0 a 20 valores (a ordem dos estudantes é aleatória).

Para cada componente a que os estudantes tiveram de responder, foram consideradas as respostas reveladoras do seu conhecimento e desempenho, classificando-as como corretas, incorretas, incompletas, ou não sei/não respondeu (NS/NR). Na maioria dos relatórios, as questões-problema formuladas estavam corretas. Por sua vez, pouco mais de

metade das tabelas encontravam-se corretamente preenchidas na totalidade, havendo ainda muitas outras incompletas. A maior parte das descrições da conclusão estavam incompletas (Fig. 81).

Relativamente à ‘questão-problema’, 18 estudantes (90%) conseguiram formulá-la corretamente (ex: “Como funciona um géiser?”), com a exceção de um único que a deu incorreta e de um outro que a fez incompleta. As exceções destes dois estudantes, que não formularam corretamente ou não colocaram a questão-problema, podem dever-se a esquecimento ou distração. Na componente tabela, 11 estudantes responderam corretamente (55%), 8 não a completaram na totalidade (40%) e um outro não a preencheu, ou seja, mais de metade dos estudantes conseguiu associar todos os elementos da simulação com os componentes de um géiser em concreto. Os que não conseguiram, poderiam já não se lembrar. Quanto à conclusão, não houve respostas totalmente corretas que incluíssem todos os tópicos referidos nos descritores de desempenho, sendo que 19 estudantes responderam à conclusão de forma incompleta (95%) e um outro não fez esta parte da conclusão (Tab. 4), talvez devido à complexidade cognitiva necessária para entender o processo de funcionamento de um géiser. Sendo assim, das três componentes do relatório referidas, a questão-problema foi a que teve mais sucesso. (Fig. 81).

Tabela 4 – Quantidade de Respostas corretas, incorretas, incompletas e Não sei (NS)/Não respondeu (NR) para cada componente do relatório “V de Gowin” realizado pelos estudantes.

Respostas (Nº)	Componentes			Média (Nº)	Média (%)
	Questão-problema	Tabela	Conclusão		
Corretas	18	11	0	9,7	48,3
Incorretas	1	0	0	0,3	1,7
Incompletas	1	8	19	9,3	46,7
NS/NR	0	1	1	0,7	3,3
Total	20	20	20	20	100

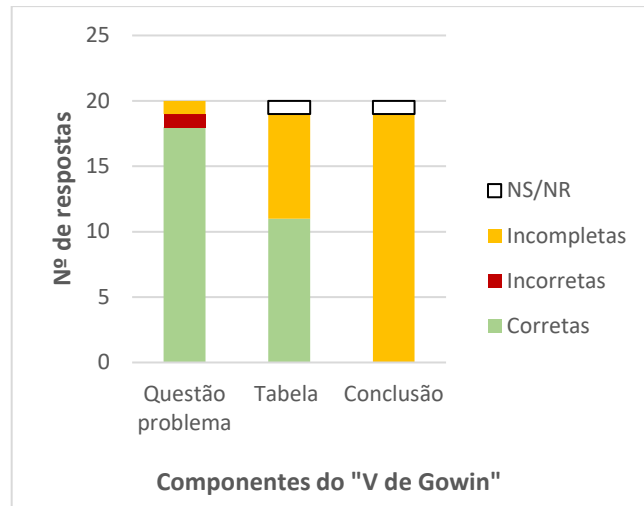


Figura 81 – Distribuição do tipo de respostas para cada componente do "V de Gowin".

Analisando os resultados deste "V de Gowin" como um todo, para todas as componentes referidas, a média de respostas corretas foi de 9,7 (48,3%), de respostas incompletas foi de 9,3 (46,7%), de incorretas foi de 0,3 (3,3%), e de respostas NS/NR foi de 0,7 (1,7%). Apesar de a maior parte das respostas terem sido dadas corretamente, a percentagem obtida não se afasta muito do resultado das respostas incompletas, uma vez que a dinâmica envolvida no funcionamento de um geiser exige maior grau cognitivo e de raciocínio. Mesmo que o relatório tenha sido realizado mais tarde, e tendo em conta estes dados, neste relatório, considera-se que os resultados e desempenho dos estudantes terão sido, no geral, positivos (Fig. 82).

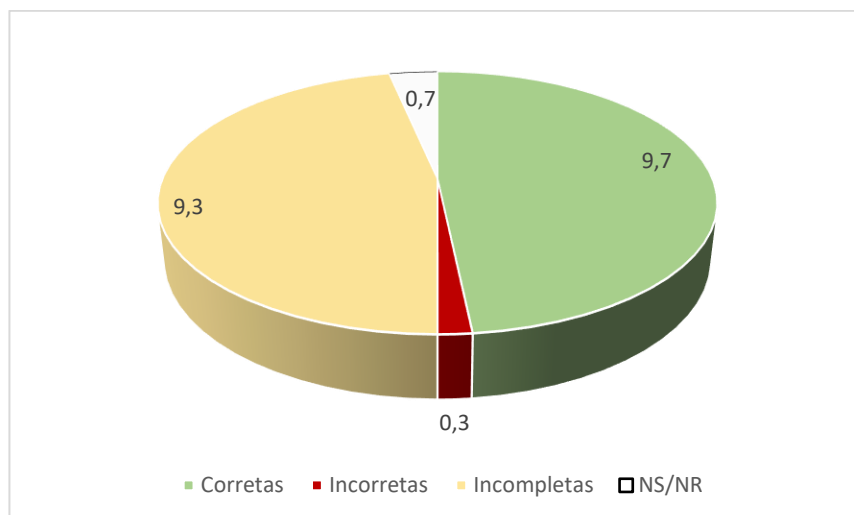


Figura 82 – Distribuição média, em percentagem, de respostas para o conjunto das componentes do relatório "V de Gowin". NS/NR-Não sei/Não respondeu.

6.2. Pré-teste e pós-teste: Geologia do 10.º ano

O pré-teste e o pós-teste sobre Vulcanismo, referidos anteriormente, foram aplicados ao 10.º ano, respetivamente na primeira e na última aula por mim lecionadas, tendo sido recolhidos os dados respeitantes a 20 questões que neles constam. Dos 24 estudantes, da turma, 23 estiveram presentes em ambas as aulas do pré-teste e do pós-teste (N=23). Na análise estatística, como a questão 9 era do tipo verdadeiro/falso, com cinco afirmações, optei por analisar cada uma delas separadamente, designando-as aqui por 9.1, 9.2, 9.3., 9.4. e 9.5. de acordo com a ordem com que se expuseram no pré e pós-testes. É de referir ainda que a duração do pós-teste foi menor do que a do pré-teste, em virtude de terem sobrado cerca de 10 minutos da última aula neste tema, que tiveram de ser lecionados no início do tempo letivo da avaliação.

Relativamente ao pré-teste, as questões com mais respostas corretas foram a 5.1 e a 9.5 com 23 respostas (100%), seguidas das questões 6 e 9.2 com 22 (95,7%) e das 9.1 e 10 com 21 certas, e ainda a 2.1 com 20 respostas (87%). Pelo contrário, as questões com mais respostas incompletas foram a 4.1 e a 4.2, com 17 e 9 respostas parcialmente corretas, respetivamente (73,9% e 39,1%). Quanto às questões com maior taxa de respostas incorretas, estas foram a 7 e a 5.3 com 18 e 11 erradas, respetivamente (78,3% e 47,8%). As questões mais respondidas com 'Não sei' ou até deixadas em branco (Não sei/Não respondeu – NS/NR) foram a 2.2.1 com 19, a 2 com 15 e a 2.2.2 com 12 respostas (82,6%, 65,2% e 52,2%) (Tab. 5).

De acordo com a Figura 83, podemos constatar que o pré-teste já obteve bons resultados em várias questões, nomeadamente nas 1, 2.1, 5.1, 5., 6, 8, 9 (nas cinco afirmações) e 10, com mais de metade de respostas corretas e, até, quase ou a totalidade das respostas dadas. O êxito verificado nestas questões, um pouco mais acessíveis, revela que os alunos traziam alguns conhecimentos obtidos anteriormente. Já as questões com mais de metade de respostas incorretas ou NS/NR, também foram muitas com sete (Fig. 83).

Tabela 5 – Resultados com as respostas obtidas pelos estudantes do 10.º ano por pergunta do pré-teste sobre vulcanismo e a respetiva média de respostas e em percentagem.

Pré-teste		1	2	2.1	2.2.1	2.2.2	3	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6	7	8	9.1.º	9.2.	9.3.	9.4	9.5.	10	Média	% Média
Por pergunta	Corretas	19	4	20	0	9	5	4	0	23	17	3	22	5	19	21	22	20	14	23	21	13,6	58,9
	Incorretas	1	4	0	4	2	5	1	3	0	6	11	1	18	3	2	1	2	8	0	0	3,6	15,7
	Incompletas	0	0	0	0	0	4	17	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,6	7,0
	Não Sei/Não Respondeu	3	15	3	19	12	9	1	11	0	0	9	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4,3	18,5
	Total de estudantes/respostas/questão	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	100

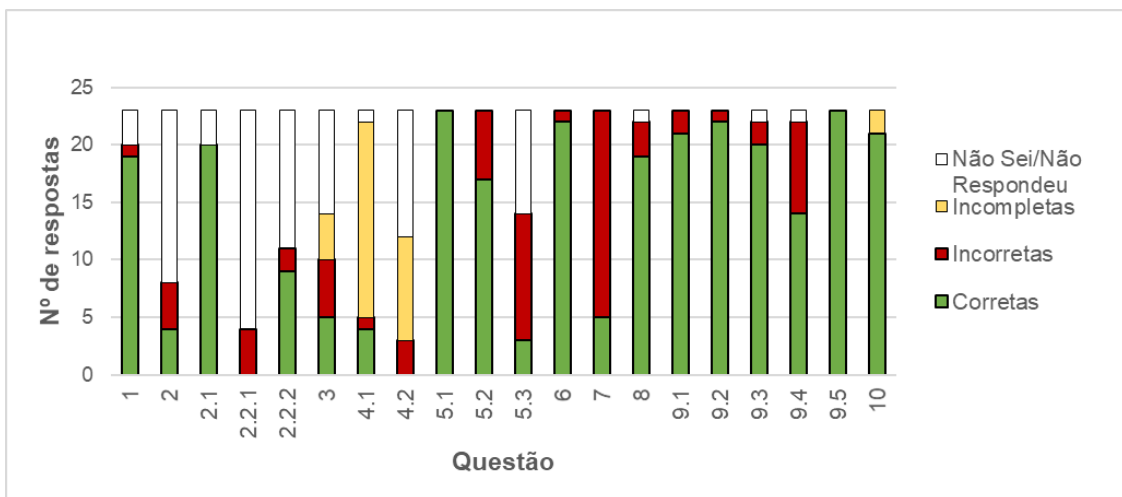


Figura 83 – Distribuição do número de respostas consoante o seu tipo, por cada questão do pré-teste, obtidas na turma do 10.º ano.

No pós-teste (Tab. 6), as questões que obtiveram maior número de resultados corretos foram a 5.1 e a 6, com 23 certas (100%), e as 8 e 9.2 com 22 respostas acertadas cada (95,7% cada uma). Quanto a incompletas, registaram-se mais na 4.2, com 11 (47,8) e na 4.1, com 7 respostas, respetivamente (30,4%). Por sua vez, o máximo de respostas incorretas verificou-se na questão 5.3, com oito (34,8%), bem como nas 2.2.1 e 4.2, com cinco respostas erradas cada (21,7%). Por fim, nas questões com respostas NS/NR, as que tiveram mais foram a 4.2 e a 3 com cinco e com quatro, respetivamente.

Perante os resultados do pós-teste (Fig. 84), ainda foi possível constatar que quase todas as questões tiveram uma elevada taxa de respostas corretas, acima de 15 certas, com a exceção da terceira (ainda acima da metade) e da quarta (4.1 e 4.2), as quais eram de resposta aberta. As respostas incompletas foram mais expressivas nas questões 3, 4.1 e 4.2.

Os fluidos da Terra e da vida!

As questões 5.1 e 6 não tiveram respostas incorretas, nem NS/NR. As questões com incorretas ou NS/NR não ultrapassaram as cinco respostas em cada e, algumas delas, não tiveram nenhuma. Apesar de ainda persistirem algumas respostas erradas ou não respondidas, possivelmente em consequência do grau de dificuldade das questões a estas respostas, a maior parte das questões estavam corretas e, por isso, o resultado foi bastante positivo, sobretudo se comparado com o do pré-teste.

Tabela 6 - Resultados com as respostas obtidas pelos estudantes do 10.º ano por pergunta do pós-teste sobre Vulcanismo e a respetiva média de respostas e em percentagem.

Pós-teste		Por pergunta																			Média	% Média	
		1	2	2.1	2.2.1	2.2.2	3	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6	7	8	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5			10
Corretas		20	17	21	16	21	12	16	2	23	20	15	23	21	22	20	22	21	21	20	19	18,6	80,9
Incorretas		2	3	2	5	1	3	0	5	0	3	8	0	2	1	2	0	1	1	1	0	2	8,7
Incompletas		0	1	0	0	0	4	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,2	5,2
Não Sei/Não Respondeu		1	2	0	2	1	4	0	5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	1,2	5,2
Total de estudantes/respostas/questão		23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	100

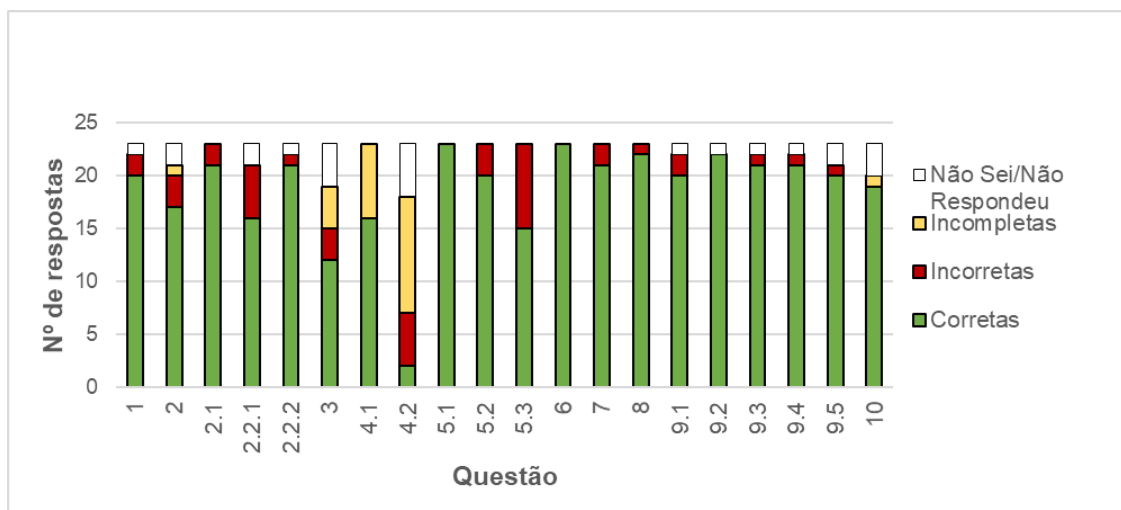


Figura 84 - Distribuição do número de respostas consoante o seu tipo por cada questão do pós-teste, obtidas na turma do 10.º ano.

Para cada categoria de resposta (corretas, incorretas, incompletas e NS/NR) também foram construídos gráficos, com o objetivo de comparar diferenças do pré-teste para o pós-teste, em cada uma das questões (Fig. 85).

No gráfico referente ao 'nº de respostas corretas', verifica-se que em 15 das 20 questões se registou um incremento das respostas acertadas. Constituíram exceções as questões 5.1 e 9.2, que mantiveram a mesma quantidade de respostas certas, respetivamente 23 e 22, e as questões 9.1, 9.5 e 10, nas quais se verificou inclusive um ligeiro decréscimo das respostas corretas. Esta descida pode estar relacionada com o facto de as questões serem do tipo verdadeiro/falso, em que a probabilidade de acertar aleatoriamente pode ter tido efeito no pré-teste, mas também com o fato de serem das últimas questões do pós-teste e os estudantes terem tido menos tempo para responder. Relativamente ao gráfico das respostas incompletas, ocorreu uma diminuição da sua frequência em quase todas as questões, com exceção da 3, que se manteve com quatro respostas incompletas, e das 2 e 4.2, onde esses valores aumentaram. Nessa diminuição das incompletas, verificou-se que a maior parte delas passaram a corretas no pós-teste, menos na questão 10 (Fig. 85).

A partir do gráfico das respostas incorretas, é possível observar que a sua frequência decresceu na maioria das questões, tal como era pretendido. Não obstante, ainda ocorreu um ligeiro acréscimo nalgumas delas, mais precisamente nas questões 1, 2.1, 2.2.1 e 4.2, sendo que as respostas incorretas à 9.1 igualaram as do pré-teste. Também pelo gráfico das respostas NS/NR, podemos observar uma redução acentuada do pré-teste para o pós-teste em muitas questões, apesar de as 9.3 e 9.4 permanecerem com uma resposta em cada, e de estas terem aumentado um pouco nas 9.1, 9.2, 9.5 e 10. O incremento deste tipo de respostas (incorretas, NS/NR) nas questões 9 e 10 poderá ter ficado a dever-se à falta de tempo durante a resolução do pós-teste (incluindo o tempo para os estudantes pensarem), ou ainda ao fator sorte, visto terem mais possibilidade de responderem corretamente ao acaso no pré-teste e de também serem as últimas dos testes (Fig. 85).

Fazendo um balanço geral através dos gráficos da Figura 86, foram reunidas as respostas de todas as questões e comparada a distribuição média de respostas corretas, incorretas, incompletas e NS/NR. A permanência de algumas respostas incorretas, NS/NR ou incompletas em certas questões poderá estar relacionada com o maior esforço cognitivo necessário para lhes responder, ou à menor duração do pós-teste. Nestes gráficos pode-se constatar que as incompletas, incorretas e NS/NR diminuíram, ao passo que as respostas corretas aumentaram do pré-teste para o pós-teste, como seria de esperar, e, portanto, ocorreu aprendizagem pelos estudantes sobre estas matérias relacionados com Vulcanismo (Fig. 86).

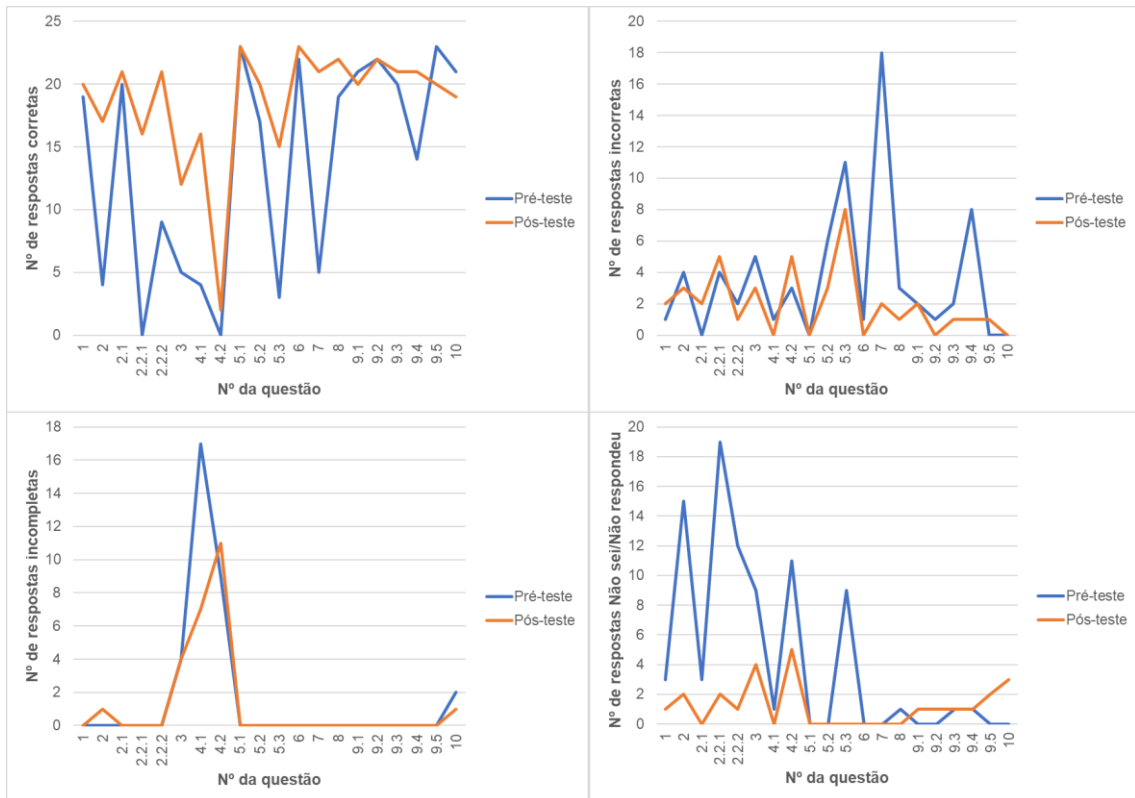


Figura 85 – Evolução das respostas referentes a todas as questões, do pré-teste para o pós-teste, consoante a categoria que exprime o grau de desempenho do estudante (corretas, incorretas, incompletas e não sei/não respondeu) no 10.º A.

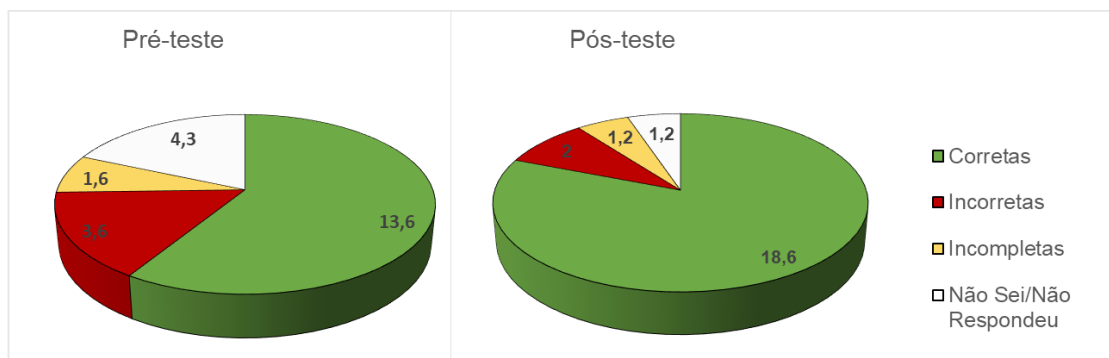


Figura 86 – Distribuição média das respostas (N=23) para o total de questões do pré-teste e do pós-teste no 10.º A.

6.3. Pré-teste pós-teste: Ciências Naturais do 9.º ano

O pós-teste e o pré-teste relacionados com os temas do sangue e do sistema cardiovascular foram implementados na turma do 9.º I, respetivamente nas primeira e última aulas assistidas que lecionei a esta turma. Foram recolhidas as respostas relativas a treze questões consideradas, integrantes dos respetivos testes. Todos os estudantes desta turma

estavam presentes em ambas as aulas e participaram nesta avaliação, constituindo-se uma amostra com 24 estudantes (N=24). Como foi feito para os resultados do 10.º ano, também aqui o estudo da questão 6 (tipo verdadeiro/falso), na análise estatística, foi considerado separadamente para cada uma das suas afirmações, designadas aqui por 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5, consoante a sua ordem nos testes.

Foi feita uma averiguação da quantidade de respostas corretas, incorretas, incompletas e NS/NR para cada estudante, quer no pré-teste (Tab. 7), como no pós-teste (Tab. 8). No pré-teste, o máximo de respostas corretas foram 8 de 13 respostas relativas às treze questões ponderadas, por estudante, em três estudantes. O maior número de respostas incompletas foram 5 num estudante. As incorretas tiveram sua maior taxa num estudante com sete, e as NS/NR num estudante com 10 respostas (Tab. 7).

Relativamente ao pós-teste, o máximo de respostas incorretas ocorreu em dois estudantes com 6 cada um, seguido por mais dois com 5 respostas cada, e ainda houve 9 estudantes sem incorretas. Ao nível das NS/NR, a maior frequência observou-se num estudante que deixou a 3 em branco ou com 'não sei', por contraposição com outros 22, sem este tipo de resposta. Já as incompletas tiveram maior expressão num estudante com 4 respostas incompletas e menor frequência em 10 estudantes (sem incompletas). Em destaque, nas corretas houve um estudante com apenas 3 e 7 estudantes com todas as questões resolvidas corretamente, seguido por dois discentes com 12 certas (Tab. 8).

Os fluidos da Terra e da vida!

Tabela 7 – Número de respostas (corretas, incorretas, incompletas e Não sei/não respondeu - NS/NR) por cada estudante para as 13 questões do pré-teste (número aleatório atribuído aos estudantes).

Pré-teste	Respostas/estudante				
	Corretas	Incorretas	Incompletas	NS/NR	Total
1	8	3	2	0	13
2	7	4	2	0	13
3	0	1	2	10	13
4	4	5	4	0	13
5	6	2	5	0	13
6	5	5	3	0	13
7	6	4	3	0	13
8	5	1	1	6	13
9	5	6	1	1	13
10	5	5	3	0	13
11	4	2	4	3	13
12	7	2	3	1	13
13	2	7	4	0	13
14	8	3	1	1	13
15	3	1	3	6	13
16	8	4	1	0	13
17	5	5	3	0	13
18	7	4	0	2	13
19	7	0	1	5	13
20	7	3	3	0	13
21	7	4	2	0	13
22	6	3	3	1	13
23	6	4	1	2	13
24	4	3	0	6	13

Tabela 8 – Número de respostas (corretas, incorretas, incompletas e NS/NR) por cada estudante para as 13 questões do pós-teste (número aleatório atribuído aos estudantes).

Pós-teste	Respostas/estudante				
	Estudantes	Corretas	Incorretas	Incompletas	NS/NR	Total
1	13	0	0	0	13
2	13	0	0	0	13
3	8	3	2	0	13
4	13	0	0	0	13
5	7	5	1	0	13
6	10	1	2	0	13
7	13	0	0	0	13
8	12	1	0	0	13
9	10	2	1	0	13
10	5	2	4	2	11
11	11	2	0	0	13
12	12	0	1	0	13
13	5	5	3	0	13
14	13	0	0	0	13
15	3	6	1	3	10
16	13	0	0	0	13
17	10	0	3	0	13
18	11	1	1	0	13
19	11	0	2	0	13
20	11	2	0	0	13
21	13	0	0	0	13
22	10	1	2	0	13
23	9	3	1	0	13
24	3	6	4	0	13

Foi feita ainda a comparação dos resultados relativos às respostas corretas para cada estudante, entre o pré-teste e o pós-teste. No pós-teste e após a leção destes temas, ainda houve 4 estudantes abaixo das 6 questões resolvidas acertadamente; no entanto os resultados foram bons em vários estudantes que conseguiram responder corretamente a todas as questões. À exceção de dois estudantes que mantiveram o mesmo número de respostas certas e de um estudante que as diminuiu, grande parte dos estudantes conseguiram aumentar o número de respostas corretas do pré-teste para o pós-teste (Fig. 87). Perante estes resultados, a maioria dos estudantes, melhoraram os seus conhecimentos relativos ao sangue e sistema cardiovascular.

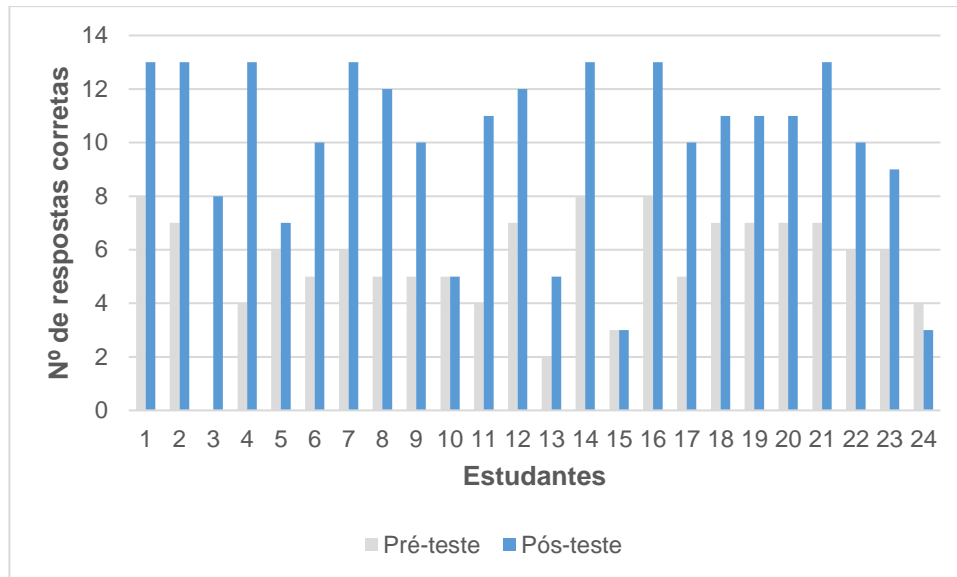


Figura 87 - Evolução de respostas corretas do pré-teste ao pós-teste por cada estudante (número aleatório atribuído aos estudantes).

Os resultados do pré-teste e pós-teste por questão constam das Tabelas 9 e 10. Numa análise das questões respondidas do pré-teste, as respostas corretas foram em maior número nas questões 6.1 e 6.2, com 18 e 21 respostas e foram menos nas questões 7, 6.4 e 1.2. As incompletas ocorreram mais nas questões 1.2 e 2, as incorretas foram mais elevadas nas questões 6.4 e 7, com 16 e 17 respostas erradas, e as NS/NR foram mais significativas nas questões 4 e 5 (Tab. 9). Segundo a Figura 88 e para uma amostragem de 24 respostas, podemos verificar que seis questões (3a, 3b, 6.1, 6.2., 6.3 e 6.5) tiveram 12 ou mais respostas certas, e cinco questões (1.2, 2, 3a e 3b) tiveram bastantes incompletas, além de que as incorretas e NS/NR ocorreram claramente em todas as questões (Fig. 88).

Tabela 9 - Respostas obtidas pelos estudantes do 9.º ano/questão do pré-teste sobre sangue e sistema cardiovascular, e a respetiva média de respostas e em percentagem.

Pré-teste (9º)		1.1	1.2	2	3a	3b	4	5	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	7	Média	% Média
Por pergunta	Corretas	10	4	6	12	12	11	5	18	21	12	4	14	3	10,2	42,3
	Incorretas	12	5	4	1	0	6	1	4	1	8	16	6	17	6,2	26,0
	Incompletas	0	13	12	9	10	0	11	0	0	0	0	0	0	4,2	17,6
	Não Sei/Não Respondeu	2	2	2	2	2	7	7	2	2	4	4	4	4	3,4	14,1
	Total de estudantes/respostas/ questão	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	100

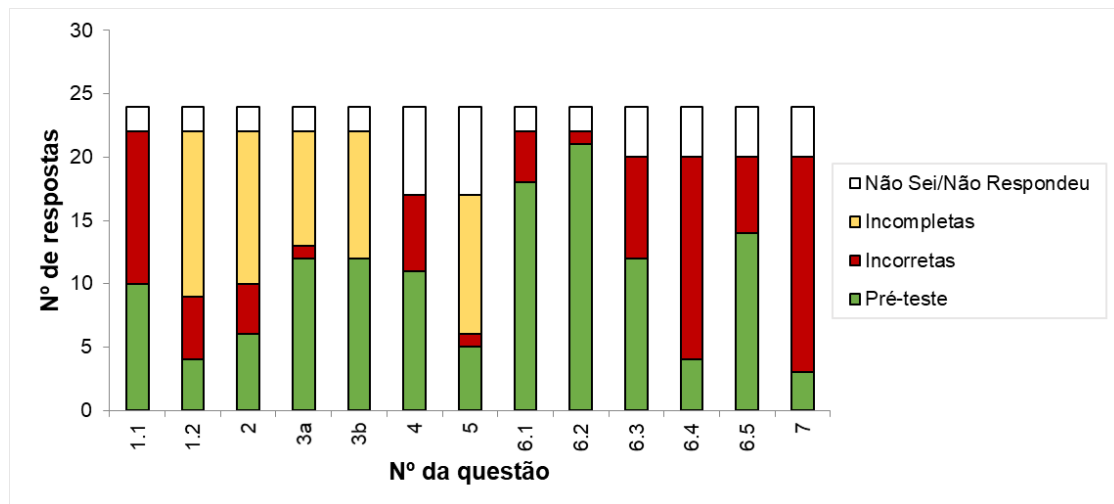


Figura 88 - Distribuição do número de respostas consoante o seu tipo por cada questão do pré-teste sobre sangue e sistema cardiovascular, obtidas na turma do 9.º I.

Relativamente à análise das questões respondidas no pós-teste, as respostas corretas foram mais frequentes nas questões 6.1 e 6.2 com 21 e 23 respostas, respetivamente. A questão 5 (completar a legenda do coração) teve mais respostas incompletas (com oito). Na categoria das incorretas, estas foram mais frequentes nas questões 6.4 e 6.3. com 8 e 6 erradas, e nas 1.1 e 6.5 com 5 respostas incorretas. Apenas duas respostas NS/NR na pergunta 1.2 e uma NS/NR nas questões 3a, 3b e 4. Averiguando a Figura 89, no pós-teste ainda ocorreram várias questões com algumas respostas incorretas, apesar de haver poucas NS/NR. Observam-se cinco questões com algumas incompletas. O facto de estas questões terem mais respostas incompletas, incorretas ou NS/NR, provavelmente estará relacionado a um maior grau de dificuldade destas e assuntos mais difíceis de compreender. No entanto, todas as questões obtiveram mais de 15 respostas certas por isso se pode dizer que houve um bom desempenho dos estudantes no pós-teste (Fig. 89).

Tabela 10 - Respostas obtidas pelos estudantes do 9.º ano por questão do pós-teste sobre sangue e sistema cardiovascular e a respetiva média de respostas e em percentagem.

Pós-teste		1.1	1.2	2	3a	3b	4	5	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	7	Média	% Média
		Por questão	19	18	17	17	17	20	16	23	21	18	16	19	18	18,38	76,6
Corretas	5	1	2	0	0	3	0	1	3	6	8	5	6	3,08	12,8	
Incorretas	0	3	5	6	6	0	8	0	0	0	0	0	0	2,15	9,0	
Incompletas	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,38	1,6	
Não Sei/Não Respondeu																
Total de estudantes/respostas/questão	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24,00	100

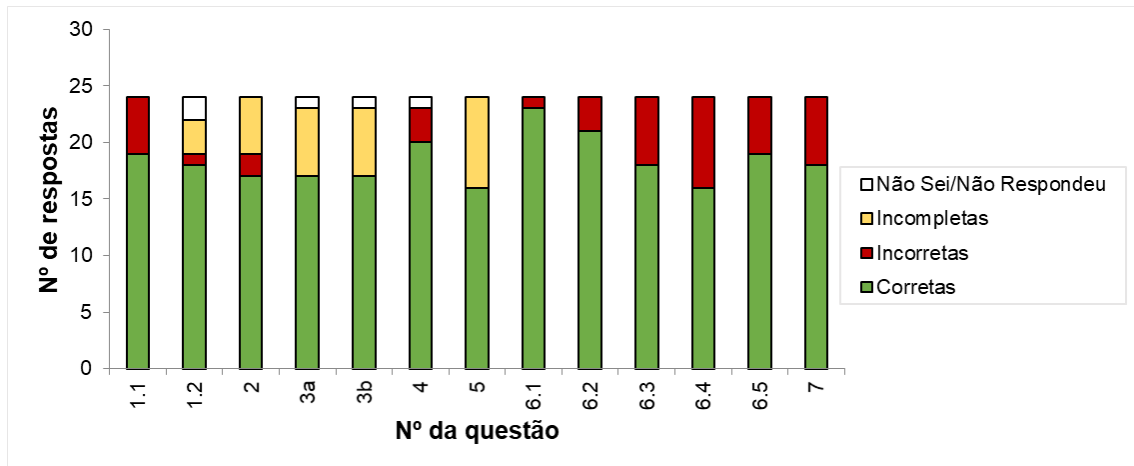


Figura 89 - Distribuição do número de respostas consoante o seu tipo por cada pergunta do pós-teste sobre sangue e sistema cardiovascular, obtidas na turma do 9.º I.

Para cada categoria de resposta (correta, incorreta, incompleta e NS/NR), foi feito um gráfico que em cada uma das questões apresenta a diferença do número de respostas do pré-teste para o pós-teste, e, portanto, a evolução do conhecimento dos estudantes neste período de tempo (Fig. 90).

No gráfico que corresponde às respostas corretas do pré-teste ao pós-teste, ocorreu uma subida do número de respostas corretas em quase todas as questões, com a exceção da questão 6.2 que se manteve em 21 certas. Nota-se que os resultados do pós-teste são bons para todas as questões (valores acima das 15 corretas. Em algumas das questões a subida foi considerável), mostrando uma melhoria significativa dos conhecimentos acerca destes temas. Por fim, observando o gráfico das respostas incompletas, verifica-se um decréscimo da sua frequência no pós-teste, especialmente nas questões 1.2 (que pedia a legenda dos constituintes do sangue numa imagem de sangue ao microscópio ótico) e 2 (funções dos constituintes do sangue), não por aumento das incorretas ou NS/NR, mas sim por aumento das corretas (Fig. 90).

Ainda no gráfico das respostas incorretas da Figura 90, do pré-teste para o pós-teste verificou-se uma diminuição em quase todas as questões com respostas erradas, sendo que nas questões 1.1, 6.4 e 7 a descida foi ainda mais acentuada, com exceção da questão 6.2 que aumentou em duas respostas erradas. Este aumento poderá ter acontecido porque há a possibilidade de alguns dos estudantes terem acertado no pré-teste ao acaso ou tinham respondido NS/NR da primeira vez. No que diz respeito ao gráfico das respostas NS/NR, com a exceção da pergunta 1.2, ocorreu uma diminuição clara deste tipo de respostas, facto que poderá significar uma maior confiança dos estudantes em responder acertadamente às questões (Fig. 90). Ou seja, verificou-se o aumento das respostas corretas na maioria das questões e a diminuição das respostas incompletas, NS/NR e incorretas do pré-teste ao pós-teste, como era pretendido.

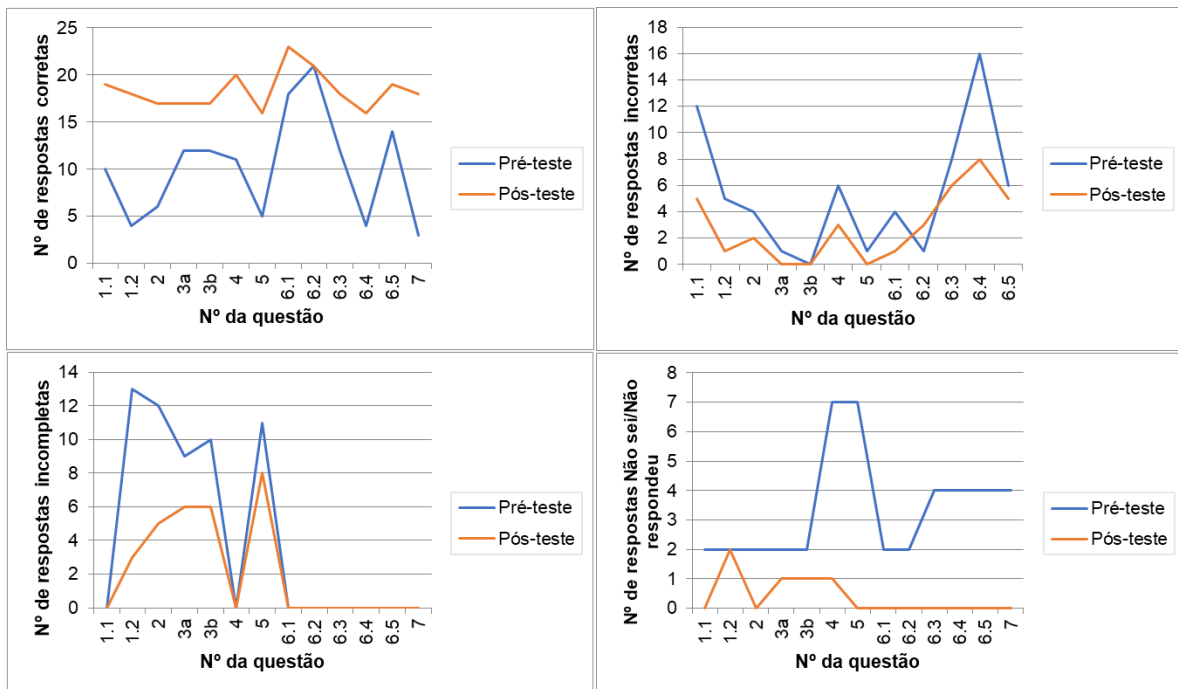


Figura 90 – Evolução das respostas do pré-teste para o pós-teste para todas as questões deste, consoante a categoria que exprime o grau de desempenho do estudante (corretas, incorretas, incompletas e Não sei/não respondeu) no 9.º I.

Por fim, a partir dos gráficos da Figura 91, foi analisada a média de respostas corretas, incorretas, incompletas e NS/NR referente ao total ou soma das questões no pré-teste e no pós-teste, e comparados os resultados. No pós-teste, ainda existem questões com respostas incorretas, incompletas ou NS/NR devido ao maior grau de dificuldade destas, seja pela maior atenção exigida ao responder ou pela complexidade dos conceitos e ideias questionadas. De uma forma geral, do pré-teste para o pós-teste, é possível averiguar que a média de respostas corretas aumentou consideravelmente para 18,38 (76,6%) e houve a redução das respostas incorretas para 3,08 (12,8%), incompletas para 2,15 (9%) e NS/NR para 0,38 (1,6%), indicando que o desempenho dos estudantes registou uma melhoria no pós-teste, com bons resultados a decorrerem de uma melhor aprendizagem e de conhecimentos mais sólidos quanto aos temas do sangue e sistema cardiovascular (Fig. 91). Em conclusão, a seguir às aulas assistidas que lecionei e numa perspetiva global, o aproveitamento dos estudantes desta turma 9.ª em consequência do ensino destes temas foi francamente positivo.

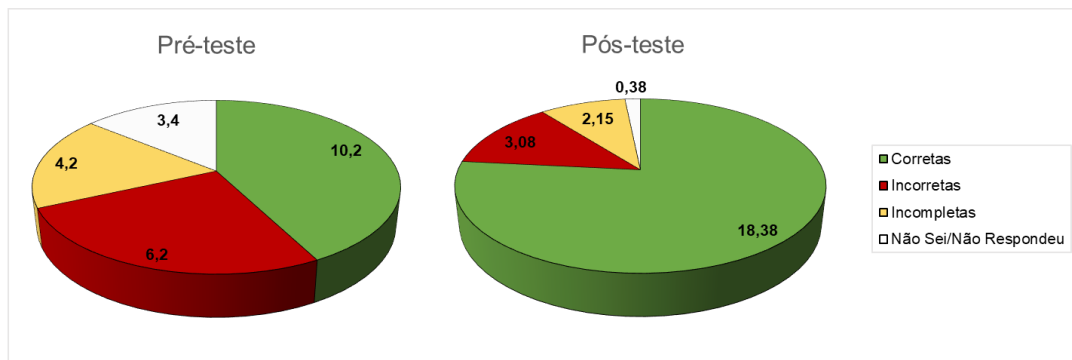


Figura 91 - Distribuição média das respostas (N=23) para o total de questões do pré-teste e do pós-teste no 10^oA.

7. Considerações finais

O estágio pedagógico do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia e as práticas letivas que este proporciona, são etapas fundamentais no processo de preparação e formação dos futuros docentes de Ciências Naturais, uma vez que permitem o contato direto, no dia a dia, com estudantes do ensino secundário e do 3.º ciclo do ensino básico, acompanhando outros profissionais que exercem funções na escola. É neste ambiente de ensino/aprendizagem, onde se encontra a realidade educativa e escolar, que o estagiário desenvolve competências práticas e partilha experiências que lhe irão facilitar a sua integração profissional na carreira docente pública ou privada. No decorrer do estágio é possível conhecer aquilo que um professor faz, como o executa e em que circunstâncias o aplica. Toma-se contacto com as dinâmicas do processo de ensino-aprendizagem e começa-se a lidar com os estudantes e com os desafios que surgem das práticas letivas. Neste âmbito, também é importante saber acerca do que se faz numa direção de turma e como decorre o processo de avaliação. Para tal, tive a experiência de assistir a reuniões de avaliação, onde os professores expuseram e debateram entre si os desafios que enfrentaram com os seus estudantes, e trocando ideias de como melhorar atitudes e aprendizagens, para além de atribuírem as classificações.

Como tive oportunidade de descrever anteriormente, ao longo do estágio foram colocadas várias atividades e desafios inerentes à formação docente e foram surgindo algumas adversidades.

Infelizmente ou não, este estágio também foi marcado pela pandemia Covid que impediu ou limitou a realização de atividades de cariz laboratorial e de campo, restringindo a partilha de material e o manuseamento de amostras pelos estudantes, os quais ainda tiveram de manter uma determinada distância mínima entre eles, pelo que estavam restritos aos lugares previamente marcados, sem poderem circular pela sala de aula mais do que o estritamente necessário. Este afastamento físico não terá, certamente, favorecido o trabalho prático/experimental e cooperativo. No entanto, as mesmas restrições também trouxeram consigo a possibilidade de entrar em contato com o ensino à distância e *online*, seja pela partilha de materiais e de *feedback* na plataforma *Classroom*, ao longo do ano, ou ainda, pela oportunidade de assistir a diversas aulas à distância, que me foi facultada durante o período de confinamento, no segundo período do ano letivo de 2020/2021.

O estágio possibilitou-me ter as primeiras experiências como professora e lecionar as primeiras aulas de uma forma supervisionada, de modo que tive a oportunidade de poder contar com a cooperação e orientação de alguém com mais experiência, que me alertou sobre imprecisões e erros cometidos, tanto na gestão da sala de aula e do relacionamento com os estudantes, como ao nível de planificações, conteúdos e sua lecionação, enfatizando

aspectos onde poderia melhorar, enquanto professora estagiária. Tal como aconteceu, a partilha e troca de experiências e conhecimentos é essencial nesta fase inicial, ao desempenhar um papel fundamental na minha formação como docente.

Em concreto, o conhecimento das aprendizagens essenciais e dos manuais escolares adotados pela escola, como base para a realização de planificações de médio e curto prazo, contribuiu na seleção dos temas a lecionar e na distribuição e organização dos conteúdos e atividades mais apropriadas, pelas várias aulas a serem lecionadas.

A lecionação dessas aulas permitiu-me ensinar e partilhar conhecimentos diretamente aos estudantes das duas turmas em que intervim, participando ativamente na sua aprendizagem, relativamente aos assuntos anteriormente referidos, com ênfase para o “Vulcanismo” (10.º ano) e para o “sangue e sistema cardiovascular” (9.º ano), bem como interagindo com eles, ao captar a sua atenção e interesse, e criar uma relação de confiança e de empatia.

Na construção de testes sumativos e descritores de desempenho (critérios de correção) foi possível adquirir aptidões relativas à realização dos mesmos (m esmo sem terem sido implementados aos alunos). A proposta do relatório “V de Gowin” ao 10.º ano, sobre a atividade desenvolvida em torno da simulação de um geiser, foi fundamental, não só no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes desta turma, mas também para a minha formação ao nível das competências em *feedback* e de como corrigir provas de avaliação.

A aplicação de pré-testes e de pós-testes foi mais uma das estratégias com cariz formativo ou sumativo, que me permitiram compreender o estado de aprendizagem em que os alunos se encontravam, nos temas atrás designados. Em termos globais, verificou-se que os estudantes do 10.º ano obtiveram um resultado positivo no “V de Gowin”, registando-se, também, uma evolução francamente positiva nos resultados das respostas obtidas do pré-teste para o pós-teste, aspetos que parecem revelar o desenvolvimento de competências e conhecimentos duradouros nos respetivos subtemas de Vulcanologia. Quanto aos estudantes do 9.º ano, estes também melhoraram expressivamente os seus resultados do pré-teste para o pós-teste, alcançando um bom desempenho neste último, o que poderá indiciar a ocorrência de aprendizagens significativas dos conteúdos lecionados sobre o sangue e sistema cardiovascular.

Uma vez que, no histórico destas turmas, o comportamento e o aproveitamento conceptual, atitudinal e escolar é reconhecido como bom, a interação com os discentes foi favorável e as aulas foram auspiciosas ao processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, também contribuindo para influenciar positivamente os resultados referente ao “V de Gowin” e aos pré e pós-testes.

Por tudo isto, pude alcançar a generalidade dos objetivos propostos no início do ano-letivo. No âmbito do estágio educacional, a oportunidade que me foi dada de aprender a

Os fluidos da Terra e da vida!

ensinar, de comunicar com discentes e de aprender com eles e com os orientadores, consubstancia-se no presente relatório, cujo seguimento será, certamente, aproveitado como um conjunto de ferramentas facilitadoras do início da minha carreira como professora de Biologia e Geologia, integrando o sistema de ensino com vontade, competência e profissionalismo.

8. Referências bibliográficas

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2014). *Cellular and molecular immunology E-book* (8th ed.). Elsevier Health Sciences.
- AECO - Agrupamento de escolas Coimbra Oeste (2021a). Escola Secundária D. Duarte. Disponível em <https://www.aecoimbraoeste.pt/index.php/escolas/secundaria-d-duarte>
- AECO - Agrupamento de escolas Coimbra Oeste (2021b). Plano de ensino à distância E@D 2020/2021.
- Albuquerque, C. (2010). Processo ensino-aprendizagem: características do professor eficaz. *Millenium*, 39, 55-71.
- Alves, E. I. (2010a). *Pequeno Atlas do sistema Solar*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Alves, E. I. (2010b). *Estas máquinas chamadas mundos*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Araújo, K. T., & Braz, A. C. D. A. R. (2014). Panorama histórico da educação durante os séculos xvii e xviii. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, 30(59), 63-72.
- Artigo 20º do Decreto-Lei n.º 55/2018 (2018). Disponível em <https://dre.pt/web/quest/pesquisa/-/search/115652962/details/normal?l=1> e <https://dre.pt/application/conteudo/115652962>
- Balbinot, M. C. (2005). Uso de modelos, numa perspectiva lúdica, no ensino de ciências. Encontro ibero-americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola, 4, 1-8.
- Bartsch, R. A., & Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures. *Computers & education*, 41(1), 77-86.
- Batisteti, C. B., Caluzi, J. J., de Araújo, E. S. N., & Lima, S. G. (2007). O sistema de grupo sanguíneo Rh. *Filosofia e História da Biologia*, 2(1), 85-101.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2014). *Metas Curriculares – Ciências naturais 9.º Ano*. Direção Geral de Educação e Ciência. Disponível em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/metas_curriculares_ciencias_naturais_9_ano_0.pdf.

- Brilha, J. B., Braga, M. A., Proust, D., & Dudoignon, P. (1998). A disjunção colunar na chaminé vulcânica de Penedo de Lexim (Complexo Vulcânico de Lisboa) – morfologia e génese. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 84(1), B164-B167.
- Cachapuz, A. F. (2014). Arte e ciência no ensino das ciências. *Interacções*, 10(31), 95-106.
- Cachapuz, A. F., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10(3), 363–381.
- Cachapuz, A. F., Shigunov, A., & Silva, A. C. D. (2020). Formação inicial de professores de Física no Brasil e em Portugal: uma análise comparativa de modelos de formação. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 101, 146-163
- Caetano, I. D., Neves, R. G., Teodoro, V. D., & de Lisboa, N. (2013). Visualizações 3D no ensino da química: um estudo com documentos interativos digitais. I Encontro internacional da Casa das Ciências *COMUNICAÇÕES*, 50.
- Cappell, D. F. (1946). The blood group Rh. Part I. *British medical journal*, 2(4477), 601.
- Carson, H. L., Lockwood, J. P., & Craddock, E. M. (1990). Extinction and recolonization of local populations on a growing shield volcano. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(18), 7055-7057.
- Carvalho, A. M. de G. (2002). *Introdução ao estudo do magmatismo e das rochas magmáticas*. Editora Âncora.
- Cashman, K. V., & Cronin, S. J. (2008). Welcoming a monster to the world: Myths, oral tradition, and modern societal response to volcanic disasters. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176(3), 407-418.
- Cassidy, M., Manga, M., Cashman, K., & Bachmann, O. (2018). Controls on explosive-effusive volcanic eruption styles. *Nature communications*, 9(1), 1-16.
- Clement, L., & Terrazzan, E. A. (2012). Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, 7(2), 98-116.
- Coelho, M. A., & Dutra, L. R. (2018). Behaviorismo, cognitivismo e construtivismo: confronto entre teorias remotas com a teoria conectivista. *Caderno de Educação*, 49, 51-76.
- Costa, J. A. M. (2000). Educação em ciências: novas orientações. *Millenium*, 19.
- Czajkowski, M. (2002). A geological tour of the islands of Madeira and Porto Santo. *Geology Today*, 18(1), 26-34.

- Dantas, A. P. J., Dantas, T. A. V., Farias, M. I. R., Silva, R. P., & Costa, N. P. (2016). Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In *Congresso Nacional de Educação*, Vol. 3.
- De Benedetti, A. A., Funicciello, R., Giordano, G., Diano, G., Caprilli, E., & Paterne, M. (2008). Volcanology, history and myths of the Lake Albano maar (Colli Albani volcano, Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176(3), 387-406.
- DE Pedome, A. D. E. (2021). Referencial de avaliação pedagógica-AEP, Ano letivo 2020-2021. https://aepedome.net/site/wp-content/uploads/2021/09/Referencial-de-Avaliacao-Pedagogica_.pdf.
- DGE - Direção Geral Da Educação (n.d.). *Aprendizagens Essenciais*. <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-0>.
- DGE - Direção Geral de Educação e Ciência (2018a). *Aprendizagens essenciais – Ciências naturais, 10º Ano*. Direção Geral de Educação e Ciência, Ministério da Educação. Disponível em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/ae_sec_biologia_e_geologia.pdf.
- DGE - Direção Geral de Educação e Ciência (2018b). *Aprendizagens essenciais – Ciências naturais, 9º Ano*. Direção Geral de Educação e Ciência, Ministério da Educação. Disponível em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_9a_ff.pdf.
- Dias A.G., Freitas M. C., Guedes F., & Bastos M.C. (2010). Estrutura interna da Terra. *Revista Ciência Elementar*, 1(1), 16.
- Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2013) Método de estudo (Estrutura Interna da Terra). *Revista Ciência Elementar*, 1(1), 40.
- Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2014). Ponto quente. *Revista Ciência Elementar*. 2(1), 15.
- Dias, R., Araújo, A. A., Terrinha, P., & Kullberg, J. C. (2013). *Geologia de Portugal, Volume I - Geologia Pré-mesozoica de Portugal*. Escolar Editora.
- Direção Geral da Educação - DGE, Direção Geral dos Estabelecimentos Escolares - DGEstE & Direção Geral da Saúde - DGS (2020). *Orientações, Ano letivo 2020/2021*. Disponível em https://www.dgeste.mec.pt/wp-content/uploads/2020/07/Orientacoes-DGESTE_DGE_DGS-20_21.pdf

- Duarte, M. C., (2016). Analogias na educação em ciências contributos e desafios. *Investigações em ensino de ciências*, 10(1), 7-29.
- Dunkley, P. N., & Young, S. R. (2000). Volcanic hazard mapping for development planning. *BGS Technical Report WC/00/20*.
- Duran, J. A., Chabert, T., Rodrigues, F., & Pestana, D. (2007). Distribuição dos grupos sanguíneos na população portuguesa. *ABO*, 29(Jan/Mar), 5-17.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance improvement quarterly*, 26(2), 43-71.
- European Space Agency - ESA (2014). *Introdução - Vulcões e o seu funcionamento*. https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Disasters_PT/SEMUI17TLPG_0.html
- Farhud, D., & Yeganeh, M. Z. (2013). A brief history of human blood groups. *Iranian journal of public health*, 42(1), 1.
- Farias, M. E., & Bandeira, K. (2009). O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 2(3), 60-71.
- Fernandes, D. (2019). Para um enquadramento teórico da avaliação formativa e da avaliação sumativa das aprendizagens escolares. *Avaliar para aprender em Portugal e no Brasil: Perspectivas teóricas, práticas e de desenvolvimento*, 139-164.
- Fernandes, D. (2021a). Avaliação pedagógica, classificação e notas: Perspetivas contemporâneas. *Practice*, 10(1), 1-23.
- Fernandes, D. (2021b). *Crítérios de avaliação*. Texto de Apoio à formação - Projeto de Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Ferraz, D. F., & Terrazzan, E. A. (2001). O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3).
- Forjaz, V. H. (2007). *Vulcão dos Capelinhos: memórias 1957-2007*. Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- GASPAR, J. L. (1998). Caracterização dos perigos e mitigação dos riscos associados a fenómenos vulcânicos na região dos Açores. 1^{as} Jornadas de Protecção Civil. Santa Maria, Vila do Porto, fevereiro de 1998.

- Gasparin, J. L., de Godoi, I. S. D., & Müller, M. E. (2021). Avaliação: análise e crítica de seus conceitos e suas funções. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 8, e021021-e021021.
- Geoparque Açores. (2016). Geoparque Açores (I). *Revista Ciência Elementar*, 4(2), 13.
- Gomes, J. A. (2007). 3. O Penedo do Lexim: uma leitura paleoambiental. *Boletim Cultural*, 6, 360-392.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. H. (2014). *Understanding Earth*. W. H. Freeman and Company.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2017). *Guyton & Hall: Tratado de fisiologia médica* (13ª ed.). Elsevier Editora Ltda.
- Hajdu, S. I. (2003a). The discovery of blood cells. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 33(2), 237-238.
- Hajdu, S. I. (2003b). Blood transfusion from antiquity to the discovery of the Rh factor. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 33(4), 471-473.
- Hoffbrand, A. V., Pettit, J.E., & Moss, P. A. H. (2006). *Fundamentos em hematologia* (4ª ed.). Artmed Editora.
- IPST (2020). Instituto Português do Sangue e da Transplantação.(.). <http://www.ipst.pt/index.php/pt/institucional/historia> acessado a 2/8/2021.
- Jerram, D. (2018). *Introdução à vulcanologia*. Oficina de Textos.
- King, S. D., & Ritsema, J. (2000). African hot spot volcanism: small-scale convection in the upper mantle beneath cratons. *Science*, 290(5494), 1137-1140.
- Landsteiner, K. (1901). Agglutination phenomena in normal human blood. *Wien Klin Wochenschr*, 14, 1132-4.
- Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos.
- Leite, T. (2010). Planeamento e conceção da ação de ensinar. Universidade de Aveiro.
- Lopes, F. C. (2018). Paisagens da Islândia: Formas e Processos (II), *Revista Ciência Elementar* V6(01):012.
- Loughlin, S. C., Sparks, R. S. J., Sparks, S., Brown, S. K., Jenkins, S. F., & Vye-Brown, C. (Eds.). (2015). *Global volcanic hazards and risk*. Cambridge University Press.
- Machado, A., de Azevedo, J. M. M., Sommer, C. A., Waichel, B. L., Saldanha, D. L., & Lima, E. F. (2009). O uso de imagens orbitais multiespectrais e de SRTM como apoio no mapeamento geológico-geomorfológico da ilha do Faial, Açores central. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 3341-3346). Natal, Brasil, INPE.
- Mader, S. S., & Windelspecht, M. (2018). *Human Biology* (15ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Montanari, T. (2016). *Histologia: texto, atlas e roteiro de aulas práticas* (3ª ed.). Editora
- Moore, G., Knight, G., & Blann, A. D. (2016). *Haematology* (2ª ed.). Oxford University Press.

- Moreira, J. A., Henriques, S., & Barros, D. M. V. (2020). Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. *Dialogia*, nº34, 351-364.
- Moreira, J. R., & Morgado, M. M. (2014). Recursos digitais no ensino das Ciências. *Revista de Ciência Elementar*, 2(3):061.
- Mukhtar, K., Javed, K., Arooj, M., & Sethi, A. (2020). Advantages, limitations and recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. *Pakistan journal of medical sciences*, 36(COVID19-S4), S27.
- Mundial da Unesco, G. A. G. (2016). Geoparque Açores (II). *Revista de Ciência Elementar*, 4(4).
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2014). *Medical microbiology E-book* (7ª ed.). Elsevier Editora Ltda.
- Nagem, R. L., de Oliveira, D. C., & Teixeira, J. A. D. Y. (2001). Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 197-213.
- Niu, Y., Shi, X., Li, T., Wu, S., Sun, W., & Zhu, R. (2017). Testing the mantle plume hypothesis: an IODP effort to drill into the Kamchatka-Okhotsk Sea basement. *Science Bulletin*, 62(21), 1464-1472.
- NPS - National Park Services (2019). *Hydrothermal Features*. Yellowstone National Park. <https://www.nps.gov/yell/learn/nature/hydrothermal-features.htm>
- Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- OSU - Oregon State University (2021). *Volcanoes*. Oregon State University. http://volcano.oregonstate.edu/volcanoes-0?fbclid=IwAR09v-Tikwm7xhKuRc9nSlzmNJAZ0a_m6T9gSYASYpeptY916Dokov83cl0 (consultado em 7/7/2021)
- Pacheco, J. M., Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J. V., ... & Goulart, C. (2013). Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores. *Geologia de Portugal*, 2, 595-690.
- Pinto, R., Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2015). Promover o questionamento junto de alunos de ciências do ensino básico. *Interacções*, 11(39), 667-679.

- Plebani, S., & de Souza Domingues, M. J. C. (2009). A utilização dos métodos de ensino: uma análise em um curso de Administração. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 10(2), 53-72.
- Porteiro, F. M., Ferraz, R., Tempera, F., Cardigos, F., Neves, V., Fraga, H., Melo, J., Santos, R. S., & equipa OGAMP (n.d.). Capelinhos: a “explosão de vida”. In V. H. Forjaz (Coord.), *Vulcão dos Capelinhos: Memórias 1957-2007* (pp. 639-666). Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- Ramé, A., & Thérond, S. (2012). *Anatomia e Fisiologia*. Climepsi Editores.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2014). *Campbell Biology* (10ª ed).. Pearson Education.
- Reis, P. (1995). Os mapas de conceitos como instrumento pedagógico. *Revista de Educação*, 1, 114-125.
- Ribatti, D. (2009). William Harvey and the discovery of the circulation of the blood. *Journal of angiogenesis research*, 1(1), 1-2.
- Ribeiro, O., & de Brito, R. S. (1958). Primeira notícia da erupção dos Capelinhos na ilha do Faial. In V. H. Forjaz (Coord.), *Vulcão dos Capelinhos: Memórias 1957-2007* (pp. 97-144). Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- Riede, F., Barnes, G., Elson, M. D., Oetelaar, G. A., Holmberg, K. G., & Sheets, P. (2020). Prospects and pitfalls in integrating volcanology and archaeology: A review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106977.
- Rocha, A. B., & Dragan, F. G. (2016). Formas de combinar aulas expositivas com diferentes métodos didáticos no ensino de Ciências. *Maiêutica-Ciências Biológicas*, 4(1), 25-36.
- Roldão, M. (2009). *Estratégias de ensino: o saber e o agir do professor*. Fundação Manuel Leão.
- Rosa, P. R. D. S. (2000). O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 17(1), 33-49.
- Saha, A., Bajpai, A., Krishna, V., & Bhattacharya, S. (2021). Evolving paradigm of prothrombin Ttime diagnostics with its growing clinical relevance towards cardio-compromised and COVID-19 affected population. *Sensors*, 21(8), 2636. <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/8/2636/htm#B30-sensors-21-02636>
- Santos, O. K. C., & Belmino, J. F. B. (2013). Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem. *Fórum internacional de pedagogia*, 5. Disponível em: [file:///C:/Users/filom/Downloads/44940Texto_3%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/filom/Downloads/44940Texto_3%20(1).pdf).

- Schein, Z. P., & Coelho, S. M. (2006). O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(1), 72-98.
- Schmincke, H. U. (2004). *Volcanism* (vol. 28). Springer Science & Business Media.
- Seeley, R. R., VanPutte, C. L., Regan, J., & Russo, A. (2014). *Seeley's anatomy & physiology* (10ª ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Self, S. (2006). The effects and consequences of very large explosive volcanic eruptions. *Philosophical Transactions of the Royal Society, A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845), 2073-2097.
- Serrano, M., Jubete, A., Murga, M. M., Aguado, M. J. D., & Companó, P. (2018). *Manual de formação docente*. Santillana.
- Setúval, F. A. R., & Bejarano, N. R. R. (2009). Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7.
- Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (2015). *The encyclopedia of volcanoes* (2nd Edition). Elsevier.
- Silbiger, L. N. (2005). O potencial educativo do audiovisual na educação formal. *Ciências da Comunicação e educação. The educational potential of audiovisual in formal education. Communication sciences and education. Atas do III Sopcom, VI Lusocom e II Ibérico*, 376-381.
- Silva, C. S., Amador, F., Baptista, J. F. P., Valente, R. A. (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10.º Ano*. Direção Geral de Educação e Ciência. Disponível em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Documentos_Disciplinas_novo/Curso_Ciencias_Tecnologias/Biologia_Geologia/biologia_geologia_10.pdf.
- Silva, E. M. R. (2016). Estudo analítico sobre plataformas digitais: possibilidades para a educação. *CIAIQ2016*, 1.
- Silverthorn, D. U. (2017). *Fisiologia humana: uma abordagem integrada* (7ª ed.). Artmed editora..
- Soares, D., Borges, F., Abrantes, I., Magalhães, P., Lopes, B., & Baptista, A. V. (2017). A 'Questão-Problema' nos relatórios do tipo 'V de Gowin': um estudo exploratório no 11.º ano de Biologia do ensino secundário português. *Indagatio Didactica*, 9(4), 385-406.

- Souza, N. A. D., & Boruchovitch, E. (2010). Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educação em Revista*, 26, 195-217.
- Sparks, R. S. J., Biggs, J., & Neuberg, J. W. (2012). Monitoring volcanoes. *Science*, 335(6074), 1310-1311.
- Teixeira, M. T., & Reis, M. F. (2012). A organização do espaço em sala de aula e as suas implicações na aprendizagem cooperativa. *Revista Meta: Avaliação*, 4(11), 162-187.
- Teixeira, R. E. C., Melo, H. S., & Costa, S. G. (2013). Padrões em Calçada Portuguesa nos Açores: um cruzamento entre o Património e a Matemática. *Açores Magazine*, 26-27.
- Torfin, A. (n/d). Topic 6.3 and 11.1- Defense against infectious diseases. <https://www.blendspace.com/lessons/XnPHfSxZ1ywcog/topic-6-3-and-11-1-defense-against-infectious-diseases>
- Valadares, J. (2006). O ensino experimental das Ciências: do conceito à prática: investigação/acção/reflexão. *Revista Proformar on-line*. ~
- Vasconcelos, A. P. M. F., & Astigarraga, A. A. (2021). Prática Docente, Experiência Formadora, Ensino Remoto em Tempos de Covid-19. *Ensino em Perspectivas*, 2(1), 1-11.
- Vasconcelos, C., Praia, J. F., & Almeida, L. S. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional (Impresso)*, 7(1), 11–19.
- Vieira, M. R. & Vieira, C. T. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem*. Horizontes Pedagógicos.
- Vieira, R. M., & Vieira, C. T. (2003). A formação inicial de professores e a didáctica das ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 231-252.
- Viseu, F., Fernandes, Â., & Gonçalves, I. (2009). O manual escolar na prática docente do professor de Matemática. *Actas do X Congresso Internacional Galego Português de Psicopedagogia. Universidade do Minho*
- Westhoff, C. M. (2007). The structure and function of the Rh antigen complex. *Seminars in hematology*, 44(1), 42-50).

Yildirim, A. (2003). Instructional planning in a centralized school system: Lessons of a study among primary school teachers in Turkey. *International review of education*, 49(5), 525-543.

APÊNDICE

Apêndice I – Planificação a longo prazo para o 12.º ano.

Apêndice II – Planificação a médio prazo para o 12.º ano, na disciplina de Biologia.

Apêndice III – Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

Apêndice IV – Descritores de desempenho do teste sumativo para o 9.º ano.

Apêndice I – Planificação a longo prazo para o 12.º ano.

Tabela 11- Exemplo de planificação a longo prazo para o 12ºano12.º ano

Período letivo	Dominios	Temas	Aulas totais por período	Aulas previstas
1º Período Início: 14 setembro Fim: 17 dezembro. 14 semanas 2 feriados (2ªfeira e 3ªfeira)	- Reprodução e manipulação da fertilidade	Apresentação Reprodução Humana Manipulação da fertilidade	1 8 8	39 – 42 (-3)
	- Património genético	Património Genético Alterações do material genético 30 Avaliação	8 8 6	
2º Período Início: 4 janeiro Fim: 24 março 12 semanas (termina 4ªfeira: menos 2 dias) Carnaval de 3 dias (2 a 4ªfeira)	- Imunidade e controlo de doenças	Sistema Imunitário Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doença Microrganismos e indústria alimentar	10 7 8	31 – 36 (-5)
	- Produção de alimentos e sustentabilidade	Avaliação	6	
3º Período Início: 6 abril (3ªfeira) Fim: 9 junho (4ªfeira) 9 semanas+2 dias Feriados 3 e 10 junho (5ªfeira)	- Produção de alimentos e sustentabilidade	Exploração das potencialidades da Biosfera e produção de alimentos	8	27 – 28 (+2-1)
	- Preservar e recuperar o ambiente	Poluição e degradação de recursos Crescimento da população humana e sustentabilidade Avaliação	8 5 6	

Apêndice II – Planificação a médio prazo para o 12.º ano, na disciplina de Biologia.



Tabela 12 – Exemplo de planificação a médio prazo, para o 12.º ano na disciplina de Biologia.

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
I - Reprodução e manipulação da fertilidade	<p>Apresentação</p> <p>1- Reprodução Humana</p> <p>- Explicar a gametogénese e a fecundação aplicando conceitos de mitose, meiose e regulação hormonal.</p> <p>2- Manipulação da fertilidade</p> <p>- Interpretar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de fertilidade humana.</p> <p>- Interpretar situações que envolvam processos de manipulação biotecnológica da fertilidade humana (métodos contraceptivos, diagnóstico de infertilidade e técnicas de reprodução assistida).</p> <p>- Explorar informação sobre aspetos regulamentares e bioéticos associados à manipulação da fertilidade humana.</p> <p>- Planificar e executar atividades práticas (ex. pesquisa, entrevista a especialistas, atividades laboratoriais ou exteriores à sala de aula, organização de folhetos, exposições ou debates) sobre aspetos de fertilidade humana.</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Observação de preparações definitivas de cortes de gónadas e gâmetas de mamíferos.</p> <p>- Observação de gâmetas e fecundação externa do ouriço-do-mar.</p> <p>- Trabalho de pesquisa e debate sobre métodos contraceptivos e técnicas de reprodução assistida</p>	<p>- Reprodução Humana</p> <p>- Gametogénese</p> <p>- Espermatogénese</p> <p>- Oogénese</p> <p>- Fecundação</p> <p>- Mitose, meiose</p> <p>- Testículo</p> <p>- Ovário</p> <p>- Ciclo ovárico, ciclo uterino</p> <p>- Ovulação</p> <p>- Fecundação</p> <p>- Nidação, embrião, feto</p> <p>- Anexos embrionários</p> <p>- Desenvolvimento embrionário (crescimento, morfogénese, diferenciação celular)</p> <p>- Regulação hormonal</p> <p>- Manipulação da fertilidade</p> <p>- Métodos contraceptivos</p> <p>- Técnicas de reprodução assistida</p>	<p>1</p> <p>8</p> <p>8</p>	1º
II - Património genético	<p>3 - Património Genético</p> <p>- Interpretar os trabalhos de Mendel (mono e diíbrido) e de Morgan (ligação a cromossomas sexuais) valorizando o seu contributo para a construção de conhecimentos sobre hereditariedade e genética.</p> <p>- Explicar a herança de características humanas (fenótipos e genótipos) com base em princípios de genética mendeliana e não mendeliana (grupos sanguíneos Rh e ABO, daltonismo e hemofilia).</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Atividades lápis e papel (ex: construção e interpretação de heredogramas)</p>	<p>- Património Genético</p> <p>- Fenótipo e genótipo</p> <p>- Homozigótico e heterozigótico</p> <p>- Alelos</p> <p>- Genoma</p> <p>- Gene</p> <p>- Cromatina, cromossoma</p>	8	1º

Tabela 12 – (continuação) Exemplo de planificação a médio prazo, para o 12.º ano na disciplina de Biologia.

Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	<p>- Realizar exercícios sobre situações de transmissão hereditária (máximo de duas características em simultâneo, usando formatos de xadrez e heredograma).</p> <p>4 - Alterações do material genético</p> <p>- Explicar exemplos de mutações génicas e cromossómicas (em cariótipos humanos), sua génese e consequências.</p> <p>- Interpretar informação científica relativa à ação de agentes mutagénicos na ativação de oncogenes.</p> <p>- Explicar fundamentos básicos de engenharia genética utilizados para resolver problemas sociais. Interpretar informação sobre processos biotecnológicos de manipulação de ADN (obtenção de ADNc, amplificação de amostras de ADN por PCR, impressão digital genética, transformação genética de organismos).</p> <p>- Avaliar potencialidades científicas, limitações tecnológicas e questões bioéticas associadas a casos de manipulação da informação genética de indivíduos (diagnóstico e terapêutica de doenças e situações forenses).</p> <p>- Planificar e realizar atividades práticas (ex. pesquisa de informação, entrevistas a especialistas, atividades laboratoriais ou exteriores à sala de aula, organização de exposições ou debates) sobre manipulação de ADN.</p>	<p>- Visualização de vídeos sobre a utilização de técnicas de PCR</p> <p>- Análise e comparação de imagens de cariótipos humanos normais e de cariótipos com mutações cromossómicas</p> <p>- Debate sobre a utilização de OGM</p> <p>Avaliação</p>	<p>- Mutação (deleção, duplicação, translocação, inversão)</p> <p>- Haploidia e poliploidia</p> <p>- Agente mutagénico</p> <p>- Oncogene</p> <p>- Enzima de restrição</p> <p>- Ligase do DNA</p> <p>- Transcriptase reversa</p> <p>- Plasmídeo /Vetor</p> <p>- ADNc</p> <p>- ADNc</p> <p>- PCR</p> <p>- Transformação genética de organismos, OGM</p>	8	
				6	
III - Imunidade e controlo de doenças	<p>5 - Sistema Imunitário</p> <p>- Explicar processos imunitários (defesa específica/ não específicas; imunidade humoral/ celular, ativa/ passiva).</p> <p>6 - Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doença</p> <p>- Interpretar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de diagnóstico e controlo de doenças.</p> <p>- Interpretar informação sobre processos de alergia, doença autoimune e imunodeficiência.</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Atividades lápis e papel</p> <p>- Visualização de vídeos</p> <p>- Observação de preparações</p>	<p>- Sistema Imunitário</p> <p>- Defesa específica e não específica</p> <p>- Reação inflamatória</p> <p>- Diapedese</p> <p>- Fagocitose</p> <p>- Linfócitos, monócitos, macrófagos, eosinófilos, basófilos, neutrófilos</p> <p>- Imunidade inata e adquirida</p>	10	
				7	2º
Domínios	Aprendizagens essenciais por conteúdos	Estratégias	Conceitos	Aulas previstas	Período
	<p>- Explicar a importância dos anticorpos monoclonais em processos de diagnóstico e terapêutica de doenças.</p> <p>- Planificar e realizar atividades práticas (ex. pesquisa de informação, atividades laboratoriais ou exteriores à sala de aula, entrevistas a especialistas, exposições ou debates) sobre saúde do sistema imunitário.</p>	<p>definitivas ou imagens de diferentes agentes patogénicos e tecidos danificados por estes</p>	<p>- Antígeno e anticorpo</p> <p>- Imunoglobulina</p> <p>- Doença autoimune</p> <p>- Imunodeficiência</p> <p>- Vacina</p> <p>- Alergia</p> <p>- Anticorpos poli e monoclonais</p>		
IV - Produção de alimentos e sustentabilidade	<p>7 - Microrganismos e indústria alimentar</p> <p>- Interpretar informação relativa a intervenções biotecnológicas que visam resolver problemas de produção e conservação de alimentos.</p> <p>- Explicar processos de transformação de alimentos por microrganismos, aplicando conceitos de metabolismo.</p> <p>- Interpretar dados experimentais sobre atividade enzimática (efeito de temperatura, pH, inibição competitiva e não competitiva), aplicando conhecimentos de biomoléculas.</p> <p>- Realizar procedimentos laboratoriais/ experimentais sobre ação enzimática.</p> <p>- Planificar e realizar atividades práticas (ex. pesquisa de informação, atividades laboratoriais ou exteriores à sala de aula, entrevistas a especialistas, exposições ou debates) sobre processos de conservação de alimentos.</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Atividades lápis e papel</p> <p>- Visualização de vídeos</p> <p>- Atividades laboratoriais sobre a atividade enzimática</p> <p>-- Atividades laboratoriais sobre a fermentação (ex: produção de iogurte)</p> <p>Avaliação</p>	<p>- Produção de alimentos</p> <p>- Processos de conservação</p> <p>- Aditivos alimentares</p> <p>- Fermentação láctea, alcoólica e acética</p> <p>- Metabolismo</p> <p>- Via metabólica</p> <p>- Atividade enzimática</p> <p>- Centro ativo</p> <p>- Complexo enzima-substrato</p> <p>- Inibição competitiva e não competitiva</p> <p>- Cofator</p> <p>- Coenzima</p>	8	
				6	2º
	<p>8 - Exploração das potencialidades da Biosfera e produção de alimentos</p> <p>- Avaliar argumentos sobre vantagens e preocupações relativas à utilização de OGM na produção de alimentos.</p> <p>- Comparar métodos de controlo de pragas (biotecnológicos/ biocidas) em termos de eficácia e impactes.</p>	<p>- Apresentações PowerPoint</p> <p>- Atividades lápis e papel</p>	<p>- Produção de animais</p> <p>- Cultivo de plantas</p> <p>- Reprodução seletiva</p> <p>- Transgénico</p> <p>- Cultura de tecidos</p> <p>- Micropropagação</p> <p>- Ciclo reprodutor</p>	8	3º

Apêndice III – Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

 Universidade de Coimbra Agrupamento de Escolas	ES D. Duarte  D. DUARTE	Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Biologia e Geologia – 10.º A Ano letivo 2020/2021
--	--	--

Teste de avaliação sumativa – Vulcanismo

Critérios de classificação

Para 200 pontos

Grupo I

1. 37 pontos

1.1. 4 pontos

Tópicos:

- Fumarolas
- Géiseres
- Nascentes termais

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	3
	2	Apresenta 2 tópicos	2
	1	Apresenta 1 tópicos	1
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

1.2.10 pontos

Descreve considerando os tópicos:

- As nascentes termais correspondem à libertação de águas quentes e ricas em sais minerais para a superfície.
- Geralmente as águas das nascentes termais são provenientes de águas pluviais e subterrâneas que se infiltram e acumulam em rochas porosas (reservatórios subterrâneos) que pela sua proximidade à câmara magmática aquecem e ascendem à superfície.
- Noutros casos derivam do magma.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	9

1

Figura 100– Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

1.3. 5 pontos

Versão 1Resposta b)
Versão 2Resposta c)

1.4. 4 pontos

Refere que são as fumarolas.

1.5. 4 pontos

Refere que são Arquipélago dos Açores.

1.6. 10 pontos

Refere consoante os tópicos:

- Fumarolas são emissões de vapor de água e outros gases a temperaturas muito elevadas.
- As mofetas são fumarolas que emitem gases ricos em dióxido de carbono.
- As sulfataras são fumarolas onde predominam de gases de enxofre.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	9
	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

2. 19 pontos

2

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

2.1.	.....	4 pontos
	Identifica como sendo o géiser.	
2.2.	.....	10 pontos
	Versão 1 - D, C, F, B, A, E Versão 2 - E, D, F, C, B, A	
2.3.	.....	5 pontos
	Resposta d)	
Grupo II		
1.	.....	18 pontos
1.1.	.....	4 pontos
	Indica como sendo o Anel de Fogo do Pacífico.	
1.2.	.....	4 pontos
	Refere limites convergentes.	
1.3.	.....	5 pontos
	Versão 1: Resposta b) Versão 2: Resposta d)	
1.4.	.....	5 pontos
	Versão 1: Resposta b) Versão 2: Resposta c)	
2.	.....	24 pontos
2.1.	.....	4 pontos
	Tópicos: 1- limites convergentes 2- limites entre uma placa continental e oceânica.	
		3

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	3
	1	Apresenta 1 tópicos	1,5
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

2.2. 10 pontos

Explica, considerando os seguintes tópicos:

- Este vulcanismo resulta da fusão da placa litosférica, neste caso oceânica, em consequência da fricção destas placas quando mergulham a certas profundidades do interior da Terra e ficam sujeitas a elevadas temperaturas e pressões.

- A fusão desta placa resulta na formação de magma menos denso e viscoso (ácido e rico em sílica) que ascende até à camara magmática e, posteriormente, até à superfície. Forma-se um magma pouco profundo que contém mais material assimilado da crosta (sedimentos da litosfera continental). Ao ascender, arrasta consigo fragmentos das rochas encaixantes.

- Geralmente resulta em erupções do tipo explosivo.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	9
	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

2.3. 5 pontos

Versão 1: Resposta d)

Versão 2: Resposta c)

2.4. 5 pontos

Versão 1: Resposta a)

Versão 2: Resposta b)

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

3. 46 pontos
 3.1. 6 pontos

Tópicos da legenda:

- 1. Vulcão
- 2. Pluma térmica
- 3. *Hotspot* (ou ponto quente)

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
3	Apresenta 3 tópicos	6
2	Apresenta 2 tópicos	4
1	Apresenta 1 tópico	2

3.2. a 3.5. 4 x 5..... 20 pontos

Itens	3.2	3.3	3.4	3.5.
Versão 1	c)	b)	c)	b)
Versão 2	d)	c)	b)	c)

3.6. 10 pontos

Considera os seguintes tópicos:

- A ilha Kauai representadas na figura 4B é mais antiga que a ilha Hoahu
- Justifica que a Kauai se encontra mais afastada do ponto quente em comparação com a Hoahu.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	9
	1	Apresenta 1 tópicos	4,5
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

5

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

3.7. 10 pontos

Explica considerando os seguintes tópicos:

- O *hotspot* dá origem a um vulcão com erupções que estão na base da formação de uma ilha.
- A placa litosférica desloca-se sobre o *hotspot* que corresponde a uma pluma térmica proveniente do manto profundo.
- Ao afastar-se do *hotspot*, o primeiro vulcão deixa de obter magma do *hotspot* e fica extinto. Um novo vulcão é formado por cima do *hotspot*, e assim por adiante.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	9
	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

4. 4 pontos

Refere que estão associados a limites divergentes.

5. a-z. 3 x 5..... 15 pontos

Itens	5	6	7
Versão 1	a)	a)	d)
Versão 2	b)	b)	b)

Grupo III

1. 8 pontos

1.1. 4 pontos

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

Tópicos:

- Deslizamentos de massas
- Projeção de piroclastos

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	3
	1	Apresenta 1 tópicos	1,5
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

1.2. 4 pontos

Refere que o risco mencionado no texto resultou na morte de 25 mil pessoas.

2. 10 pontos

Relaciona, considerando os seguintes tópicos:

- As cinzas, pela sua reduzida dimensão, podem trazer problemas respiratórios por obstrução das vias aéreas respiratórias.

- Grandes quantidades de cinzas vulcânicas são libertadas para a atmosfera, a consideráveis distâncias, e vão contribuir para a diminuição dos índices de luminosidade e alterar os valores da temperatura e o clima durante algum tempo.

- A partir do princípio das causas atuais, os cientistas têm relacionado os efeitos da atividade vulcânica com o clima de épocas passadas, de forma a justificar extinções em massa que aconteceram no passado.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	9
	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

7

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

3. 9 pontos

Versão 1 – Resposta a correspondências: 1- B e C, 2- A, 3- D, 4- F, 5- E.
 Versão 2 – Resposta a correspondências: 1- C e D, 2- B, 3- F, 4- A, 5- E.

4. 5 pontos

Indica dois dos seguintes tópicos:

- Tratamentos de saúde e beleza
- Energia geotérmica
- Solos férteis
- Recursos minerais e litológicos
- Dados científicos
- Interesse turístico

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	4
	1	Apresenta 1 tópicos	2
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

5. 5 pontos



Versão 1: Resposta c)
 Versão 2: Resposta b)

Resumo

Grupo	Itens (cotações)											
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3			
I	(4)	(10)	(5)	(4)	(4)	(10)	(4)	(10)	(5)			56
II	(4)	(4)	(5)	(5)	(4)	(10)	(5)	(5)				107
	(6)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5+5)	(10)	(4)	(5)	(5)	(5)	
III	(4)	(4)	(10)	(9)	(5)	(5)						37
Total												200

Figura 100– (continuação). Critérios de classificação ou descritores de desempenho do teste sumativo para o 10.º ano.

Apêndice IV – Descritores de desempenho do teste sumativo para o 9.º ano.

	ES D. Duarte 	3º Círculo do Ensino Básico Ciências Naturais – 9º I Ano letivo 2020/2021
---	---	---

Teste sumativo – descritores de desempenho

Sangue e sistema cardiovascular

Grupo I

1. 45 pontos

1.1. 6 pontos

Tópicos da legenda:

1- Leucócitos
2- Eritrócito ou hemácia ou glóbulo vermelho

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	6
	1	Apresenta 1 tópicos	3

1.2. 6 pontos

Correspondências: 1 – B; 2 – C; 3 – B; 4 – A.

Parâmetro	Nível	Número de correspondências corretas	Pontuação
	3	4	6
	2	3	3
	1	2	2

1.3. 7 pontos

Tópicos:

X - Diapedese
Y - Fagocitose

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta 2 tópicos	7
	1	Apresenta 1 tópicos	3,5

1.4. 6 pontos

Tópico:

- Os leucócitos conseguem sair dos capilares sanguíneos porque têm capacidade de alterar a sua forma.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	1	Apresenta 1 tópicos	5
Discurso e rigor	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1

1

Figura 101 - Descritores de desempenho do teste sumativo para o 9.º ano

científico	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5
------------	---	---	-----

1.5. a 1.8 5 pontos x 4 20 pontos

Itens	1.5	1.6	1.7	1.8
Resposta	a)	d)	c)	b)

2. 15 pontos

2.1. a 2.3. 5 pontos x 3 15 pontos

Itens	2.1	2.2	2.3
Resposta	b)	a)	c)

Grupo II

1. 6 pontos

Correspondências dos números da legenda com as alíneas da chave:

1 – G, 2 – D, 3 – C, 4 – I, 5 – A, 6 – F, 7 – E, 8 – B, 9 – H, 10 – K, 11 – L, 12 – J

Parâmetro	Nível	Número de correspondências corretas	Pontuação
Conteúdo	6	12	6
	5	10	5
	4	8	4
	3	6	3
	2	4	2
	1	2	1

2. 21 pontos

2.1. a 2.5. 4,2 pontos x 5 21 pontos

Itens	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Resposta	d)	b)	a)	c)	a)

3. 7 pontos

Tópicos:

- As diferenças de espessura das cavidades do coração estão relacionadas com a distância que o sangue percorre a partir destas.
- O miocárdio é mais espesso nos ventrículos do que nas aurículas porque as aurículas recebem o sangue através das veias, e enviam-no para os ventrículos que se seguem.

2

Figura 101 - (continuação). Descritores de desempenho do teste sumativo para o 9.º ano.

- O miocárdio do ventrículo esquerdo é mais espesso que o do ventrículo direito porque uma maior espessura do miocárdio vai dar maior poder de contração ao ventrículo esquerdo permitindo atingir uma distância maior uma vez que este impulsiona o sangue para todas as outras partes do corpo enquanto que o ventrículo direito impulsiona o sangue os pulmões.

Parâmetro	Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
Conteúdo	3	Apresenta 3 tópicos	6
	2	Apresenta 2 tópicos	4
	1	Apresenta 1 tópicos	2
Discurso e rigor científico	2	Apresenta discurso estruturado e rigor científico	1
	1	Apresenta falhas na estruturação do discurso ou imprecisão científica	0,5

4. 6 pontos
Correspondências: A – 2, B – 1, C – 3.

Parâmetro	Nível	Número de correspondências corretas	Pontuação
	2	3	6
	1	2	3

Figura 101 - (continuação). Descritores de desempenho do teste sumativo para o 9.º ano.