

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

João Emanuel Cunha da Silva

HINOKI: UM CONTO GEOBIOLÓGICO

SISMOLOGIA, MULTICELULARIDADE E CICLOS DE VIDA NO
ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO

Relatório de estágio pedagógico no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º 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 ao Departamento de Ciências da Vida e Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Setembro de 2019



João Emanuel Cunha da Silva

Hinoki: um conto geobiológico

Sismologia, multicelularidade e ciclos de vida no Ensino
Básico e Secundário

Relatório de estágio pedagógico no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º 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 ao Departamento de Ciências da Vida e Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia, para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (Decreto Lei nº 79/2014, de 14 de maio).

Setembro de 2019

Agradecimentos

À Professora Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes, pelo apoio, empatia, saber, dedicação e apelo à produção de trabalhos detalhados e rigorosos.

Ao Professor Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, pela orientação, suporte e erudição, com destaque para a valorização da componente histórica no ensino das Ciências.

Ao Professor Paulo Magalhães, pelo conhecimento, espírito de partilha, cooperação, encorajamento, humor e apoio ao longo do ano letivo.

Ao corpo docente e não docente da Escola Secundária D. Duarte, pela gentileza e disponibilidade.

Aos alunos que tive, que me proporcionaram um crescimento pessoal e profissional.

Ao Miguel, Joana, Cristina e Osório, pela amizade, por terem acreditado em mim, pela troca de ideias e pelas inúmeras gargalhadas partilhadas.

Ao meu padrasto, por me mostrar que não é preciso ser do mesmo sangue para se ser pai.

À minha mãe, por ser a mãe que é. Pelo carinho, amor e apoio que sempre me deu e pela educação que me proporcionou.

Às minhas irmãs, Carla e Liliana, pelas memórias, amor, educação e amizade.

Ao meu irmão, David, pelos diálogos intermináveis e mútua instigação.

Ao meu sobrinho, Gustavo, por ter trazido cor ao meu mundo.

À Mariana, por me completes, pelas memórias, por me compreenderes, pelo enorme amor e carinho, pela garra que tens e por estares sempre ao meu lado. Por te ter encontrado.

Hinoki: um conto geobiológico- sismologia, multicelularidade e ciclos de vida no Ensino Básico e Secundário

Resumo

Este relatório pretende apresentar o trabalho realizado ao longo da unidade curricular “Estágio Pedagógico e Relatório”, pertencente ao Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia do 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Os principais objetivos desta unidade passaram por: 1) enquadrar os conhecimentos construídos durante a licenciatura e mestrado, nos documentos vinculados pela Direção-Geral da Educação (DGE); 2) conhecer a realidade escolar e métodos de trabalho conducentes a uma prática docente de qualidade; 3) verificar a eficácia de diferentes estratégias e recursos pedagógicos; 4) refletir sobre o aprendizado efetuado ao longo do estágio pedagógico. A iniciação à prática profissional incluindo a prática de ensino supervisionado foi implementada em turmas do 7º e 11º anos de escolaridade, na Escola Secundária D. Duarte (ESDD), durante o ano letivo de 2018/2019. No 7º ano, foi lecionada Geologia, com o tema “Sismologia” a ser explorado. Por seu turno, no 11º ano, foi lecionada Biologia, com a exploração dos temas “Ciclos de vida: unidade e diversidade” e “Unicelularidade e multicelularidade”. A prática letiva centrou-se em atividades de carácter prático e cooperativo, como atividades práticas de lápis e papel, uso de metodologia *hands-on*, representações e método de Jigsaw. O uso de V de Gowin, mapas de conceitos e resumos possibilitaram o alcance de ordens de pensamento superiores, melhorando a taxa de retenção de informação e posterior recuperação de conhecimento. A avaliação foi efetuada com base em pré-testes e pós-testes, atividades práticas e provas escritas de avaliação sumativa, com os resultados de ambas as turmas a indicar uma melhoria geral ao nível dos conhecimentos, o que indica que a prática letiva teve um impacto positivo em termos cognitivos.

Palavras-chave: Atividades práticas e cooperativas; ciclos de vida; evolução biológica; estágio pedagógico; sismologia.

Hinoki: a geobiological tale- seismology, multicellularity and life cycles in Basic and Secondary Education

Abstract

This report intends to present the work carried out along the curricular unit "In-School Training and Report", of the MSc in Teaching of Biology and Geology in 3rd cycle of Basic and Secondary Education. The main goals of this curricular unit were to: 1) frame the knowledge constructed during the bachelor's and master's degrees in documents linked by the DGE; 2) know the school reality and working methods leading to an improved teaching practice; 3) verify the efficacy of different pedagogical strategies and resources; 4) reflect on the learning assimilated throughout the year. The initiation to professional practice including supervised teaching was implemented in the D. Duarte Secondary School (DDSS), during the academic year of 2018/2019, in classes of the 7th and 11th grades. The Geology was taught in the 7th grade, with the exploration of the theme "Seismology". The Biology was taught in the 11th grade, with the themes "Life cycles: unity and diversity" and "Unicellularity and multicellularity" being explored. The teaching practice was focused on activities with a practical and cooperative nature, such as pencil and paper activities, use of "hands-on" methodology, representations and the "Jigsaw method". The use of the "V of Gowin", concept maps and abstracts, enabled the reach of higher thought orders, improving the rate of information maintenance and subsequent recovery of knowledge. The evaluation was based on pre-tests and post-tests, activities and examinations, with the results of both classes signifying a general improvement in terms of knowledge, which indicates that the teaching practice had a positive impact in the scholars' cognition.

Keywords: Biological evolution; in-school training; life cycles; practical and cooperative activities; seismology.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
1.1. Prólogo.....	2
1.2. Enquadramento do relatório	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Enquadramento curricular	3
2. Enquadramento teórico	4
2.1. Pedagogia.....	4
2.1.1. Teorias de aprendizagem.....	4
2.1.1.1. Importância das teorias de aprendizagem na melhoria das práticas letivas	4
2.1.1.2. Behaviorismo.....	4
2.1.1.3. Cognitivismo	4
2.1.1.4. Construtivismo	5
2.1.2. Planificação, organização e gestão de aula	6
2.1.2.1. Planificações a curto prazo.....	6
2.1.2.2. Organização do espaço físico e gestão comportamental.....	6
2.1.3. Estratégias e recursos.....	8
2.1.3.1. Atividades práticas	8
2.1.3.2. Aprendizagem cooperativa e método de Jigsaw.....	9
2.1.3.3. V de Gowin e mapas de conceitos.....	10
2.1.3.4. Resumos	11
2.1.3.5. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	12
2.1.4. Avaliação	13
2.1.4.1. Avaliação diagnóstica	13
2.1.4.2. Avaliação formativa.....	13
2.1.4.3. Avaliação sumativa	14
2.1.5. Importância das grelhas de observação na avaliação de competências	14
2.1.6. Importância da prática reflexiva ao longo da carreira docente.....	15
2.1.6.1. Prática reflexiva na formação de professores.....	15
2.2. Geologia- Sismologia	16
2.2.1. Sismologia	16
2.2.2. Sismos	16
2.2.3. Teoria do ressalto elástico	16

2.2.4.	Ondas sísmicas.....	17
2.2.4.1.	Ondas de corpo ou volume	17
2.2.4.2.	Ondas de superfície	18
2.2.5.	Estações sismográficas.....	19
2.2.6.	Avaliação sísmica	20
2.2.6.1.	Intensidade.....	20
2.2.6.2.	Magnitude e acelerogramas.....	21
2.2.7.	Riscos sísmicos	21
2.2.7.1.	Diretos	21
2.2.7.2.	Indiretos	22
2.2.7.3.	Localização, vulnerabilidade e litologia.....	22
2.2.8.	Fatores que induzem a gênese de um sismo	22
2.2.8.1.	Naturais	22
2.2.8.2.	Artificiais.....	23
2.2.9.	Tsunamis	24
2.2.10.	Previsão e prevenção	24
2.2.11.	Importância da educação das populações na mitigação de casualidades ...	25
2.2.12.	Medidas a tomar.....	26
2.2.12.1.	Antes de um sismo	26
2.2.12.2.	Durante um sismo	27
2.2.12.3.	Após um sismo	27
2.2.13.	Engenharia antissísmica.....	27
2.2.13.1.	Legislação e comportamento de diferentes estruturas durante um sismo.....	28
2.2.13.2.	Pagodes	29
2.2.13.3.	Gaiolas pombalinas	30
2.2.13.4.	Amortecedores de massa.....	30
2.2.14.	Impactos históricos e culturais.....	31
2.2.14.1.	América do Norte	31
2.2.14.2.	América Central e do Sul	32
2.2.14.3.	Sudeste asiático.....	32
2.2.14.4.	Europa	33
2.2.15.	Epítome geológica.....	34
2.3.	Biologia- Evolução biológica e ciclos de vida.....	35
2.3.1.	A origem e a química da vida, importância da água nos seres vivos.....	35
2.3.2.	Abiogênese e hipótese de Oparin-Haldane	36
2.3.3.	Hipótese do mundo de RNA e hipótese do metabolismo antes do RNA.....	37

2.3.4.	Organismos procariontes	38
2.3.5.	Importância do aumento do oxigénio atmosférico	38
2.3.6.	Organismos eucariontes	39
2.3.7.	Hipótese autogénica	40
2.3.8.	Hipótese endossimbiótica	40
2.3.9.	Unicelularidade	41
2.3.10.	Colónias	41
2.3.11.	Multicelularidade.....	42
2.3.12.	Ciclos de vida: unidade e diversidade.....	42
2.3.13.	Ploidia.....	43
2.3.14.	Fecundação.....	43
2.3.15.	Meiose.....	43
2.3.16.	Alternância de fases nucleares.....	45
2.3.17.	Alternância de gerações.....	45
2.3.18.	Ciclos de vida	45
2.3.18.1.	Ciclo de vida diplonte	45
2.3.18.2.	Ciclo de vida haplonte	46
2.3.18.3.	Ciclo de vida haplodiplonte	46
2.3.19.	Colonização do ambiente terrestre: Impacto das plantas terrestres e evolução dos seus ciclos de vida	46
2.3.19.1.	Bryophyta <i>sensu lato</i> (plantas avasculares)	48
2.3.19.2.	Lycophyta e Pteridophyta (plantas vasculares sem sementes)	48
2.3.19.3.	Gymnospermae (plantas com semente nua)	50
2.3.19.4.	Angiospermae (plantas com flor)	51
2.3.20.	Epítome biológica	52
3.	Metodologia.....	53
3.1.	Caracterização da Escola Secundária D. Duarte.....	53
3.2.	Caracterização das turmas incluídas no estágio pedagógico	53
3.2.1.	Turma do 7º ano	53
3.2.2.	Turma do 11º ano	53
3.3.	Organização das turmas	54
3.3.1.	Turma do 7º ano	54
3.3.2.	Turma do 11º ano	54
3.4.	Seleção de temas e planificações	54
3.5.	Estratégias e recursos.....	56
3.5.1.	Atividades	56
3.5.2.	<i>Hands-on</i> e amostras de mão	77

3.5.3.	Mapa de conceitos	79
3.5.4.	TIC	80
3.5.5.	Método de Jigsaw	82
3.5.6.	V de Gowin	88
3.6.	Avaliação	89
3.6.1.	Avaliação diagnóstica.....	89
3.6.2.	Avaliação formativa.....	93
3.6.3.	Avaliação sumativa	93
3.7.	Grelhas de observação	110
4.	Resultados e conclusões.....	111
4.1.	7º ano: Geologia- Sismologia	111
4.1.1.	Teste diagnóstico (pré-teste e pós-teste)	111
4.1.2.	Atividades	113
4.1.2.1.	Atividade “Resumindo Sismologia”	113
4.1.2.2.	Terra viva, vibra	113
4.1.2.3.	Res-vés Campo de Ourique	114
4.2.	11º ano: Biologia- Evolução biológica e ciclos de vida	115
4.2.1.	Teste diagnóstico (pré-teste e pós-teste)	115
4.2.2.	Atividades	116
4.2.2.1.	Uma descoberta biológica.....	116
4.2.3.	Avaliação sumativa	118
4.3.	Conclusões	119
5.	Outras atividades	120
5.1.	Feira de minerais	120
5.2.	Atividades de divulgação (CSI Escola).....	120
5.3.	Projeto do 7ºI	121
5.4.	Conselhos e reuniões de turma.....	121
5.5.	Eventos científicos	121
5.6.	Visita de estudo a Sintra	122
6.	Considerações finais.....	122
7.	Referências bibliográficas	123
ANEXOS	131
ANEXO I-	Planificações a médio e longo prazo	132
ANEXO II-	Critérios de correção da atividade “Resumindo Sismologia”	140
ANEXO III-	Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III) e V de Gowin	143
ANEXO IV-	Matrizes de provas escritas de avaliação propostas	152

ANEXO V- Critérios e sugestões de correção para provas escritas sumativas propostas	154
ANEXO VI- Documento de apoio a título ilustrativo	165

Introdução

1.1. Prólogo

Recuemos há 4,54 mil milhões de anos (M.a.). Hades, Deus do Submundo e Rei dos Mortos, governa a sua mais recente criação: a Terra. Durante os próximos 690 M.a. será imperador deste aparato, facultando uma dádiva única: água no estado líquido. Será esta oferta que levará ao aparecimento dos primeiros seres vivos. Todavia, esta oferenda detém uma maldição: todos os seres que usufruírem da água serão condenados a um trabalho sem fim, o de manter e propagar a Vida.

É através desta sina que aparecem organismos progressivamente mais complexos, detentores de diferentes ciclos de vida. Há 350 mil anos aparece uma nova subespécie, *Homo sapiens sapiens*, um organismo bípede, dotado de uma capacidade cognitiva única. Com o avançar dos milénios, o Homem começa a erigir as primeiras civilizações, requerendo a transmissão de conhecimentos, sob pena de se perderem todos os feitos até então alcançados. É aqui que nascem as primeiras escrituras e os lentes, detentores do Saber.

Os lentes facultam uma expansão do conhecimento disponibilizado pela Humanidade, possibilitando a criação de obras inimagináveis, como as pirâmides de Gizé e o Anfiteatro Flaviano. Hades, cioso dos feitos alcançados pela Humanidade, revolta-se contra esta, provocando um tremelicar da Terra.

É então que a Humanidade encontra o Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*), uma árvore majestosa, com a qual constrói um templo, oferecido ao Deus do Submundo como medida de reconciliação. Hades aceita a oferenda sob duas condições:

- 1) Recordar o mesmo, sob pena de fazer tremer a Terra;
- 2) Condenar os lentes ao trabalho de Sísifo.

É por causa deste acordo que os professores têm como missão de vida a difusão do Saber aos mais jovens. O docente apoia os alunos até que estes consigam alcançar o cume, retornando ao sopé para amparar uma nova leva de estudantes.

1.2. Enquadramento do relatório

O presente relatório insere-se na unidade curricular “Estágio Pedagógico e Relatório”, pertencente ao Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

O documento pretende apresentar a prática letiva de iniciação à prática profissional efetuada na Escola Secundária D. Duarte, durante o ano letivo de 2018/2019, com a supervisão do orientador cooperante, Professor Paulo Magalhães e dos orientadores científicos, Professora Doutora Isabel Maria de Oliveira Abrantes e Professor Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, expondo a fundamentação teórica necessária para a execução das aulas, os resultados alcançados com as turmas e conclusões sobre o uso de diferentes recursos e estratégias no processo de ensino-aprendizagem.

1.3. Objetivos

Os objetivos deste relatório são: 1) enquadrar conceitos lecionados em aula nos documentos vinculados pela Direção-Geral da Educação (DGE); 2) aprofundar noções científicas intrínsecas às áreas da Pedagogia, Geologia e Biologia, necessárias para a preparação adequada das aulas; 3) relacionar conceitos lecionados de uma forma holística, integrando simultaneamente conhecimentos construídos na área da Pedagogia e Geobiologia; 4) reconhecer a importância do progresso científico como base para o incremento da compreensão dos processos naturais que ocorrem no Sistema Terra; 5) apresentar a realidade escolar experienciada e resultados obtidos; 6) expor recursos e estratégias utilizadas em aula; 7) refletir sobre o aprendizado efetuado ao longo do estágio pedagógico.

1.4. Enquadramento curricular

As aprendizagens essenciais, homologadas pelo Despacho nº 6944-A/2018, de 19 de julho, direcionadas aos alunos do 7º ano, contêm o subtema “Consequências da dinâmica interna da Terra” (Direção-Geral da Educação, 2018). A componente científica explorada no relatório enquadra-se igualmente nas metas curriculares do Ensino Básico de Ciências Naturais estabelecidas para os discentes do 7º ano, nomeadamente a alínea 11 “Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”, inclusa na subdivisão “Consequências da dinâmica interna da Terra” (Bonito et al., 2013) e no programa de Biologia e Geologia estabelecido pelo Governo Português para os discentes do 11º ano, com destaque para a alínea 3 “Ciclos de vida: unidade e diversidade” da “Unidade 6- Reprodução” e a alínea 1 “Unicelularidade e multicelularidade” da “Unidade 7- Evolução Biológica” (Mendes et al., 2003).

2. Enquadramento teórico

2.1. Pedagogia

2.1.1. Teorias de aprendizagem

2.1.1.1. Importância das teorias de aprendizagem na melhoria das práticas letivas

As teorias de aprendizagem explicam o processo de aprendizagem dos indivíduos, com cada conjectura a deter princípios e *modi operandi* distintos. Ao longo do séc. XX, diferentes teorias exerceram a sua influência, com o behaviorismo a ter um papel predominante nas décadas de '10 e '40, o cognitivismo a demarcar-se durante as décadas de '50 e '80 e o construtivismo a sobressair-se desde a década de '90 (Moreno, 2010; Schunk, 2012).

As teorias de aprendizagem têm como principal objetivo a melhoria das práticas letivas, com o conhecimento das mesmas a possibilitar a união dos aspetos mais positivos do behaviorismo, cognitivismo e construtivismo.

2.1.1.2. Behaviorismo

O behaviorismo, teoria dominante da psicologia de aprendizagem durante a primeira metade do séc. XX, explica o processo de aprendizagem efetuado pelos alunos como consequência das ocorrências do meio. As teorias de Thorndike, Pavlov e Guthrie visualizam a aprendizagem como o processo no qual se formam associações entre estímulos e respostas (S→R). Posteriormente, Skinner introduziu o conceito de *condicionamento operante* (estímulo discriminativo→ resposta→ reforço de estímulo), cujos princípios foram aplicados em vários aspetos do ensino-aprendizagem. A investigação indica que a aplicação de princípios behavioristas pode ter um efeito positivo no desempenho académico dos alunos, podendo facilitar a sua aprendizagem e consequente melhoria de resultados (Schunk, 2012).

2.1.1.3. Cognitivismo

O cognitivismo enfatiza a importância da atenção, perceção, codificação, armazenamento e recuperação de conhecimento. De acordo com a teoria de processamento de informação (Fig. 1), a memória humana reparte-se em três componentes: memória sensorial (MS), memória de trabalho (MT) e memória de longo prazo (MLP), com a atenção a limitar os estímulos recebidos pela MT. A codificação e armazenamento de informação é facilitada pelo uso de materiais organizados e utilização de esquemas. Por sua vez, a elaboração de mapas de conceitos, V de Gowin e resumos permite reforçar a informação recebida em aula, havendo uma posterior reelaboração e organização do conhecimento por parte dos alunos (Moreno, 2010; Pinto, 2001; Schunk, 2012).

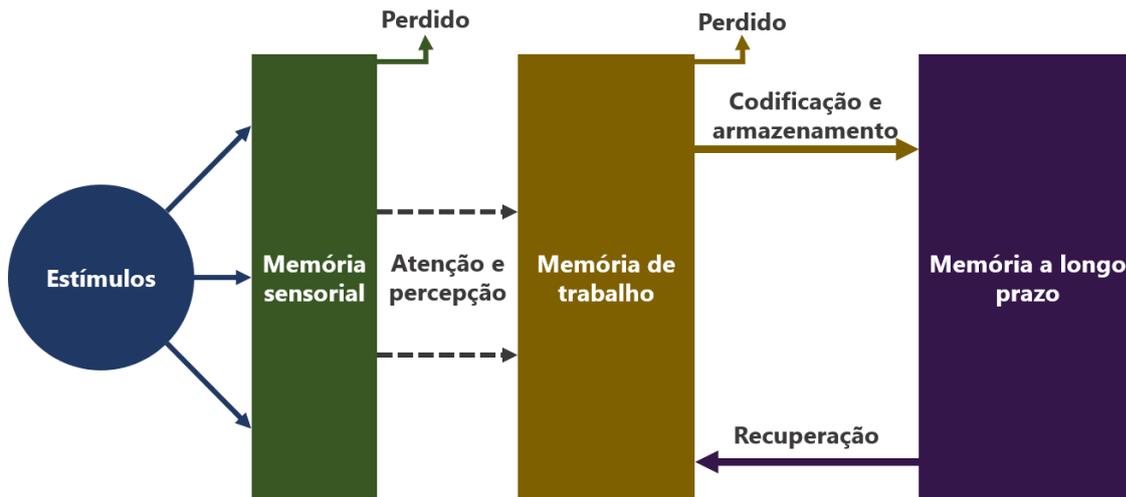


Fig. 1- Esquema simplificado da teoria de processamento de informação.

Adaptado de Moreno, 2010.

2.1.1.4. Construtivismo

O construtivismo pode ser considerado como uma explanação epistemológica e filosófica relativa à natureza da aprendizagem. Os construtivistas defendem que o conhecimento não deve ser imposto, necessitando de ser construído pelo próprio indivíduo. A teoria sociocultural de Vygotsky enfatiza a importância do ambiente social como um potencial agente no desenvolvimento e aprendizagem. O meio social influencia a cognição de um indivíduo através de diferentes ferramentas (objetos culturais, língua, símbolos e instituições sociais), com a mudança cognitiva a ocorrer através do uso dessas em interações sociais, internalizando-as. A *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP) (Fig. 2), um dos conceitos-chave desta teoria, representa a quantidade de aprendizagem suscetível de ser efetuada, com base em instruções adequadas. Como exemplos de aplicações que refletem as ideias de Vygotsky, temos a *aprendizagem andaimada*, *ensino recíproco* e *aprendizagem colaborativa* (na qual o *Jigsaw* se insere) (Moreno, 2010, Schunk, 2012).

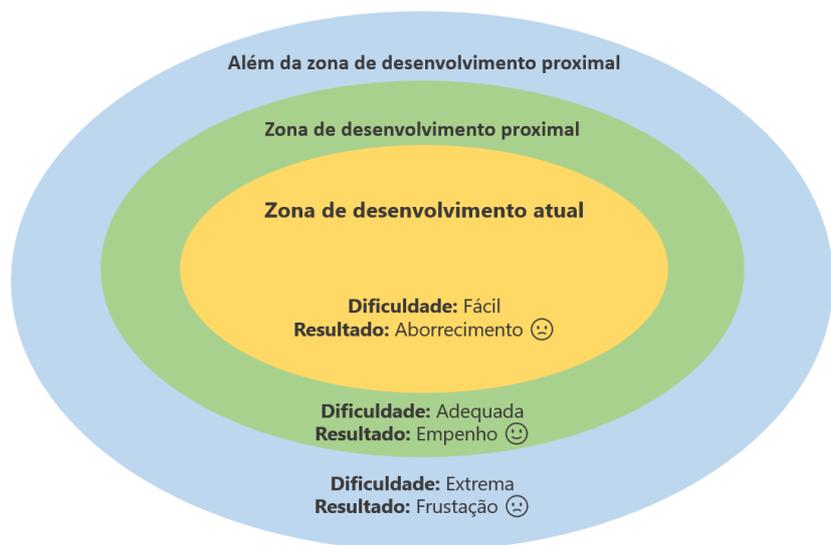


Fig. 2- Esquema representativo do conceito *zona de desenvolvimento proximal*.

Adaptado de Moreno, 2010.

2.1.2. Planificação, organização e gestão de aula

2.1.2.1. Planificações a curto prazo

As planificações a curto prazo, empregues durante o ano letivo, têm por base as *fases de aprendizagem*, propostas por Robert Gagné (1985), cuja organização se subdivide em 3 componentes: 1) preparação para a aprendizagem; 2) aquisição e desempenho; e 3) transferência de aprendizagem.

1) Preparação para a aprendizagem, inclui: a) *comparência*, que permite aos alunos um direcionamento da sua atenção para estímulos relevantes (ex: ênfase de um conceito); b) *expectativa do aluno*, que orienta o estudante para um dado objetivo; c) *recuperação*, onde conhecimento prévio relevante é recuperado da MLP.

2) Aquisição e desempenho, inclui: a) *percepção seletiva*, na qual a MS reconhece estímulos relevantes, transferindo-os para a MT; b) *codificação semântica*, processo em que se dá a transferência de um novo conceito para a MLP; c) *recuperação e resposta*, possibilita a recuperação do conhecimento a partir da MLP, dando uma resposta indicativa da ocorrência de aprendizagem; d) *reforço*, compreende o *feedback* dado pelo professor sobre a qualidade de resposta do aluno e eventual fortalecimento de conteúdo.

3) Transferência de aprendizagem, inclui: a) *pistas de recuperação*, onde o aluno se apercebe que o conteúdo adquirido pode ser aplicado na situação; b) *generalização*, aluno apercebe-se que o conteúdo adquirido poderá ser empregue em novas situações, em contextos distintos.

Considerando a instrução como um conjunto de eventos externos, desenhados para facilitar o processo de aprendizagem, depreende-se o intento da utilização do esquema de *fases de aprendizagem* nos planos de aula, dado que o uso deste esquema auxilia a aprendizagem efetuada pelos alunos (Gagné, 1985; Moreno, 2010; Schunk, 2012).

2.1.2.2. Organização do espaço físico e gestão comportamental

O modo de organização e utilização do espaço físico impacta a interação entre os alunos e o docente. Assim, o seu uso correto, permite o desenvolvimento e sustentação de um clima favorável e conducente à aprendizagem. Em termos gerais, as salas de aula requerem uma zona para armazenamento de materiais/recursos e uma área na qual o lecionamento possa ocorrer sem constrangimentos (Wood, 2013).

Para propiciar um melhor ambiente de aprendizagem, podemos moldar o espaço consoante o requisito das atividades, com as mesas a poderem ser organizadas em: 1) fila (Fig. 3), o modo de organização mais comum, com a atenção dos alunos a centrar-se no

professor; 2) U ou seminário (Fig. 4), aconselhado a alunos com mais de 16 anos de idade, proporciona debates entre turma, contudo o aumento de interação entre alunos pode propiciar comportamentos desviantes; 3) grupos (Fig. 5), no qual o foco está no trabalho de grupo, sendo vantajoso em trabalhos colaborativos (Wood, 2013).

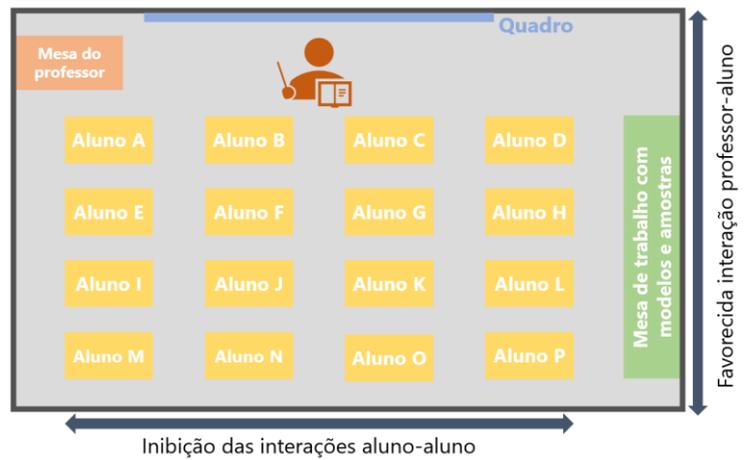


Fig. 3- Organização das mesas em fila. Adaptado de Wood, 2013



Fig. 4- Organização de mesas em U. Adaptado de Wood, 2013

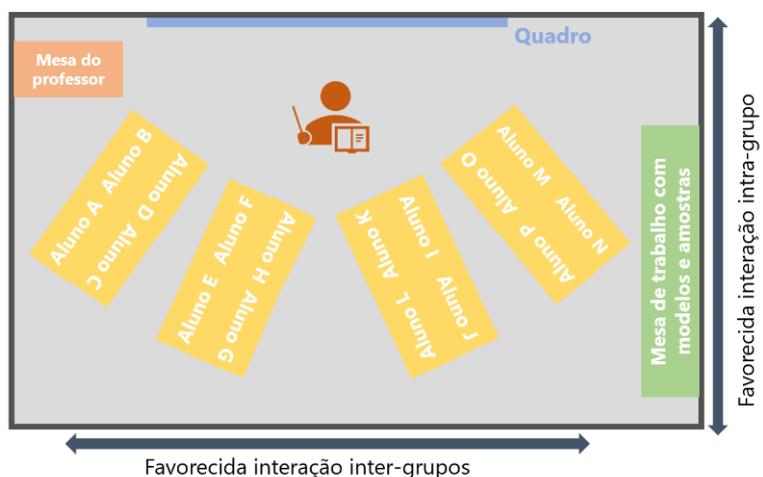


Fig. 5- Organização de mesas em grupos. Adaptado de Wood, 2013

2.1.3. Estratégias e recursos

2.1.3.1. Atividades práticas

As atividades práticas vão de encontro à asserção de que os alunos aprendem melhor através de uma participação ativa. Com base nesta premissa, infere-se que as atividades práticas não se restringem apenas às atividades laboratoriais, abrangendo também as atividades de campo e atividades experimentais, com estas últimas a poderem ocorrer em campo ou em laboratório (Hodson, 1988; Leite, 2000).

Durante o ano letivo foram realizadas várias atividades práticas, destacando-se as atividades de lápis e papel e as laboratoriais. O seu uso abrange os domínios cognitivos, afetivos e psicomotores, contribuindo para um melhor conhecimento da metodologia científica a nível concetual e procedimental, com a motivação a ser um fator preponderante na aprendizagem. As atividades laboratoriais viabilizam o alcance de um processamento cognitivo de ordem superior, com os alunos a aplicarem os seus conhecimentos ao analisarem de forma crítica a atividade realizada. As atividades práticas laboratoriais são essenciais no ensino das Ciências, facultando a construção de conhecimentos procedimentais únicos, não passíveis de ser transmitidos de outro modo (Krathwohl, 2002; Leite, 2000).

2.1.3.1.1. Hands-on

A metodologia *hands-on*, na qual o aluno “aprende fazendo”, enseja um raciocínio crítico por parte do estudante sobre a atividade que está a realizar. Com base neste método, o aluno passa a ter um papel ativo no seu processo de aprendizagem, construindo conhecimentos procedimentais relevantes no ramo das Ciências. A metodologia *hands-on* tem contribuído para uma melhoria da motivação e dos resultados académicos, com o interesse dos alunos a aumentar em relação a processos e problemáticas atuais. De entre as atividades que podem utilizar esta metodologia, destacam-se as experimentais, as de dissecação, as de microscopia e as de determinação macroscópica de minerais (Holstermann, Grube & Bögeholz, 2010; Sadi & Cakiroglu, 2011).

2.1.3.1.2. Amostras de mão

A interação e manipulação de diferentes objetos físicos, como as amostras de mão, proporciona a assimilação de diversos estímulos sensoriais, possibilitando uma melhor compreensão do mundo por parte do aprendiz, com o envolvimento físico e posterior reflexão sobre a experiência efetuada a favorecer o processo de aprendizagem (Hein, 1991; Schunk, 2012). Destaca-se a importância dos *Gabinetes de Curiosidades* no ensino, ancestrais dos atuais museus de ciência, que se caracterizavam pelo acúmulo de objetos de diferentes áreas (ex: Paleontologia e Taxidermia), que proporcionavam a manipulação de amostras (Cazelli, Marandino & Studart, 2003).

2.1.3.1.3. Representações e modelos

As representações podem ser consideradas como reproduções ou simplificações de uma dada entidade, variando no seu grau de proximidade. A partir da análise de representações, podemos retirar ilações que podem ser extrapoladas para o mundo real. Isto é particularmente útil em casos de difícil entendimento, como o deslocamento relativo entre blocos ao longo de uma falha ou a formação de um tsunami (Fig. 6). Comumente, as representações são denominadas por modelos, contudo estes detêm uma multitude de aceções, incluindo as representações. As entidades representadas por modelos podem incluir objetos, sistemas, processos, eventos, ideias e interligações entre estas. Realça-se que a utilização de modelos concretos e abstratos no ensino das Ciências levam a um maior empenho por parte dos alunos, facilitando o seu processo de aprendizagem (Gilbert & Justi, 2016).



Fig. 6- Representação de tsunami.

2.1.3.2. Aprendizagem cooperativa e método de Jigsaw

Os métodos de aprendizagem cooperativa demonstram um incremento dos resultados académicos, tendo um papel benéfico na empatia entre pares e na melhoria da autoestima dos alunos. A cooperação requer uma interdependência positiva, na qual o sucesso de um implica o sucesso de todos, algo que não se verifica em ambientes competitivos, nos quais o sucesso de um implica o fracasso de outros. Várias investigações indicam a relevância do trabalho cooperativo na melhoria do desempenho e coesão escolar, admitindo um maior convívio entre pares, aumento da motivação, respeito pelas minorias (ex: etnia, religião e orientação sexual) e consequente diminuição da segregação social (Aronson, 2002; Bessa & Fontaine, 2002; Lopes & Silva, 2009; Sharan, 1980; Slavin, 1980).

O método de Jigsaw, criado por Aronson em 1971, tem por base os princípios da aprendizagem cooperativa, promovendo a empatia entre pares. A origem deste método está relacionada com a dessegregação escolar americana, na qual afro-americanos e latino-americanos adquiriram o direito e dever de usufruir das escolas frequentadas pela maioria caucasiana. Este processo gerou um ambiente escolar tenso e desagradável, ampliado pelo regime competitivo do sistema educativo em vigor. A competição com base em notas quantitativas e provas escritas sumativas acentuou o stresse entre grupos interétnicos, diminuindo a confiança e amizade entre estes. Esta rivalidade encorajou os estudantes a procurar fraquezas e falhas dos colegas, de forma a racionalizar a exclusão e humilhação de

elementos “diferentes”, “estranhos” e “falhados”. Esta atmosfera de exclusão, presente em várias escolas americanas e europeias é considerada nefasta, difícil e humilhante para a maioria dos alunos, estabelecendo-se uma hierarquia (Fig. 7) análoga à que se verifica na sociedade americana e europeia. Para alterar este ambiente segregador, devemos substituir a dinâmica competitiva em prol de uma colaborativa (Aronson, 2002).

A cooperação nutre valores indispensáveis à cidadania, como a partilha, respeito pelos outros, paciência, gentileza e empatia, sem comprometer os resultados académicos. Com o método de Jigsaw, os objetivos do grupo complementam-se aos objetivos individuais, com todos os elementos a serem indispensáveis para a construção do sucesso do grupo. Este método pode ser aplicado a partir dos 5 anos de idade, com a cooperação a ser estabelecida mediante a divisão de tarefas. Os alunos estão

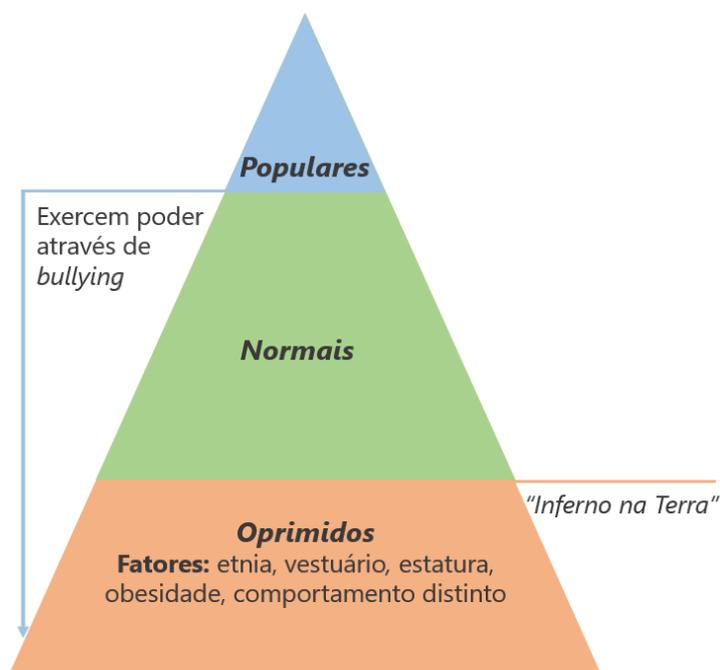


Fig. 7- Hierarquia estabelecida entre alunos no meio escolar, de acordo com Aronson, 2002.

distribuídos em *grupos de base* heterogêneos (a nível de capacidade cognitiva, etnia, género, entre outros), no qual cada elemento lê um tema distinto. Posteriormente, os elementos de diferentes *grupos de base* que leram o mesmo tema juntam-se, formando um *grupo de peritos*, no qual discutem diferentes ideias, tirando conclusões sobre o tópic analisado. Após este processo, os *peritos* voltam ao *grupo de base*, explicando a sua componente aos restantes elementos, assegurando que todos perceberam o conteúdo exposto. Por fim, ocorre um momento de avaliação individual, no qual a pontuação do grupo provém da soma dos resultados individuais (Aronson, 2002; Bessa & Fontaine, 2002; Lee, 2015; Lopes & Silva, 2009).

2.1.3.3. V de Gowin e mapas de conceitos

Considerando as vantagens inerentes à organização das aulas com base nas *fases de aprendizagem* e a importância das atividades práticas no desenvolvimento de conhecimentos procedimentais, poderão ser empregues ferramentas que facilitem a obtenção

do conhecimento metacognitivo. O V de Gowin e os mapas de conceitos propiciam o alcance desse objetivo, com o primeiro a ser utilizado com sucesso em níveis de escolaridade mais avançados. Os diagramas em V auxiliam os alunos a desempenhar um papel ativo no julgamento da validade das afirmações, com a aprendizagem a tornar-se significativa quando os estudantes se responsabilizam pelo seu desempenho. Por sua vez, os mapas de conceitos apresentam relações entre conceitos na forma de proposições, sendo extremamente úteis na detecção de concepções alternativas (Lebowitz, 1998; Novak & Gowin, 1984).

O V de Gowin (Fig. 8) providencia uma estrutura que auxilia a reflexão, por parte dos alunos, sobre os processos que ocorreram durante uma atividade prática laboratorial. Este diagrama possui oito elementos: 1) questão orientadora, à qual se procura dar uma resposta na componente metodológica; 2) fundamentação teórica; 3) princípios; 4) conceitos; 5) materiais e procedimentos; 6) resultados; 7) interpretação/discussão; 8) conclusões. Esta ferramenta é útil, não só em termos de organização da atividade prática, mas também na interligação entre conhecimentos de ordem conceitual e procedimental, possibilitando a produção de conhecimento metacognitivo (Thiessen, 1993).

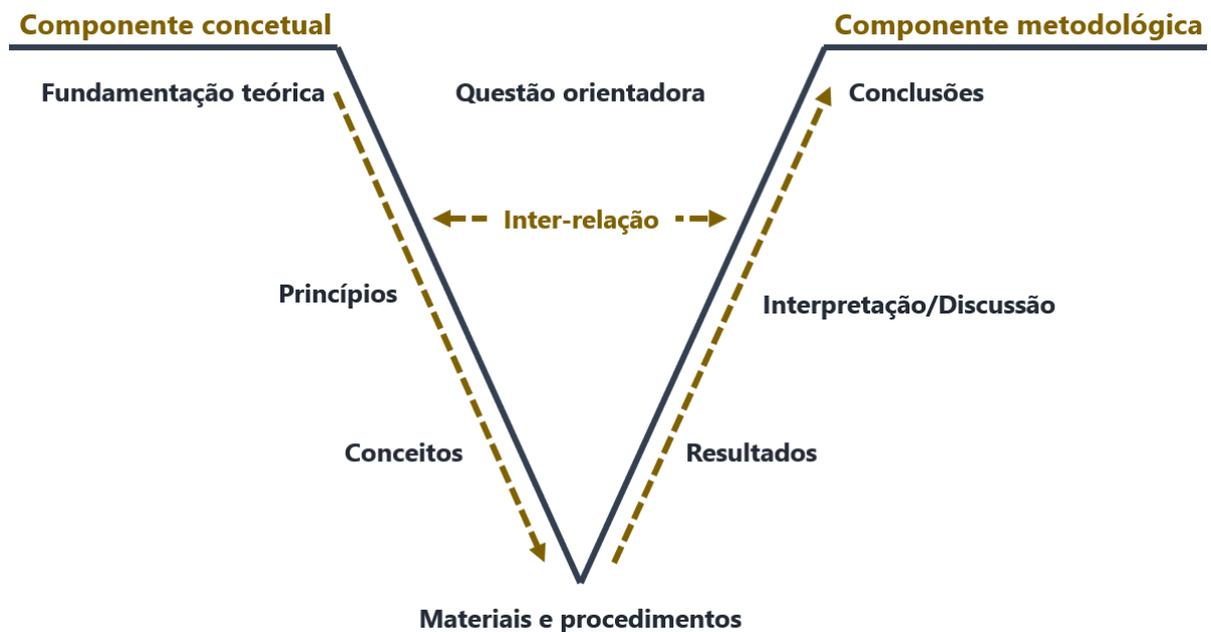


Fig. 8- V de Gowin simplificado.
Adaptado de Thiessen, 1993.

2.1.3.4. Resumos

Os resumos podem ser definidos como uma breve declaração que condensa o conhecimento armazenado por um indivíduo. Em termos cognitivos, é importante que os alunos consigam resumir os conteúdos lecionados na escola, sendo uma ferramenta útil no processo de aprendizagem, melhorando a taxa de retenção de informação e posterior

recuperação do conhecimento. Os resumos requerem que o aluno compreenda, avalie, condense e transforme diferentes ideias, selecionando as informações relevantes, ao mesmo tempo que reduz o tamanho das proposições. A elaboração de uma síntese requer um processamento cognitivo de ordem superior (Fig. 9), o que exige um domínio pleno das ordens inferiores (Hidi & Anderson, 1986; Krathwohl, 2002).

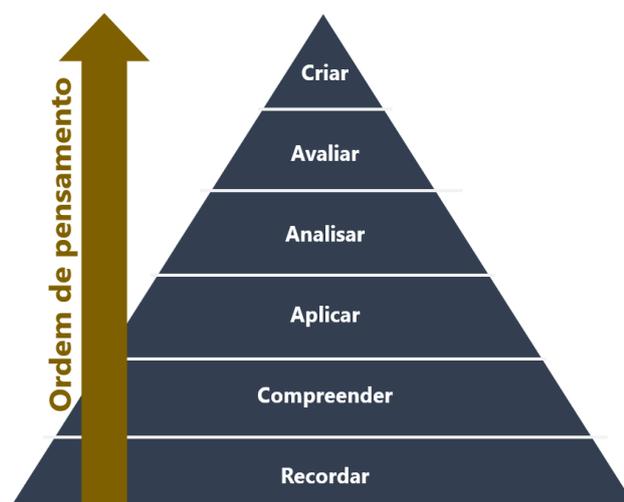


Fig. 9- Taxonomia de Bloom revista, com base em Krathwohl, 2002.

2.1.3.5. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)

Em Portugal, 79,4% dos agregados domésticos privados possuem ligação à internet (PORDATA, 2018), com 95% dos indivíduos de faixas etárias compreendidas entre os 16 e 24 anos de idade a utilizar computador e internet (PORDATA, 2017). Considerando que o uso das TIC poderá contribuir para uma melhoria na qualidade do ensino, compreende-se o foco de vários governos na integração das TIC nos sistemas educativos (Cavas, Cavas, Karaoglan & Kisla, 2009). O INCODE.2030 é o exemplo de uma iniciativa que pretende reforçar o uso das competências digitais, apostando na literacia digital dos estudantes portugueses. Para que tal ocorra, será necessário um maior investimento na infraestrutura tecnológica patente nas escolas, com a formação de docentes a contemplar o uso das TIC (República Portuguesa, 2019). Estudos apontam que as TIC, como a realidade aumentada (*Augmented Reality- AR*), contribuem para uma melhoria do desempenho de alunos com perturbações do espectro do autismo (PEA), podendo ser útil na estimulação do domínio psicomotor (Chen, Lee & Lin, 2016; Lin & Chang, 2015). Apesar da AR ser uma tecnologia promissora, atualmente, o seu estado incipiente impede uma utilização plena da mesma em sala de aula. Para colmatar esta problemática podem ser empregues outras tecnologias.

O *PowerPoint* é o exemplo de uma TIC comumente empregue em sala de aula, com a sua eficácia a depender da estruturação, existência de sons, figuras e gráficos. De acordo com a teoria cognitiva de Mayer, conceitos de elevada abstração podem ser auxiliados através de gráficos e imagens, devido à estimulação verbal e pictórica. Todavia, a existência de conteúdo não pertinente pode afetar o processo de aprendizagem, pelo que o docente deve evitar o uso de sons, animações, imagens e gráficos não relacionados com os conceitos a lecionar, sob pena de distrair e confundir o aluno, reduzindo o seu grau de compreensão. A leitura de diapositivos e fornecimento dos mesmos por parte do docente incorre numa

diminuição da atenção e comparecimento dos alunos, devendo-se evitar esta prática (Bartsch & Cobern, 2003; Craig & Amernic, 2006; Lari, 2014; Mayer, 2014; Ling, Ming, Tong & Jin, 2013).

A utilização de dispositivos móveis em sala de aula tem aumentado de forma considerável na última década, facultando novas formas de aprendizagem e ensino. Estas ferramentas admitem um ensino mais flexível, sendo úteis em atividades colaborativas. Porém, o excesso de informação acessível e *multitasking* prejudicam a concentração dos alunos. Similarmente, as interações humanas deterioram-se com o uso de dispositivos móveis, com os estudantes a demonstrarem posturas negligentes e ausência de estabelecimento de contacto visual entre pares. Estes elementos contraproducentes poderão ser minimizados através de um esclarecimento prévio das atividades a realizar, potenciando o seu uso em aula (Heflin, Shewmaker & Nguyen, 2017; Nikou & Economides, 2017).

2.1.4. Avaliação

Em conformidade com o DL nº 17/2016 de 4 de abril, que procede à terceira alteração do DL nº 139/2012 de 5 de julho, a avaliação interna das aprendizagens, cuja incumbência recai sobre os docentes e órgãos de gestão pedagógica da escola, inclui a avaliação diagnóstica, formativa e sumativa.

2.1.4.1. Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica identifica as competências dos alunos no início de um novo módulo ou ano letivo, fornecendo informações pertinentes sobre o grau de conhecimento dos alunos, viabilizando uma adequação das atividades a desenvolver em aula por parte do docente. Todavia, os dados recolhidos devem ser analisados sob o ponto de vista orientador, evitando a categorização dos alunos com base nos seus resultados diagnósticos, dado que um desempenho inicial fraco não inviabiliza uma recuperação ao longo do módulo ou ano letivo (Cortesão, 2002).

2.1.4.2. Avaliação formativa

A avaliação formativa é realizada ao longo da ministração de uma unidade curricular, possibilitando uma regulação e aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem. Esta modalidade enfatiza o valor pedagógico da avaliação, como elemento essencial na reflexão e tomada de decisões, facilitando a construção de estratégias e atividades de apoio. A avaliação formativa fornece um duplo *feedback*, ao aluno e ao professor, em relação ao progresso do estudante durante o ano letivo, com a identificação das dificuldades a possibilitar a seleção apropriada de técnicas alternativas de recuperação. A adoção da avaliação formativa foca o ensino no aluno, com os objetivos a estarem centrados no que o estudante pode e deve

alcançar no final da unidade curricular, orientando o aluno na descoberta de novas formas de progredir na aprendizagem, tornando-o mais consciente sobre o aprendizado realizado (Barreira, Boavida & Araújo, 2006; Fernandes, 2006).

Esta modalidade tem contribuído para uma melhoria contínua do processo de ensino-aprendizagem, com os principais beneficiados a serem os alunos com menor rendimento acadêmico. Os principais fatores que contribuem para esta melhoria são: 1) *feedback* individualizado; 2) capacitação do aluno para a autoavaliação; 3) promoção de oportunidades de interação e colaboração; 4) diálogo entre professores e alunos; 5) atribuição de trabalhos para casa, de forma a consolidar a aprendizagem efetuada em aula. Destaca-se a importância da metodologia formativa na motivação e promoção de um espírito crítico e construtivo, inculcando nos alunos a ideia de que se pode sempre melhorar, valorizando o esforço necessário para que ocorra uma aprendizagem plena (Barreira et al., 2006; Fernandes, 2006).

2.1.4.2.1. Importância da autoavaliação

A capacidade de autoavaliação permite uma introspeção por parte do aluno. Ao incentivar o desenvolvimento das suas capacidades de fundamentação, uma competência fulcral na avaliação, o aluno estabelece, de forma autónoma, critérios de rigor e excelência, passando a responsabilizar-se pelos sucessos e fracassos do seu percurso escolar. O professor pode acompanhar o aluno através de um *feedback* regular, no qual indica os parâmetros necessários à realização de um trabalho adequado, o que promove a compreensão dos objetivos e critérios estabelecidos pelo docente por parte do discente (Barreira et al., 2006).

2.1.4.3. Avaliação sumativa

A avaliação sumativa é realizada no final de um determinado período de ensino, de forma a se fazer um juízo global da aprendizagem efetuada pelos alunos. Os principais objetivos recaem na classificação e certificação dos estudantes. A avaliação sumativa divide-se em duas componentes: 1) interna, cuja responsabilidade é dos docentes e órgãos de gestão e administração dos agrupamentos de escolas e escolas não agrupadas; 2) externa, da responsabilidade do Ministério da Educação (Barreira et al., 2006; Decreto-Lei nº 139/2012, Artigo 24º, 4).

2.1.5. Importância das grelhas de observação na avaliação de competências

As grelhas de observação são instrumentos de registo que auxiliam a apreciação das competências dos alunos. Podem ser catalogadas como: 1) de fim aberto, cuja recolha de

dados é bastante abrangente (ex: características dos alunos e ambiente de aprendizagem); 2) observação focada, que se centra em áreas mais específicas (ex: acontecimentos singulares); 3) escalas de classificação, que possibilitam uma avaliação quantitativa (Reis, 2011).

A taxonomia de Bloom revista por Krathwohl (2002) abrange duas dimensões: tipo de conhecimento e tipo de processo cognitivo, o que aproximou o conceito de objetivo ao de competência. Apesar da multitude de aceções relativas ao conceito de competência, podemos definir a mesma como um conceito que incorpora vários domínios (cognitivo, afetivo, psicomotor), manifestando-se pela mobilização de conhecimentos numa situação prática e estando dependente de uma dada situação ou conceito (Serra & Galvão, 2015).

2.1.6. Importância da prática reflexiva ao longo da carreira docente

A prática reflexiva é “uma lente para o mundo da prática” (Loughran, 2002, citado por Harrison, 2013, p. 8), viabilizando a hipótese de analisar o nosso desempenho sob o ponto de vista de outros indivíduos (ex: pares). Através de um questionamento e investigação constante, podemos desenvolver um pensamento crítico sobre o processo de ensino-aprendizagem. A averiguação pode ser realizada através de fontes bibliográficas (importante na deteção de falhas a nível de conhecimento), diálogo com professores mais experientes (comparando diferentes metodologias) e construção de caderno diário (importante para anotações) (Harrison, 2013). A aplicação da prática reflexiva ao longo da docência permite uma melhoria contínua do processo de ensino-aprendizagem, com os principais beneficiados a serem os alunos (Harrison, 2013).

2.1.6.1. Prática reflexiva na formação de professores

De acordo com Brookfield (1995, citado por Harrison, 2013), existem quatro “lentes críticas”, que fornecem perspetivas diferentes sobre a prática: 1) quem pratica; 2) quem aprende; 3) pares; 4) princípios teóricos. Mediante uma avaliação do desempenho da aula *a posteriori*, é possível identificar os aspetos positivos e negativos que ocorreram ao longo da lição, admitindo uma reflexão sobre o que é necessário mudar na sessão seguinte. Esta ponderação deverá incluir as diferentes perspetivas, com a prática reflexiva a ser crucial na capacidade de integrar as diferentes “lentes”, de forma a visualizar a nossa ação sob o prisma de outros.

2.2. Geologia- Sismologia

2.2.1. Sismologia

A Sismologia é o ramo da Geofísica encarregue de estudar os sismos, as suas causas e os seus efeitos (IGUC, s.d.). Graças aos importantes progressos científicos verificados nesta área, durante as últimas décadas, aliados à evolução tecnológica que disponibiliza instrumentação geofísica de elevada precisão, a Humanidade possui hoje um melhor conhecimento sobre diversas temáticas respeitantes à física do globo e à gestão de risco sísmico, com destaque para: 1) A estrutura interna da Terra, suas camadas e suas descontinuidades; 2) os diferentes tipos de ondas sísmicas, seu comportamento e suas potenciais interações; 3) os fatores que desencadeiam um sismo; 4) as medidas que podem ser tomadas a fim de minimizar os efeitos produzidos pelas ondas sísmicas; 5) a construção de infraestruturas mais resilientes a este tipo de processos; 6) a importância da composição, estrutura e deformação dos maciços rochosos como componente do risco sísmico; 7) a sensibilização e educação das populações e dos agentes com poder decisório; e 8) a utilização proveitosa dos conhecimentos sobre propagação de ondas sísmicas na prospeção petrolífera e noutras atividades de importância económica (Shearer, 2009).

Anualmente, cerca de 18 500 sismos são suficientemente fortes para serem sentidos pela população mundial, dos quais uma parte são responsáveis pela destruição de infraestruturas e perda de vidas humanas. Tal frequência demonstra a relevância do estudo dos sismos na melhoria da compreensão do nosso planeta e no planeamento e ordenamento do território, por forma a mitigar eventuais danos e casualidades desencadeadas por episódios sísmicos (Shearer, 2009).

2.2.2. Sismos

Os sismos englobam todos os movimentos súbitos provocados pela passagem de ondas sísmicas, com a sua génese a ser explicada pela teoria do ressalto elástico. Através da profundidade do ponto inicial de libertação de energia, podemos classificar os sismos como: 1) superficiais, quando a profundidade máxima do hipocentro não ultrapassa os 70 km; 2) intermédios, quando a profundidade do foco varia entre 70 e 300 km; 3) profundos, quando a profundidade do hipocentro varia entre 300 e 700 km (Dias, Freitas, Guedes & Bastos, 2013).

2.2.3. Teoria do ressalto elástico

A teoria do ressalto elástico, proposta por Harry Fielding Reid, em 1911, baseia-se na libertação instantânea de energia acumulada em rochas sujeitas a forças de deformação contínuas. Segundo esta teoria, quando as rochas atingem um limite de acumulação de

energia e ulterior limite de deformação plástica, ocorre uma rutura, com consequente libertação da energia acumulada. Durante este episódio, ambos os lados da fratura sofrem um deslocamento em sentido oposto ao das forças de deformação (Dias et al., 2011). Esta teoria explica a génese de sismos, indicando que os terremotos são o resultado do falhamento entre blocos rochosos (Tikkanen, 2019). Esta libertação de energia ocorre sob a forma de ondas sísmicas, que irradiam do ponto inicial de rotura, denominado por hipocentro. Por sua vez, a projeção vertical na superfície terrestre do hipocentro denomina-se por epicentro (Bolt, 2019). A teoria proposta por Reid pressupõe a existência de um período de tempo, no qual há acumulação de energia suficiente para que ocorra uma nova rotura, caso persistam as condições estruturais do maciço rochoso, responsáveis pelo campo de tensões local e regional. Este período de tempo, denominado por intervalo de recorrência, constitui uma ferramenta importante na previsão a longo prazo (Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.4. Ondas sísmicas

As ondas sísmicas podem ser definidas como movimentos vibratórios das partículas rochosas, que se transmitem segundo superfícies concêntricas. Estas ondas elásticas podem ser subdivididas em dois grupos principais: 1) ondas de corpo ou volume, que incluem ondas P e ondas S; e 2) ondas de superfície, que englobam as ondas de Rayleigh e ondas de Love (Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.4.1. Ondas de corpo ou volume

2.2.4.1.1. Ondas P

As ondas P (Fig. 10), também conhecidas por ondas primárias, possuem esta designação por deterem uma velocidade de propagação superior às ondas S, alcançando as estações sismográficas antes das ondas anteriormente referidas. Estas ondas longitudinais são capazes de se propagar em meios sólidos, líquidos e gasosos, apresentando zonas de compressão e distensão (rarefração). Compreendem velocidades que variam entre 6 km/s e 11 km/s, com a sua velocidade a aumentar consoante o aumento da pressão litostática e a densidade das rochas (Grotzinger & Jordan, 2014).

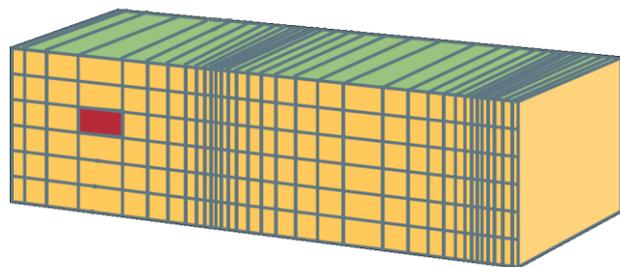


Fig. 10- Representação esquemática da propagação das ondas P.
Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014

2.2.4.1.2. Ondas S

As ondas S (Fig. 11), ou secundárias, são ondas transversais, cujo movimento vibratório é perpendicular à direção de propagação, induzindo um efeito de chicote. A sua velocidade varia entre 3,4 km/s (crusta) e os 7,2 Km/s (manto inferior). O facto deste tipo de ondas não se propagar em meios líquidos explica a ausência do seu registo sísmico no núcleo externo (Grotzinger & Jordan, 2014).

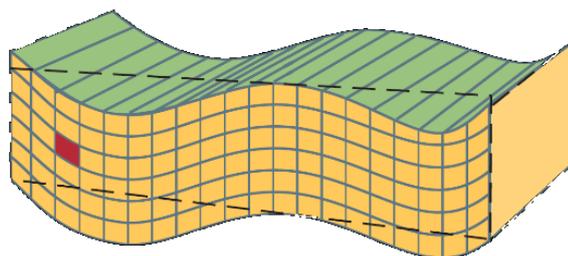


Fig. 11- Representação esquemática da propagação das ondas S.
Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014

2.2.4.2. Ondas de superfície

2.2.4.2.1. Ondas de Rayleigh

As ondas de Rayleigh (Fig. 12), capazes de se propagarem em meios sólidos e líquidos, resultam da interferência superficial entre ondas P e S, possuindo um movimento elíptico das partículas, de cima para baixo, como uma vaga oceânica (Dias et al., 2014). O seu nome deriva do físico John William Strutt, 3º barão de Rayleigh (1842-1919), o primeiro cientista que demonstrou este tipo de ondas de forma matemática. As ondas de Rayleigh geram registos vigorosos em estações sismográficas, sendo caracterizadas pelo seu registo extenso em termos temporais e elevado grau de destruição (Grotzinger & Jordan, 2014).

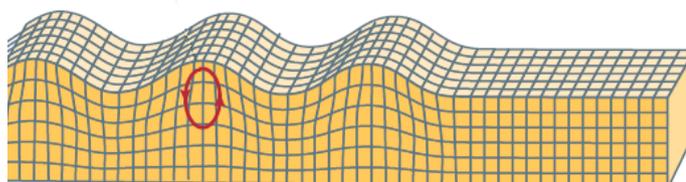


Fig. 12- Representação esquemática da propagação de ondas de Rayleigh.
Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014

2.2.4.2.2. Ondas de Love

As ondas de Love (Fig. 13), cuja denominação provém do apelido do primeiro sismólogo que demonstrou a sua existência, Augustus Edward Hough Love (1863-1940), derivam da interferência superficial entre ondas S e propagam-se apenas em meios sólidos. Caracterizam-se pelo

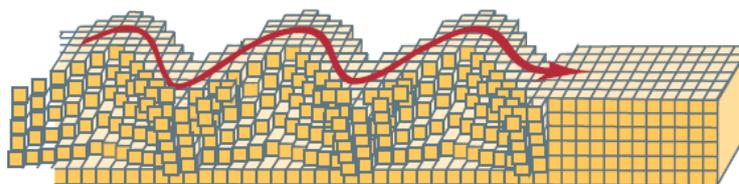


Fig. 13- Representação esquemática da propagação de ondas de Love.
Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014

movimento horizontal das partículas, perpendicular à propagação das ondas. As ondas de Love são propensas a danificar fundações, podendo comprometer a integridade estrutural dos edifícios a elas sujeitos (Dias et al., 2014; Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.5. Estações sismográficas

As estações sismográficas são caracterizadas por terem sismógrafos e vários sensores geofísicos. Atualmente, existe uma rede sismográfica global (*Global Seismographic Network - GSN*), interligada através de diferentes meios de comunicação, possuindo um valor notável em termos investigativos e educacionais (USGS, s.d.). Salienta-se o valor dos sismógrafos (Fig. 14), aparelhos que detetam os movimentos vibratórios do solo, cujo registo se denomina por sismograma (Fig. 15) (Shearer, 2009). Sismos que libertem uma quantidade assinalável de energia podem ser precedidos por pequenos tremores de terra, denominados por abalos premonitórios. Após o abalo principal podem ocorrer réplicas, as quais são tremores que libertam menos energia que o sismo principal (Grotzinger & Jordan, 2014). Revela-se, de igual forma, a importância da triangulação entre diferentes estações sismográficas, que determinam com exatidão o epicentro de um sismo (Dias et al., 2015).



Fig. 14- Sismógrafo moderno
Retirado de <https://goo.gl/bgXMHx>

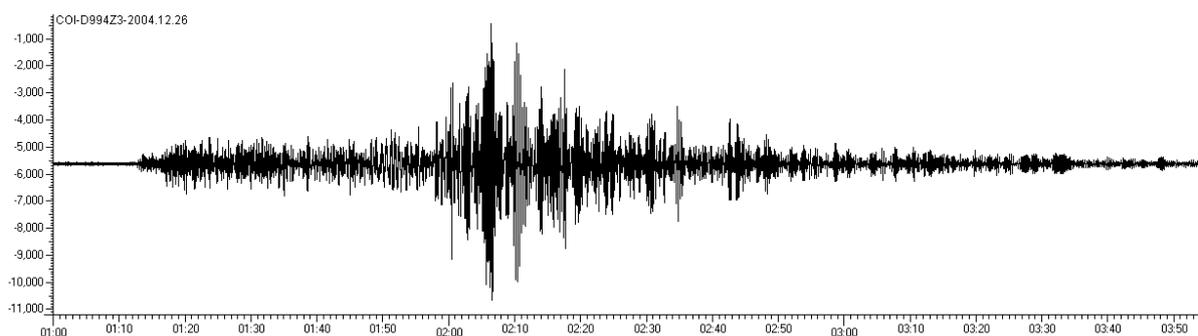


Fig. 15- Exemplo de Sismograma.
Retirado de <https://bit.ly/2ZJD5gj>

O estudo intensivo de inúmeros registos sismográficos também possibilitou uma melhor compreensão do interior da Terra, como a constatação da existência de várias discontinuidades, das quais se realçam: 1) discontinuidade de Mohorovicic, que se situa entre 10 e 40 km de profundidade, separando a crosta do manto; 2) discontinuidade de Repetti, que separa o manto superior do manto inferior, a uma profundidade de 700 km; 3)

descontinuidade de Gutenberg, que separa o manto do núcleo à profundidade aproximada de 2 900 km, estando marcada pela cessação da propagação das ondas S e redução acentuada da velocidade das ondas P; 4) descontinuidade de Lehmann, que separa o núcleo externo líquido, do núcleo interno sólido, a cerca de 5 150 km de profundidade (Dias et al., 2013).

2.2.6. Avaliação sísmica

2.2.6.1. Intensidade

A intensidade sísmica faculta uma avaliação qualitativa dos sismos, através da descrição dos efeitos produzidos por estes na superfície terrestre. Esta caracterização sísmica peca pela sua subjetividade e imprecisão. Contudo, destaca-se o seu elevado valor histórico, dado que os registos históricos anteriores ao aparecimento dos primeiros sismógrafos modernos, datados de 1890, nos fornecem informações de extrema importância sobre sismos que ocorreram ao longo da história da Humanidade. Denota-se a existência de várias escalas de intensidade, das quais se destacam a escala de Mercalli modificada (MMI) (Fig. 16) e a Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98), com ambas a serem escalas fechadas, numeradas de I a XII (Stein & Wysession, 2003).



Fig. 16- Escala de Mercalli modificada (1956), construída com base nos dados de Grotzinger & Jordan., 2014.

2.2.6.1.1. Cartas de isossistas

As cartas de isossistas (Fig. 17) são representações gráficas que contém isossistas, linhas imaginárias que delimitam, em torno do epicentro de um sismo, áreas geográficas com a mesma intensidade sísmica. A análise de uma carta de isossistas facilita a obtenção de algumas informações sobre um sismo, como a determinação do local do epicentro (Lima, 1998).

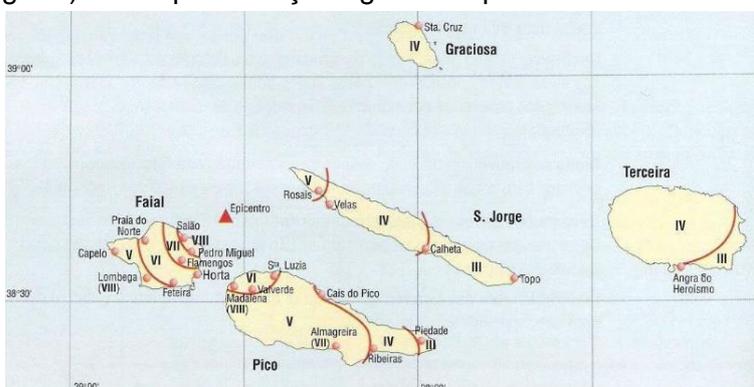


Fig. 17- Exemplo de carta de isossistas do sismo dos Açores de 1980
Retirado de <https://goo.gl/2BA5U5>

2.2.6.2. Magnitude e acelerogramas

A escala de Richter (Fig. 18) é uma escala logarítmica, utilizada para medir a magnitude de um sismo. A magnitude é uma função da quantidade de energia libertada, tendo por base a amplitude das ondas sísmicas registadas nos sismogramas e a distância entre o epicentro e a estação sismográfica. Sismos com magnitude de 3 podem ser sentidos pelas populações. A partir de uma magnitude de 5,5 ocorrem danos em infraestruturas e entre uma magnitude de 6,1 a 7,9 a energia libertada atinge uma capacidade destrutiva apreciável. Sismos com uma magnitude superior a 8 são raros; no entanto, quando ocorrem, libertam uma quantidade de energia igual ou superior a 56 mil milhões de kg de explosivos. A representação gráfica da aceleração experimentada por um determinado ponto do solo, em consequência de um abalo sísmico, denomina-se por acelerograma, sendo um dos vários parâmetros associados aos episódios sísmicos. Esta medida é particularmente útil em engenharia sísmica (Stein & Wysession, 2003).

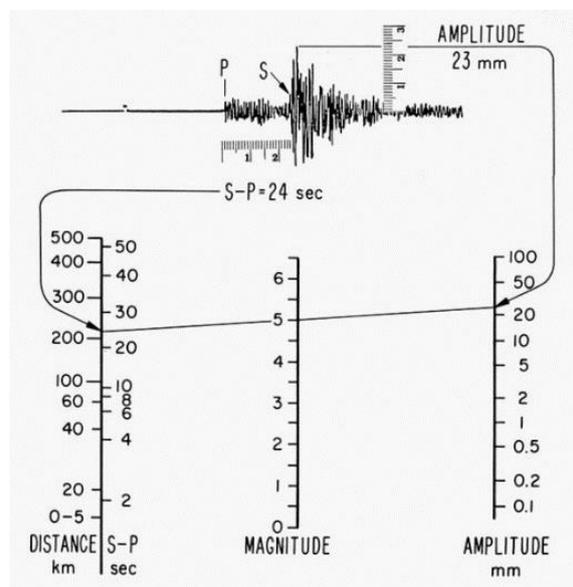


Fig. 18- Exemplo de determinação gráfica do valor da magnitude de um sismo, de acordo com a escala de Richter.

2.2.7. Riscos sísmicos

2.2.7.1. Diretos

Os riscos sísmicos diretos incluem danos e colapso de infraestruturas criadas pelo Homem (Fig. 19), como vias de comunicação e edifícios, desmoronamentos e outros movimentos de massas geológicas, liquefação de terrenos, tsunamis e consequente perda de vidas humanas. Estes riscos podem ser minimizados com base em ações humanas, como a planificação e ordenamento do território, a articulação dos serviços de proteção civil, a educação das populações sobre eventuais riscos sísmicos de uma dada área e a melhoria da qualidade das infraestruturas, de acordo com os regulamentos antissísmicos rígidos e fiscalização adequada (Stein & Wysession, 2003).



Fig. 19- Aspeto da cidade de São Francisco após o sismo de 1906. Retirado de <https://goo.gl/ELSaZu>

2.2.7.2. Indiretos

Os riscos sísmicos indiretos incluem o flagelo de enfermidades, incêndios, impactos económicos (ex: aumento do défice orçamental e da dívida pública) e consequentes mudanças sociais (Bobone, 2018).

2.2.7.3. Localização, vulnerabilidade e litologia

Na análise dos potenciais riscos sísmicos ingressam vários fatores: 1) localização de uma dada região em termos geotectónicos; 2) vulnerabilidade da região; 3) litologia da área a analisar (Stein & Wysession, 2003). Relativamente à localização, o estabelecimento de populações em áreas que manifestem grande atividade sísmica é uma potencial agravante ao risco sísmico de uma dada região. Considerando o enquadramento geodinâmico regional do território continental português, podemos concluir que a sismicidade em Portugal Continental se alia a dois fatores. O primeiro, associado a sismicidade de grau elevado, deve-se a sismos gerados em limites de placas tectónicas (sismicidade interplacas), tendo períodos de retorno na ordem das centenas de anos, com o exemplo máximo a ser o terramoto de 1755. O segundo, caracterizado por sismicidade de grau fraco a moderado, deve-se à génese de sismos em regime de intraplacas, com o sismo de Benavente, que ocorreu em 1909, a ser um dos vários exemplos (Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2016). Por sua vez, a vulnerabilidade de uma região está ligada ao desenvolvimento socioeconómico das populações aí estabelecidas, com o risco sísmico a aumentar em áreas que possuem infraestruturas de fraca qualidade antissísmica. De facto, a maior percentagem de perdas estruturais e humanas ocorre em países que se encontram em vias de desenvolvimento. Frisa-se, ainda, a importância dos estudos litológicos na minimização dos riscos sísmicos, dado que a litologia de uma região pode ampliar os efeitos produzidos por um sismo. Como exemplo de ampliação desses efeitos, temos o caso da cidade portuária de Port Royal, na Jamaica, que em 1692, durante um sismo com magnitude estimada de 8 na escala de Richter, foi afetada por um processo de liquefação de solos, daí resultando a submersão de 1/3 das habitações e cerca de 2 500 vítimas (Stein & Wysession, 2003).

2.2.8. Fatores que induzem a génese de um sismo

2.2.8.1. Naturais

Dos vários fatores naturais que podem induzir a génese de um sismo, evidencia-se a libertação de tensões ligadas à atividade de falhas e de sistemas de fracturação intraplaca, assim como as zonas ativas localizadas nos limites entre placas tectónicas. Esta sismicidade também pode estar intrinsecamente relacionada com vulcanismo de tipo central ou fissural, como acontece no Anel de Fogo do Pacífico, área associada a vários limites convergentes, a deter 80% de toda a energia libertada pelos sismos em termos globais (Fig. 20).

Paralelamente, a Cintura Alpina detém 15% da energia libertada pelos sismos em termos mundiais. A atividade vulcânica, por si só, pode gerar pequenos tremores de terra, derivados de deslizamentos de massa e movimentações internas de magma, destaca-se que a localização de aparelhos vulcânicos em sistemas de fracturação ativos estabelece uma relação entre sismicidade e vulcanismo (Bolt, 2019).

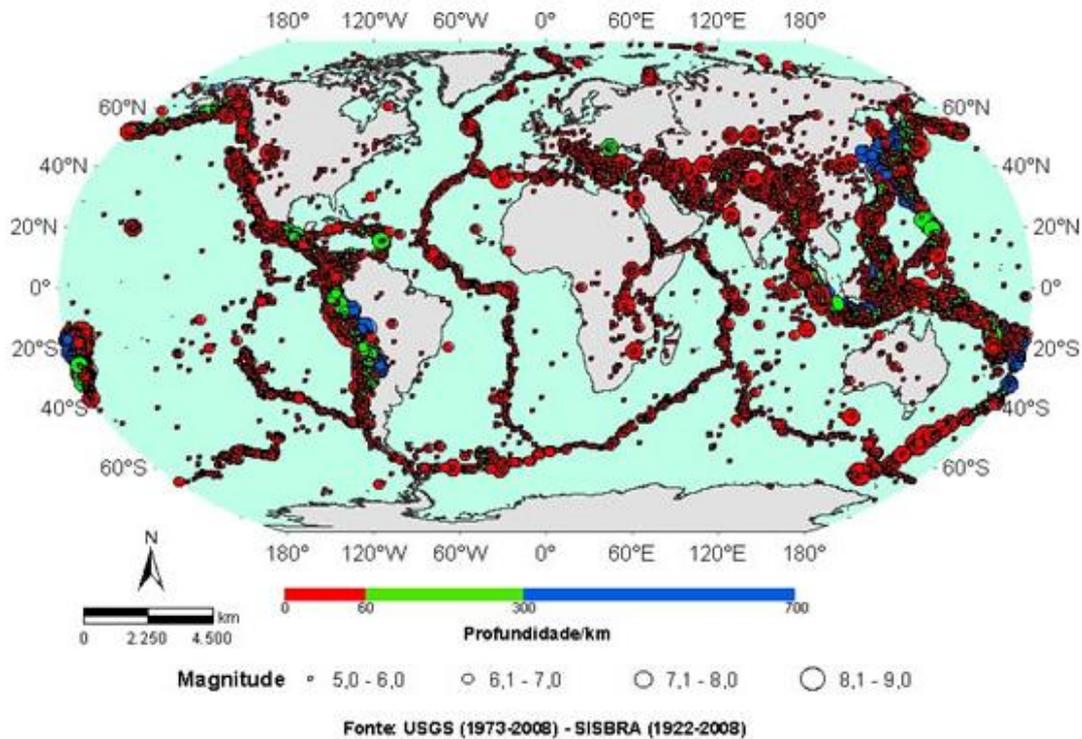


Fig. 20- Mapa simplificado da sismicidade mundial em que se projetam, em função da sua localização geográfica, intervalo de magnitudes (diâmetro dos círculos) e intervalo de profundidades de localização dos focos (escala de cor), os sismos ocorridos nas placas tectônicas até 2008.

Retirado de <https://bit.ly/2ZPEXEk>

2.2.8.2. Artificiais

Todos os sismos que resultem de atividades humanas são denominados de artificiais. Dos vários indutores, distingue-se a injeção de fluidos em furos (Fig. 21), comum em centrais geotérmicas (Euronews, 2013), a realização de testes nucleares, a utilização de explosivos na indústria mineira e o enchimento de albufeiras com capacidade de armazenar volumes consideráveis de água (Bolt, 2019), assim como a importância da propagação induzida de ondas sísmicas na análise e estudo de reservatórios petrolíferos, através da sísmica de reflexão, essencial na sociedade contemporânea (Shearer, 2009).

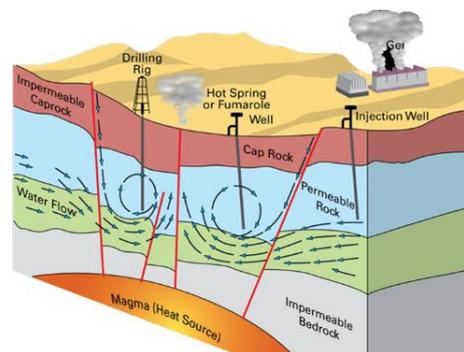
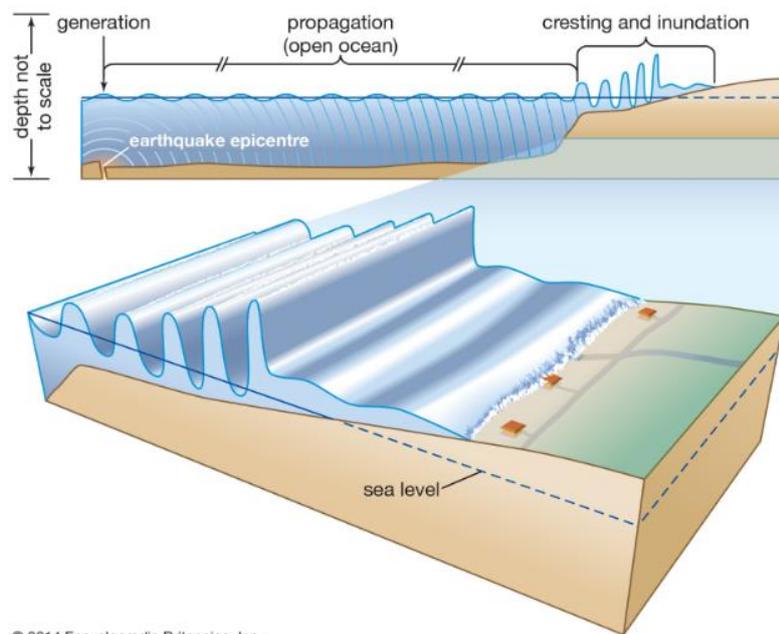


Fig. 21- Esquema simplificado de central geotérmica
Retirado de <https://bit.ly/2GNtNri>

2.2.9. Tsunamis

Os tsunamis (Fig. 22), aliados aos deslizamentos de massas geológicas, avalanches, *mud-flows* e liquefação de solos, constituem exceções ao dogmatismo que afirma que “o colapso de infraestruturas é o grande responsável pelas casualidades humanas, dado que os terremotos, por si só, não matam” (Stein & Wysession, 2003, p. 33).



© 2014 Encyclopædia Britannica, Inc.

Fig. 22- Esquema simplificado da ocorrência de um tsunami, em que a interferência com o fundo marinho na faixa costeira desencadeia a sobre-elevação considerável das ondas. Retirado de <https://bit.ly/2VFPTFr>

Os tsunamis são grandes ondas que ocorrem quando uma porção do fundo marinho se desloca verticalmente, devido a erupções vulcânicas, deslizamentos de massas geológicas, explosões, meteoros ou sismos submarinos. O seu reconhecimento em alto mar pode ser difícil, dada a baixa amplitude das ondas, que registam uma variação entre 30 a 60 cm de altura e elevado comprimento de onda, que pode atingir um intervalo de 200 km (Rafferty, 2019). A sua aproximação costeira, por força da redução da profundidade do fundo marinho, é marcada por uma redução da velocidade das ondas, diminuição do comprimento de onda e conseqüente aumento da amplitude, podendo atingir uma altura de 35 m, como no caso do terremoto de Sanriku, Japão, em 1896 (Stein & Wysession, 2003).

2.2.10. Previsão e prevenção

A previsão sísmica pode ser repartida em três componentes: 1) previsão a longo prazo; 2) previsão a médio prazo; 3) previsão a curto prazo. A primeira rege-se pelo princípio de “quanto maior o período de tempo decorrido desde o último episódio sísmico, maior a probabilidade de ocorrer um sismo nos tempos vindouros”, que se baseia no intervalo de recorrência da sismicidade, isto é, o tempo necessário para que a acumulação de tensões seja suficiente para que haja a libertação de energia a partir de uma falha ativa. A partir de estudos geológicos, de natureza geomorfológica e estrutural, é possível fazer, em certos

casos, uma estimativa dos intervalos de retorno de episódios sísmicos em diferentes falhas. Esta apreciação dá-nos meramente um valor médio, aproximativo, de retorno, pelo que um episódio sísmico pode ocorrer antes ou após o valor previsto. Por seu turno, a previsão a médio prazo minimiza as incertezas da componente 1, visto que ao se estudar o comportamento do sistema de falhas regional, se pode ter uma visão abrangente da interação entre essas diferentes falhas, prevendo-se, com um maior grau de precisão, os pontos de maior stresse, isto é, os locais onde se verifica uma maior acumulação de tensões. Por fim, a terceira componente consiste na previsão de um episódio sísmico num curto intervalo de tempo (dias ou horas) que é baseada em percussores, como o aumento da atividade microsísmica e a elevada deformação de estratos, necessitando de monitorização especializada no terreno. Esta previsão possui um baixo grau de fiabilidade, quando comparada com a previsão a longo e médio prazo (Grotzinger & Jordan, 2014).

A prevenção passa pelo conjunto de medidas que podem ser tomadas na minimização dos riscos sísmicos, iniciando-se com a sensibilização dos agentes e órgãos de poder decisório, responsáveis por legislar e aplicar decretos e regulamentos antissísmicos e de ordenamento do território, bem como a responsabilidade dos diversos ramos que compõem a proteção civil, estruturando-a, adequando-a às contingências e especificidades locais e regionais e articulando-a com as redes médicas e de transportes e comunicações. Como medidas igualmente importantes, seguem-se a educação das populações, a caracterização do contexto litológico e tectónico regional, a implementação de construções e outras infraestruturas mais resistentes a sismos e deslocalizadas para áreas de menor vulnerabilidade, a existência de sistemas de aviso de tsunamis e um melhor planeamento do território com vista à fixação de futuras populações em locais adequados (Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.11. Importância da educação das populações na mitigação de casualidades

As campanhas de educação relativas a sismos, suas consequências e medidas a tomar, resultam numa maior sensibilidade e conhecimento por parte das populações. Segundo os dados da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil de Portugal, foram desenvolvidas diversas atividades que contribuíram para um maior conhecimento das medidas a tomar em caso da ocorrência de um sismo. A própria autoridade, na sua plataforma *online* indica medidas de atuação que devem ser tomadas pelas populações, antes, durante e após um sismo, sendo vitais na minimização dos efeitos provocados por episódios sísmicos (Fig. 23) (Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2016).



Fig. 23- Panfleto da Protecção Civil com medidas de autoprotecção. Retirado de <https://bit.ly/2VI2s2W>

2.2.12. Medidas a tomar

2.2.12.1. Antes de um sismo

Antes da ocorrência de um sismo, devem-se identificar potenciais perigos presentes no local de residência. Apesar da melhoria geral das infraestruturas em termos antissísmicos, a possível queda de materiais frágeis e/ou pesados pode resultar em danos patrimoniais ou em ferimentos leves a graves, pelo que se deve fixar o maior número de pertences, como estantes e cómodas, colocando objetos pesados próximos do soalho (Grotzinger & Jordan, 2014).

Como medida preventiva, deve-se implementar um *plano de desastre*. Este projeto deve ser do conhecimento de todos os familiares, contendo todas as medidas a tomar antes, durante e após um episódio sísmico. Este plano deve incluir os locais potencialmente mais seguros durante um episódio sísmico, como mesas e secretárias maciças, vãos de portas e cantos de diferentes divisões. É importante instruir todos os familiares no que respeita ao corte de gás, água e luz e ainda estar contemplado um local de encontro seguro após a ocorrência sísmica, para que todos os intervenientes se possam reunir. Além disso, é importante também ter contactos telefónicos úteis, como o número de emergência nacional (112) e números de entidades de emergência locais (Autoridade Nacional de Emergência e Protecção Civil, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014).

Por outro lado, cada casa deve ter um *kit de desastres* com algodão, iodopovidona, gaze, etanol, tesoura, pinça, luvas, ataduras, como os demais kits de primeiros-socorros. Todavia, também deverá incluir um apito, lanterna, sapatos resistentes, *snacks* e produtos de higiene pessoal. Além deste *kit*, deverá existir um outro *doméstico*, que inclua extintores, chaves-inglesas, rádio portátil e reservas de comida e água para alguns dias (Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014).

Recomenda-se a identificação de eventuais fraquezas estruturais. Na generalidade dos casos, a maioria dos problemas reside em fundações inadequadas, muros de sustentação debilitados, alvenaria não reforçada e tubagem inadequada (Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.12.2. Durante um sismo

Durante um abalo sísmico devem ser executados três gestos simples: 1) baixar-se; 2) proteger-se no local mais apropriado; 3) aguardar que o episódio sísmico termine. Não se recomenda o uso de elevadores, precipitar-se para o exterior e abrigar-se perto de espelhos ou vidros, dadas as possíveis consequências danosas para o indivíduo (Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.12.3. Após um sismo

Após um sismo deve-se manter a calma, apurando potenciais danos estruturais e ferimentos que necessitem de atenção imediata. Aconselha-se o cumprimento pleno do *plano de desastres*. Recomenda-se o corte de gás, água e luz. Indivíduos encurralados devem utilizar o apito presente no *kit de desastres*, contudo, caso não consigam aceder a esse estojo, deverão bater em objetos sólidos três vezes seguidas, em intervalos de tempo curtos (Grotzinger & Jordan, 2014).

Realça-se a importância de se seguirem as instruções recebidas via rádio, de se verificar a rede disponível no telemóvel e reportar a situação do momento, caso seja necessário. O telemóvel deverá ser usado apenas em situações de emergência. Familiares deverão reunir-se no ponto de encontro estabelecido previamente no *plano de desastres* (Grotzinger & Jordan, 2014).

2.2.13. Engenharia antissísmica

A Sismologia fornece conhecimentos de extrema importância que podem ser utilizados na mitigação de riscos sísmicos. O estudo e análise de terremotos históricos contribui para a obtenção de informação sobre o comportamento de diversas estruturas, podendo ser uma ferramenta útil na elaboração de infraestruturas mais resistentes a sismos. O facto da maior

parte das causalidades se dever ao colapso de edificações urbanas, demonstra a premência da melhoria da resistência das infraestruturas concebidas para construção, em áreas com sismicidade não negligenciável. Esta melhoria pode ser alcançada através da engenharia antissísmica, essencial na construção de estruturas que resistam a sismos de magnitude elevada, garantindo a segurança dos seus utilizadores no caso da ocorrência de um episódio sísmico maior. A elaboração de edificado mais resistente a sismos é desafiadora em termos técnicos, sociais e económicos. Devido aos custos elevados deste tipo de construções, é necessário encontrar um equilíbrio adequado entre resistência sísmica e orçamento a despendar. Esta problemática tende-se a agravar em países com menor índice de desenvolvimento socioeconómico (Stein & Wysession, 2003).

2.2.13.1. Legislação e comportamento de diferentes estruturas durante um sismo

A existência de uma legislação antissísmica e sua aplicação regulamentada, mediante fiscalização competente, minimiza os impactes ligados ao risco sísmico. Apesar da legislação portuguesa ser adequada para novas edificações (Azevedo, 2009), tal não se verifica em edifícios reabilitados, dado que o Decreto Lei nº 53 de 8 de abril de 2014, assinala no artigo 9º que “as intervenções em edifícios existentes não podem diminuir as condições de segurança e de salubridade da edificação, nem a segurança estrutural e sísmica do edifício”, sem se questionar sobre a segurança estrutural e antissísmica presente nesses edifícios (Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, 2019).

Estruturas dissemelhantes possuem comportamentos distintos, devido aos materiais empregues e dimensões da estrutura. Estruturas tradicionais da Europa do Sul utilizam alvenaria não reforçada, cuja probabilidade de colapso durante um sismo é consideravelmente superior à de edifícios que utilizem betão reforçado (Fig. 24). O período de ressonância é um dos vários fatores a ter em conta na projeção de uma infraestrutura, dado que a coincidência entre o pico de aceleração do solo e a ressonância do edificado resulta em danos estruturais severos (Stein & Wysession, 2003).

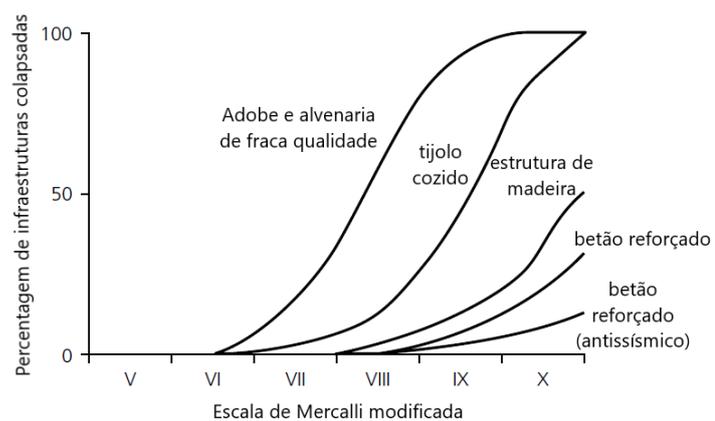


Fig. 24- Probabilidade de colapso, de acordo com o material empregue no edificado.

Adaptado de Stein & Wysession, 2003

2.2.13.2. Pagodes

Hōryū Gakumonji, conhecido em português como Templo da Lei Florescente, é um complexo de templos budistas com algumas das estruturas de madeira mais antigas do mundo. Neste complexo, é possível encontrar um pagode detentor de uma *shinbashira* com 1 425 anos. O facto deste edifício permanecer intacto, ao longo de centenas de anos, demonstra a qualidade antissísmica que estas estruturas possuem (Karlovic, 2017). Pensa-se que a *shinbashira* é o elemento-chave que explica a elevada resistência antissísmica dos pagodes (Fig. 25). Este pilar central atravessa toda a estrutura, culminando no *finial*, elemento que serve de para-raios (Karlovic, 2017). As *shinbashiras* são constituídas por troncos de *Chamaecyparis obtusa* (hinoki), árvore com ciclo de vida haplodiplonte, capaz de alcançar 40 m de altura e 3 m de diâmetro, detentora de madeira de elevada qualidade (Li, 1975; Walker, 1976). Destaca-se a importância de *Chamaecyparis obtusa* no xintoísmo, dado que esta é uma das cinco árvores sagradas de *Kiso* (Dallimore, Albert & Harrison, 1967).



Fig. 25- Esquema simplificado de pagode de cinco andares, mostrando o pilar central (*shinbashira*) e finial. Adaptado de <https://bit.ly/2GMSGTO>

Segundo registos históricos, apenas dois pagodes ruíram durante um episódio sísmico nos últimos 1 400 anos, com o pagode do templo de *Tō-ji* a permanecer intacto durante o grande sismo de *Hanshin-Awaji*, datado de 1995, responsável por 6 400 casualidades. Estudos recentes indicam que os beirais dos pagodes também podem contribuir para o sucesso destas estruturas em termos antissísmicos (Karlovic, 2017).

A *shinbashira* é tão eficaz em termos antissísmicos que a *Tokyo Sky Tree*, a estrutura mais alta do Japão e a segunda mais alta do mundo, com 634 m de altura, tem uma *shinbashira* composta por betão reforçado, essencial na minimização das oscilações estruturais (Karlovic, 2017; Miho, 2012).

2.2.13.3. Gaiolas pombalinas

A destruição sentida pela população lisboeta durante o terramoto de 1 de novembro de 1755 obrigou a uma reflexão profunda sobre o património a edificar, com a reconstrução a sublinhar as preocupações demonstradas pelo povo e D. José I. A “renovação” da cidade ocorreu através da construção de uma metrópole moderna e inovadora para a época, detentora de ruas largas e praças amplas. No entanto, salientam-se as perdas incalculáveis em termos humanos e de património (Lima & Neto, 2017). Após o terramoto de 1755, foi efetuado um inquérito nacional a todas as paróquias de Portugal Continental, denominado por Memórias Paroquiais de 1758. Esta inquirição possui dados relevantes em termos geográficos, administrativos, demográficos, judiciais, defensivos, económicos, comunicativos e hídricos. As memórias paroquiais encontram-se conservadas no Arquivo Nacional da Torre do Tombo (Braga, 2014).

A gaiola pombalina (Fig. 26) é o fruto dessa reflexão profunda, sendo considerada uma contribuição ímpar dos engenheiros portugueses para a tecnologia e engenharia antissísmicas (Tobriner, 2001). Após o terramoto, o Marquês de Pombal reuniu os seus engenheiros militares, com a missão de se criar uma estrutura antissísmica. Após diversos ensaios, foi criada a gaiola pombalina, o sistema de resistência sísmica mais avançado do século XVIII. Esta estrutura standardizada, incorpora vários elementos inovadores, pensados para resistir e dissipar os picos de aceleração do solo. As paredes de alvenaria estão limitadas pela estrutura interna de madeira e as cantarias externas, com a ligação estrutural a ser efetuada através de tirantes. A disposição diagonal da madeira reforça a estrutura, tornando-a simultaneamente mais flexível, havendo uma melhor absorção e dissipação de forças laterais. De igual modo, a gaiola pombalina possui paredes corta-fogo, que evitam a propagação de focos de incêndio para os edifícios adjacentes, algo que ocorreu após o terramoto de 1755 (Tobriner, 2001).



Fig. 26- Representação de gaiola pombalina.

2.2.13.4. Amortecedores de massa

Os amortecedores de massa consistem em mecanismos que possuem molas, amortecedores e blocos com uma massa apreciável. A frequência do amortecedor é ajustada ao período de ressonância do edifício, por forma a reduzir o movimento oscilatório. A

consequente movimentação do amortecedor dissipa energia, minimizando potenciais estragos da infraestrutura, em caso de episódio sísmico (Connor, 2003).

2.2.14. Impactos históricos e culturais

O registo diário de 50 tremores de terra suficientemente fortes para serem sentidos pela população mundial (Shearer, 2009) e a existência de vários registos históricos que relatam diversos episódios sísmicos, ilustram o impacto que os sismos têm e tiveram ao longo da história da humanidade. A contabilização de pelo menos 1 150 000 casualidades derivadas de episódios sísmicos mensurados, revela o quão desconcertantes os terremotos podem ser (Stein & Wysession, 2003).

2.2.14.1. América do Norte

No que concerne aos Estados Unidos da América (EUA), os estados que apresentam maior risco sísmico são o Alasca e Califórnia (Fig. 27) (Stein & Wysession, 2003), com o Canadá a apresentar maior risco sísmico nas regiões de Yukon, Colúmbia Britânica, nordeste de Nunavut e Territórios do Noroeste (Natural Resources Canada, 2017).

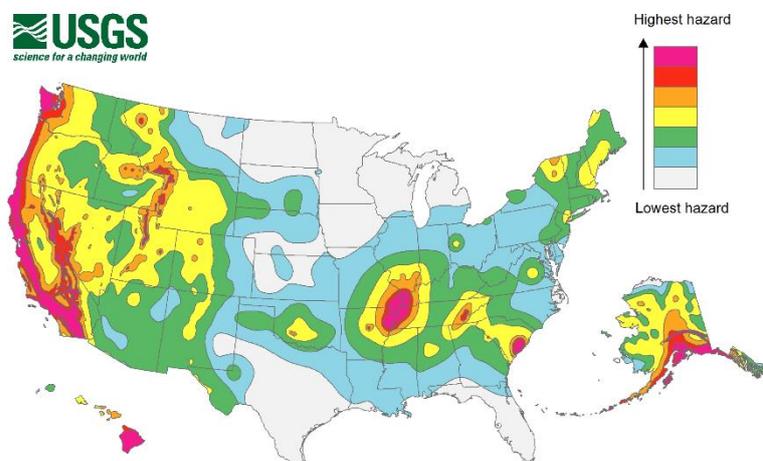


Fig. 27- Risco sísmico presente no território americano, de acordo com a USGS.

Retirado de <https://bit.ly/2pHEKWo>

Em termos históricos, destacam-se: 1) sismos de Nova Madrid, estado de Missouri, entre dezembro de 1811 e fevereiro de 1812, que provocaram inúmeras liquefações e modificaram o trajeto do rio Mississippi; 2) terremoto de São Francisco, a 18 de abril de 1906, que registou uma magnitude de 7,8 na escala de Richter, tendo provocado a destruição de 28 000 edifícios e um incêndio de largas proporções; 3) o tsunami das ilhas Aleutas, Alasca, a 1 de abril de 1946, derivado de um sismo submarino com magnitude de 7,4 na escala de Richter que destruiu uma central termoelétrica e causou 25 milhões de dólares de prejuízo na ilha de Hilo, Havai; 4) sismo do Alasca, a 27 de março de 1964, registou uma magnitude de 9,2 na escala de Richter, tendo provocado 139 casualidades (Stein & Wysession, 2003).

Demarca-se a importância cultural que os sismos tiveram nas populações indígenas do noroeste americano, com o sismo de 26 de janeiro de 1700, ocorrido na Cascadia, a ser

expresso nos contos dos povos de Quileute, Hoh e Nuu-chah-nulth (Finkbeiner, 2015; Reagan & Walters, 1933).

2.2.14.2. América Central e do Sul

As populações da América Central e do Sul testemunharam vários sismos de magnitude elevada ao longo dos séculos. Tal se deve ao enquadramento tectónico da região (Fig. 28), dado que a costa oeste da América Central e do Sul, tal como a costa oeste Norte-americana, pertencem ao Anel de Fogo do Pacífico, área notória pela sua elevada sismicidade (Shearer, 2009).

Em termos históricos, assinalam-se: 1) o sismo de Port Royal, Jamaica, ocorrido a 7 de junho de 1692, com uma magnitude estimada de 8 na escala de Richter, responsável pela liquefação dos solos e destruição de 1/3 da cidade portuária; 2) o sismo de Valdivia, Chile, a 21 de maio de 1960, foi o sismo mais violento já registado, com uma magnitude de 9,5 na escala de Richter, tendo provocado numerosos movimentos de massas geológicas de grande volume e um tsunami e causado entre 2 000 a 3 000 casualidades; 3) sismo da cidade do México, a 19 de setembro de 1985, detentor de uma magnitude de 7,9 na escala de Richter, originou um prejuízo de 3 mil milhões de dólares e provocou 10 000 casualidades (Stein & Wysession, 2003).

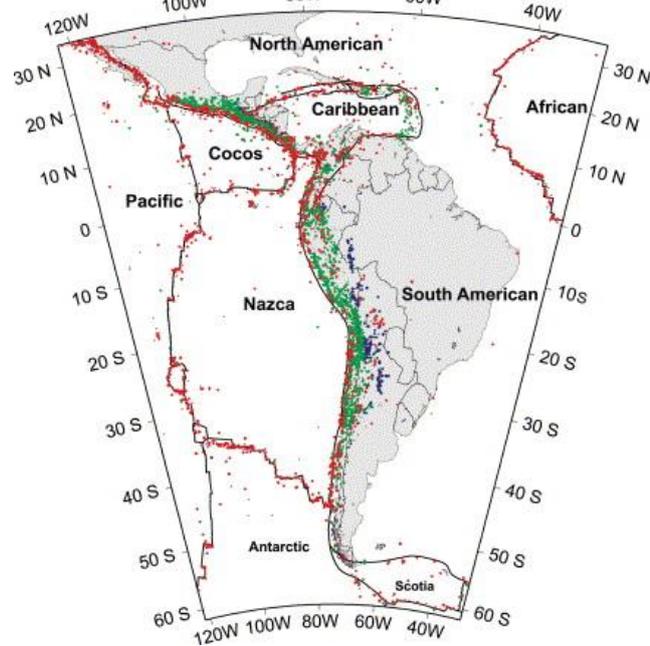


Fig. 28- Enquadramento tectónico da América Central e do Sul
Retirado de <https://bit.ly/2Lhadcp>

2.2.14.3. Sudeste asiático

O enquadramento geotectónico desfavorável que se verifica no sudeste asiático (Fig. 29), associado a uma elevada densidade populacional e à presença de vários países em vias de desenvolvimento, explica a elevada mortandade experienciada pelas populações destes países (Stein & Wysession, 2003).

Sismos impactantes: 1) o sismo de Shansi, China, a 23 de janeiro de 1556, com uma magnitude estimada de 8 na escala de Richter, que provocou cerca de 830 000 casualidades, sendo considerado o sismo mais mortífero da história; 2) o sismo de Assam, Índia, a 12 de junho de 1897, com uma magnitude estimada de 8,7 na escala de Richter, responsável por

1 500 casualidades; 3) o sismo de Kobe, Japão, a 16 de janeiro de 1995, com uma magnitude de 6,8 na escala de Richter, provocou 5 502 casualidades e 100 mil milhões de dólares em prejuízos (Stein & Wysession, 2003); 4) o tsunami do Oceano Índico, a 26 de dezembro de 2004, consequência de um sismo com uma magnitude de 9,1 na escala de Richter, provocou 225 000 vítimas (Augustyn, 2019); 5) o grande terramoto de Sendai, a 11 de março de 2011, provocou um tsunami e consequente acidente nuclear, com as estimativas a apontar a existência de 18 500 casualidades (Pletcher & Rafferty, 2019).

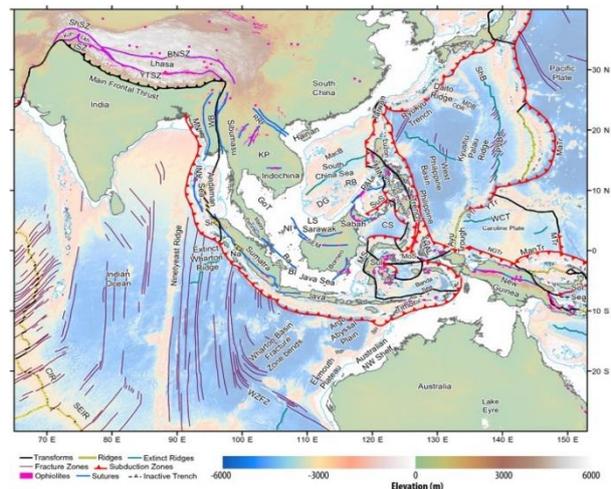


Fig. 29- Enquadramento tectónico do Sudeste Asiático.
Retirado de <https://bit.ly/2ITfZ1K>

Em termos culturais e científicos, destaca-se a criação do primeiro sismógrafo do mundo, por Zhang Heng, em 132 d.C., durante a dinastia de Han. Este sismógrafo, em forma de vaso, teria oito dragões na sua superfície, alinhados com os pontos cardeais, cada um contendo uma esfera de bronze. Na ocorrência de um sismo, as ondas sísmicas moveriam um pêndulo interno, responsável pela libertação de uma das oito esferas, que seria captada por um dos oito sapos, fixos na superfície do aparelho, indicando o sentido de propagação das ondas sísmicas (Rigg, 2018).

2.2.14.4. Europa

O enquadramento tectónico europeu (Fig. 30), marcado pela convergência entre a Placa Euroasiática e a Placa Africana, explica o risco moderado a elevado que se faz sentir na Europa Central e do Sul (Stein & Wysession, 2003).

Dos vários sismos ocorridos, sobressaem: 1) sismo de Basel, a 18 de outubro de 1356, detentor de intensidade XI, de acordo com a Escala de Mercalli modificada, responsável pela destruição de 80 castelos e várias centenas de casualidades; 2) grande

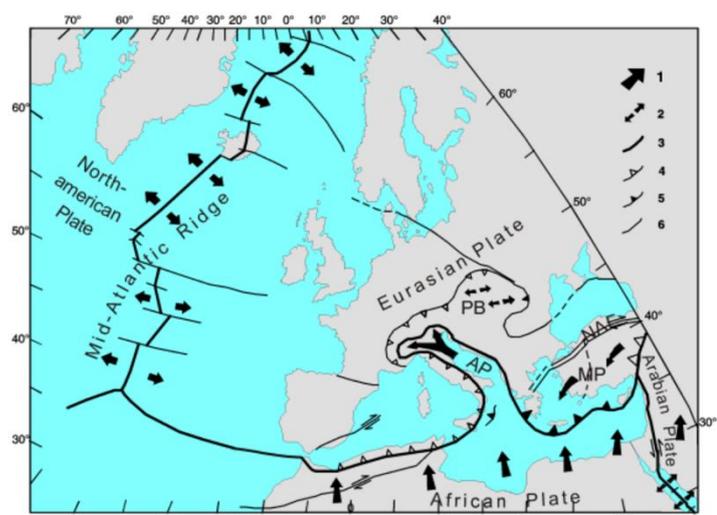


Fig. 30- Enquadramento tectónico europeu.
Retirado de <https://bit.ly/2WzBjQp>

terramoto de Lisboa (Fig. 31), a 1 de novembro de 1755, com magnitude estimada superior a 8 na escala de Richter e sentido numa área de 1 600 000 km², sendo considerado o terramoto europeu mais destrutivo, com cerca de 70 000 casualidades (Stein & Wysession, 2003); 3) o sismo de Benavente e Samora Correia, de 1909, com uma magnitude de 6,7 na escala de Richter e responsável pela destruição generalizada das duas vilas (Talixa, 2009); 4) sismo de 1969, a 28 de fevereiro, a 180 km a sudoeste de Sagres, com magnitude de 7,9 na escala de Richter, a maior desde o grande terramoto de Lisboa de 1755, tendo provocado estragos consideráveis na Região Sul, nomeadamente Algarve (Carrilho, Alves & Marreiros, 2019); 6) sismo dos Açores de 1980, a 1 de janeiro, com magnitude de 7,2 na escala de Richter, afetou principalmente as ilhas da Terceira, de São Jorge e Graciosa, vitimando 73 pessoas (Ferreira, 2018).



Fig. 31- Carta de isossistas do grande terramoto de Lisboa, ocorrido a 1 de novembro de 1755. Retirado de <https://bit.ly/2EOfGI9>

2.2.15. Epítome geológica

Os sismos são processos que podem ser altamente destrutivos, podendo causar elevadas casualidades e danos em infraestruturas, com consequências negativas para a economia e bem-estar das populações afetadas. Apesar destes aspetos negativos, os sismos podem impulsionar as sociedades para o futuro, fornecendo dados vitais na prospeção de petróleo e gás natural, bem como no conhecimento da estrutura interna da Terra.

Podemos também constatar que a Sismologia é extremamente importante, não só em termos económicos, mas também em termos científicos, sociais e tecnológicos. Os avanços realizados nesta área do conhecimento, durante os últimos dois séculos, admitiram uma melhoria geral na prevenção de desastres, através de uma gestão racional de territórios, construção de infraestruturas mais resistentes a sismos e maior sensibilização e educação por parte das populações.

2.3. Biologia- Evolução biológica e ciclos de vida

O aparecimento da vida na Terra é uma temática que fascinou a Humanidade desde os primórdios. Como consequência, diferentes autores de diferentes épocas propuseram várias hipóteses, como a teoria da geração espontânea, posteriormente desacreditada no século XVII com base em evidências laboratoriais. A hipótese de Oparin-Haldane, suportada pela experiência de Miller e Urey, é uma das mais aceites na comunidade científica, explica o aparecimento dos primeiros seres vivos. A evolução biológica, que ocorreu no nosso planeta, resultou de uma interação constante entre o meio abiótico e biótico, com a acumulação de oxigénio (O_2) a ter um impacto no aparecimento dos primeiros organismos eucarióticos e multicelulares. O surgimento de organismos com reprodução sexuada, nos quais a meiose e fecundação são processos essenciais, propiciou um aumento da variabilidade genética, vantajosa na colonização e adaptação a novos ambientes, como o estabelecimento das Embryophyta em ambientes terrestres.

2.3.1. A origem e a química da vida, importância da água nos seres vivos

O aparecimento e ulterior manutenção da vida na Terra requereu água no estado líquido. A água é essencial para os organismos, estando presente nas células numa percentagem que varia entre 60 e 90%, conforme as espécies, sendo de extrema importância para diversas reações químicas, como a hidrólise (Hickman, Roberts, Keen, Larson, Anson & Eisenhour, 2008).

O facto de a água possuir uma elevada capacidade calorífica consegue moderar as oscilações térmicas ambientais, protegendo todos os organismos de flutuações térmicas extremas, algo vital, dada a sensibilidade de várias macromoléculas a este tipo de variações (ex: desnaturação proteica a temperaturas elevadas). A elevada temperatura de vaporização da água também auxilia o arrefecimento corporal dos organismos terrestres, essencial em organismos endotérmicos. Denota-se igualmente a importância da elevada tensão superficial da água, fundamental no seu transporte no xilema, de acordo com a teoria da tensão-coesão-adesão. Apesar da sua elevada tensão superficial, a água é caracterizada pela sua baixa viscosidade, o que possibilita a sua movimentação em vasos capilares e no citoplasma.

A estrutura tridimensional da água e a sua natureza dipolar explicam a sua eficácia como solvente, sendo essencial em vários tipos de transporte que ocorrem nas células, como a difusão simples e osmose (Hickman et al., 2008).

2.3.2. Abiogénese e hipótese de Oparin-Haldane

A abiogénese, do grego *ábios* (sem vida) e *génesis* (origem), é uma das teorias que tentam explicar o aparecimento primordial da vida. De acordo com esta perspetiva, a vida formou-se a partir de matéria inorgânica. Apesar do elevado grau de paralelismo entre a abiogénese e a teoria de geração espontânea, na medida em que ambas defendem o aparecimento de seres vivos a partir de matéria inorgânica, sendo comumente utilizadas como sinónimas, ambas se diferenciam no seu *modus operandi*. Num sentido lato, a abiogénese foca-se no aparecimento primordial da vida, durante o Hadeano (Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky & Jackson, 2015). Por sua vez, a teoria de geração espontânea, proposta por Aristóteles no seu livro “*De Generatione Animalium*”, é baseada em processos de criação de vermes e geração de ratos a partir de matéria em decomposição (Ball, 2016). A teoria da geração espontânea foi desacreditada por Francesco Redi (1626-1697) e Louis Pasteur (1822-1895) (Gottdenker, 1979; Levine & Evers, 1999).

Oparin e Haldane, através de observações químicas, geológicas e físicas consideraram a hipótese de que processos químicos e físicos poderiam produzir células simples, através de uma sequência de quatro estádios:

- 1) Síntese abiótica de moléculas orgânicas de reduzidas dimensões e de elevada simplicidade química;
- 2) União das moléculas anteriormente referidas, formando macromoléculas;
- 3) Organização entre macromoléculas, gerando-se protobiontes (formas primitivas de vida);
- 4) Origem de moléculas com capacidade de autorreplicação, o que permitiu o surgimento da transmissão hereditária.

Oparin e Haldane propuseram a hipótese de que a atmosfera da Terra primitiva teria um elevado poder redutor, o que levaria à formação e manutenção de compostos orgânicos a partir de moléculas inorgânicas simples. No entanto, para haver reações químicas endoenergéticas seria necessária uma fonte de energia externa. Oparin e Haldane especularam que as radiações ultravioleta (UV) e descargas elétricas teriam sido suficientes para a produção de tais compostos. Haldane sugeriu que os oceanos primitivos seriam uma solução densa e quente de moléculas orgânicas, uma espécie de “sopa ou caldo primitivo”, nome pelo qual a hipótese de Oparin-Haldane também é conhecida (Reece et al., 2015).

Em 1953, Stanley Miller e Harold Urey conceberam uma experiência para testar a hipótese de Oparin-Haldane (Fig. 32), utilizando um sistema fechado, sem O₂, no qual se inseriu hidrogénio (H₂) e vários compostos, como amoníaco (NH₃), metano (CH₄) e H₂O e uma fonte de calor para induzir a evaporação de H₂O. O vapor em circulação foi submetido a

descargas elétricas, por forma a simular trovoadas. Um sistema de arrefecimento viabilizou a condensação do vapor de água na parte terminal dos tubos de circulação, com a H₂O condensada a ser recolhida na sua extremidade. Após uma semana, verificaram que: 1) 15% do carbono (C) presente na atmosfera redutora tinha sido convertido em compostos orgânicos; 2) os compostos orgânicos gerados, como glicina, α -alanina, β -alanina, ácido aspártico e ácido α -aminobutírico, são essenciais na maioria das espécies atuais; 3) a génese de compostos orgânicos, durante o Hadeano, terá ocorrido em condições similares (Hickman et al., 2008).

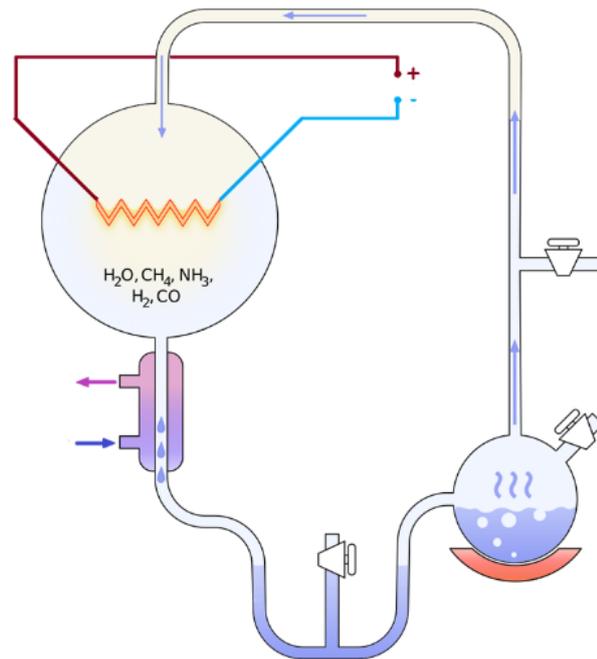


Fig. 32- Experiência de Miller & Urey. H₂O=água, CH₄= metano, NH₃= amoníaco, H₂= hidrogénio, CO= monóxido de carbono. Adaptado de <https://bit.ly/2WLCddQ>

Salienta-se a importância do aumento da concentração de compostos orgânicos, cuja interação propiciou a ocorrência de várias reações de polimerização e posterior geração de protobiontes (Hickman et al., 2008).

No entanto, a experiência de Miller & Urey foi criticada pelo facto de ter utilizado compostos, como CH₄ e NH₃, que não existiriam em quantidades suficientemente abundantes no Hadeano. Presentemente, considera-se que a atmosfera primitiva consistiria numa mistura de dióxido de carbono (CO₂) e nitrogénio (N₂). A realização de uma nova experiência, com a inclusão destes compostos, em 1983, originou nitritos (NO₂⁻) que, além de degradarem os aminoácidos gerados, reduzem o pH da água da solução. Todavia, Jeffrey L. Bada supôs que durante o Hadeano estariam disponíveis na crosta terrestre determinados elementos e compostos químicos, como ferro (Fe²⁺) e carbonatos (CO₃²⁻). Seguindo esta lógica, Bada adicionou estes elementos à experiência mencionada anteriormente, tendo obtido diversos aminoácidos. Atesta-se assim a possibilidade de geração de compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos (Fox, 2007; Hickman et al., 2008).

2.3.3. Hipótese do mundo de RNA e hipótese do metabolismo antes do RNA

Anteriormente ao aparecimento dos primeiros organismos procariontes terão existido organismos mais simples, denominados protobiontes. Devido à sua grande simplicidade, existem várias hipóteses que especulam onde terá ocorrido o armazenamento de informação

genética. A hipótese do mundo de RNA, uma das mais aceites pela comunidade científica, defende que o armazenamento de informação genética teria como base o RNA (Hickman et al., 2008). Porém, esta molécula é bastante complexa do ponto de vista químico, pelo que Robert Shapiro defende a hipótese do metabolismo antes do RNA. Segundo esta hipótese, a vida poderá ter começado a partir de reações entre moléculas simples, que eventualmente se tornaram mais complexas, conduzindo à formação de material genético, detentor de capacidade replicativa. A visão de Shapiro pode ser resumida na seguinte citação: *There's nothing freaky about life; it's a normal consequence of the laws of the universe* (Powell, 2008).

2.3.4. Organismos procariontes

Os organismos procariontes (reino Monera) (Fig. 33) são caracterizados pela ausência de um núcleo bem demarcado e pela inexistência de organelos. A ausência de membranas internas também os diferencia dos organismos eucarióticos. Destaca-se a presença de DNA circular na maioria dos organismos procarióticos. Tradicionalmente, todos os organismos procariontes eram denominados por bactérias, estando incluídos no reino Monera. Contudo, este tipo de classificação descarta a elevada variedade metabólica e genética patente neste tipo de organismos. Por forma a minorar esta problemática, os microbiologistas Carl R. Woese e colaboradores propuseram uma revisão deste tipo de classificação, dividindo os organismos em 3 domínios: Archaea, Bacteria e Eukarya (Woese, Kandler & Wheelis, 1990). Por consequência, os organismos procariontes foram divididos em 2 domínios: Archaea e Bacteria que, apesar de possuírem algumas similaridades, demarcam-se profundamente a nível genético, evolutivo, químico e fisiológico (Hickman et al., 2008). Estima-se que as primeiras células procarióticas tenham aparecido há cerca de 3,5 mil M.a., no Arqueano (Reece et al., 2015).

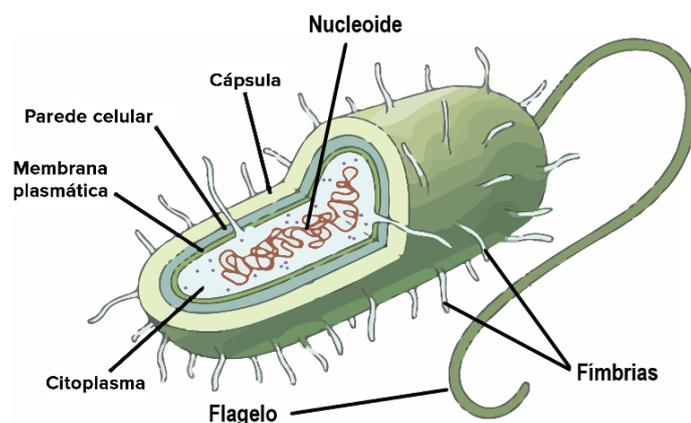


Fig. 33- Modelo esquemático de um organismo procarionte.

Adaptado de <https://bit.ly/2D4iN7G>

2.3.5. Importância do aumento do oxigénio atmosférico

A maioria do O_2 atmosférico é de origem biológica. O incremento da concentração desta molécula terá originado reações químicas com o ferro dissolvido em água, precipitando-o, dando origem a sedimentos ricos em óxidos de ferro (FeO), atualmente explorados pela

indústria mineira (Reece et al., 2015). A concentração de O_2 na H_2O continuou a aumentar, até ocorrer uma saturação desta molécula nos oceanos primitivos. Este acontecimento possibilitou a libertação de O_2 para a atmosfera primitiva, indicada pela presença de rochas terrestres com 2,7 mil M.a. detentoras de FeO . Apesar de numa primeira fase o incremento da concentração de O_2 atmosférico ter sido lenta e gradual, entre 2,7 e 2,4 mil M.a., a concentração desta molécula sofreu um aumento exponencial (subindo até 10% da concentração atual). Este grande evento de oxigenação (Fig. 34) foi marcado pela extinção em massa de vários organismos anaeróbios, de forma paralela, os procariontes, que sobreviveram, sofreram várias adaptações, passando a incluir O_2 nos seus processos respiratórios. O aumento de O_2 poderá ter catalisado o aparecimento de organismos eucarióticos, dado que num mundo progressivamente mais rico em O_2 , seria particularmente vantajoso a hospedeiros anaeróbios possuírem endossimbiontes que utilizassem o O_2 de forma proveitosa (Reece et al., 2015).

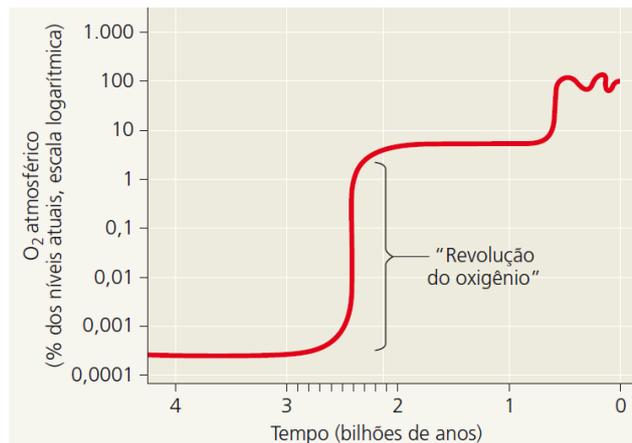


Fig. 34- Grande evento de oxigenação, ocorrido entre 2,7 e 2,4 mil milhões de anos. Adaptado de Reece et al., 2015

2.3.6. Organismos eucariontes

Os organismos eucariontes (reinos Protista, Fungi, Animalia e Plantae) caracterizam-se pela presença de um invólucro nuclear bem definido, que envolve o material genético da célula, formando o núcleo. As células destes organismos (Fig. 35) podem possuir diferentes tipos de organelos, como mitocôndrias, complexo de Golgi, retículo endoplasmático e lisossomas. Em termos evolutivos, especula-se que os primeiros organismos eucariontes tenham aparecido entre 1,7 a 1,9 mil M.a., com os

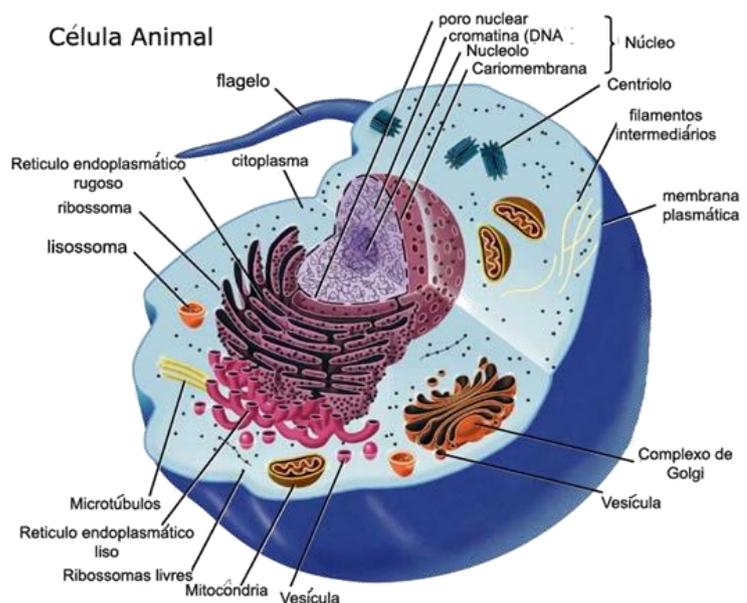


Fig. 35- Modelo esquemático de célula animal. Retirado de <https://bit.ly/2IA246l>

primeiros microfósseis detentores de características semelhantes aos organismos eucariontes unicelulares atuais a terem cerca de 1,8 mil M.a. (Hickman et al., 2008; Sagan, 1967).

2.3.7. Hipótese autogénica

De acordo com a hipótese autogénica (Fig. 36), os organismos eucariontes resultaram de uma evolução gradual dos organismos procariontes. Esta hipótese defende que os sistemas endomembranares e organelos presentes nas células eucarióticas atuais se formaram a partir de invaginações da membrana plasmática. Este pressuposto é corroborado pela assimetria das membranas intracelulares e membrana plasmática, todavia estudos genéticos demonstram que o DNA contido nas mitocôndrias e cloroplastos diverge do material genético incluído no núcleo. Apesar da sua elevada importância histórica, a hipótese autogénica tem perdido apoio no seio da comunidade científica em relação à hipótese endossimbiótica (Moreira, 2015d).

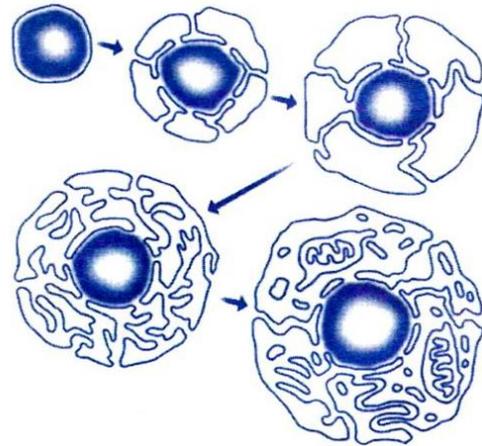


Fig. 36- Hipótese autogénica.
Retirado de <https://bit.ly/2UpBkpE>

2.3.8. Hipótese endossimbiótica

A hipótese endossimbiótica (Fig. 37) é, desde a década de 70, a mais aceite pela comunidade científica para a explicação do aparecimento de células eucarióticas a partir de células procarióticas. Apesar da existência de observações científicas efetuadas a partir dos finais do século XIX, que indicavam o princípio de relações simbióticas no aparecimento de organismos eucarióticos, só a partir da década de 1960 se pôde sustentar a hipótese endossimbiótica, com base em estudos de genética molecular e observações de microscopia eletrónica (Moreira, 2015d). Lynn Margulis teve um papel fundamental na elaboração e defesa desta hipótese, realçando a importância da endossimbiose na evolução dos seres vivos (Sagan, 1967). De forma sucinta,

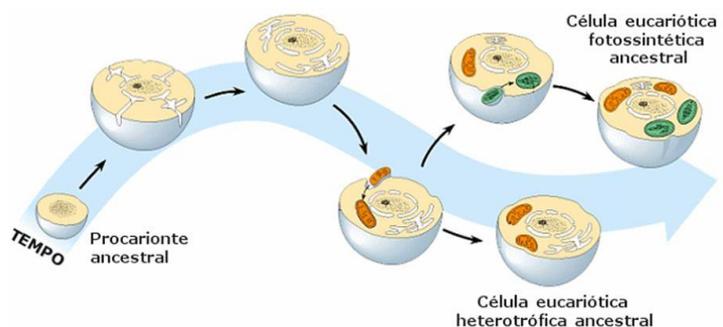


Fig. 37- Hipótese endossimbiótica
Retirado de <https://bit.ly/2P1fcfv>

esta hipótese considera que uma célula procariótica de maiores dimensões (célula hospedeira) terá albergado células procarióticas de menores dimensões (células hóspedes), com as quais terá estabelecido relações de simbiose bastante eficientes, ao ponto de a célula hospedeira e hóspedes se terem tornado num só organismo. Esta hipótese também admite que os sistemas endomembranares e núcleo tenham resultado de invaginações da membrana plasmática, algo previamente defendido pela teoria autogénica (Moreira, 2015c).

A existência de organismos eucarióticos que não possuem mitocôndrias, como *Giardia lamblia* (Fig. 38) e *Pelomyxa palustris*, indica-nos que a formação do invólucro nuclear ocorreu antes da incorporação dos ancestrais das mitocôndrias. De forma similar, podemos deduzir que a ausência de cloroplastos em células eucarióticas animais se deve ao estabelecimento primário de relações simbióticas com os ancestrais das mitocôndrias e só posteriormente se estabeleceram relações endossimbióticas com os ancestrais dos cloroplastos, aparecendo assim os primeiros organismos eucarióticos fotossintéticos (Moreira, 2015d).

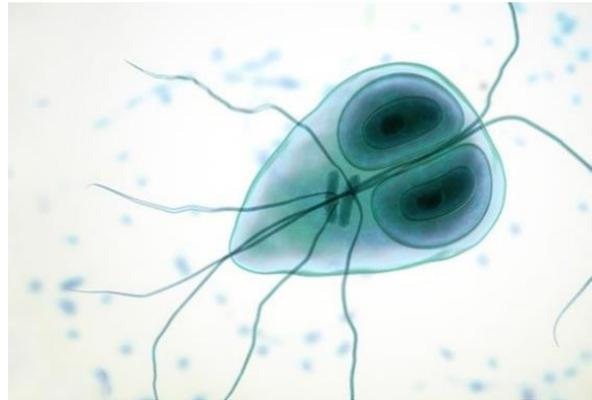


Fig. 38- *Giardia lamblia*, observação ao microscópio óptico composto (MOC). Retirado de <https://bit.ly/2GdvJKD>

2.3.9. Unicelularidade

Os organismos unicelulares são todos os seres constituídos por uma só célula (Moreira, 2015b). De um modo geral possuem dimensões reduzidas e baixos graus de especialização, podendo ser organismos procariontes ou eucariontes. Em consequência da sua elevada simplicidade, os organismos procariontes unicelulares terão sido os primeiros seres a colonizar a Terra, com o registo fóssil a datar o aparecimento dos primeiros indivíduos há cerca de 3,5 mil M.a. (Reece et al., 2015).

2.3.10. Colónias

Considera-se uma colónia (Fig. 39) como o conjunto de organismos de uma dada espécie que interagem e vivem de forma dependente. Caracterizam-se pela interação entre indivíduos, que podem assumir funções diferenciadas. O aparecimento de colónias poderá ter sido uma das primeiras estratégias para lidar com a problemática da razão entre área de superfície da membrana plasmática e volume celular, que tende a diminuir com o aumento do tamanho da célula, o que dificulta as trocas entre o interior celular com o exterior.

Gradualmente, diferentes células ter-se-ão especializado, havendo um maior grau de diferenciação e interdependência estrutural e funcional. Especula-se que as colônias terão sido um passo intermédio no aparecimento de organismos pluricelulares. Atualmente, há vários exemplos de organismos coloniais, como *Gonium* sp., *Pandorina* sp., *Eudorina* sp. e *Volvox aureus*, com o último a possuir entre 1000 e 2000 células, exibindo um grau de diferenciação assinalável, dado que as células somáticas se responsabilizam pela nutrição e deslocação da colónia e as células reprodutivas se encarregam da sua reprodução (Moreira, 2014a; Petruzzello, 2019).

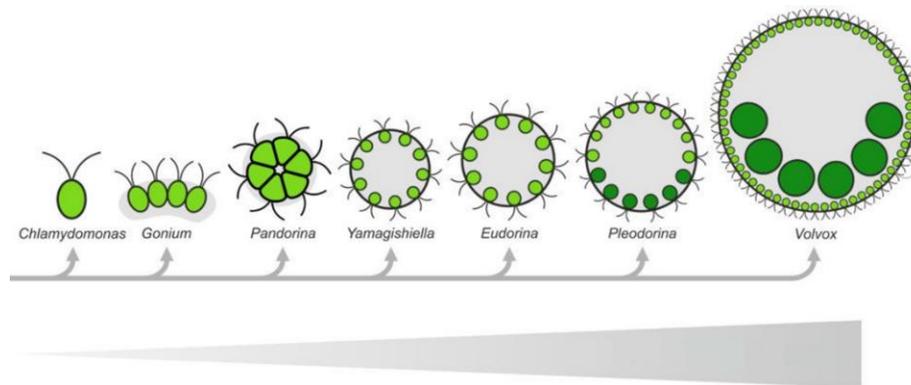


Fig. 39- Representação de diversos organismos coloniais, progressivamente mais complexas, tendo como título de comparação o organismo unicelular *Chlamydomonas* sp. Retirado de <https://goo.gl/hR3QHU>

2.3.11. Multicelularidade

O aparecimento de organismos eucariontes unicelulares e posterior advento de colónias levou, há cerca de 1,2 a 1,8 mil M.a., ao aparecimento dos primeiros organismos multicelulares (Reece et al., 2015). Estes indivíduos possuem inúmeras vantagens em relação às entidades unicelulares, das quais se destacam: 1) maiores dimensões, ao mesmo tempo que se mantém um equilíbrio entre a relação área/volume, que facilitam as trocas com o meio; 2) maior diversidade, o que possibilita uma melhor adaptação a diferentes nichos ecológicos; 3) diminuição da taxa metabólica, o que possibilita uma redução de perdas energéticas desnecessárias, aumentando a eficiência energética do organismo; 4) maior independência do meio, essencial na conquista de novos territórios; 5) supremacia em termos de competição e predação; 6) elevada especialização, com posterior aparecimento de sistemas complexos, como sistema circulatório, nervoso, respiratório, digestivo, excretor, entre outros (Moreira, 2014a).

2.3.12. Ciclos de vida: unidade e diversidade

Os ciclos de vida repercutem a história reprodutiva de um dado organismo, desde a sua conceção até à produção de descendência. Caracterizam-se pela presença de meiose

(que faculta a geração de gâmetas) e fecundação (cuja fusão de gâmetas origina um zigoto). Apesar dos ciclos de vida serem diferentes no tempo em que ocorre a meiose e a fecundação, todos causam o mesmo efeito: o incremento da variabilidade genética dos descendentes e um aumento da capacidade de sobrevivência das populações face a variações ambientais.

2.3.13. Ploidia

O termo ploidia aplica-se ao número n de conjunto de cromossomas de uma célula (Moreira, 2015a). Com base no número n de cromossomas, podem-se categorizar as células do seguinte modo: haploide- célula com um cromossoma de cada par homólogo, representando-se por n ; diploide- célula com dois conjuntos de cromossomas, representando-se por $2n$; poliploide- célula com mais do que dois conjuntos de cromossomas homólogos, figurando-se por Xn , com X a indicar o número de conjuntos cromossómicos (Moreira, 2015a).

2.3.14. Fecundação

A fecundação é um processo essencial na reprodução sexuada que consiste na união de dois gâmetas (feminino e masculino) para dar origem a uma célula denominada por ovo ou zigoto. Salienta-se a importância da fecundação no aumento de variabilidade genética, dada a aleatoriedade da união de gâmetas (Hickman et al., 2008).

2.3.15. Meiose

Considera-se a meiose (Fig. 40) como um processo de divisão celular fundamental na reprodução sexuada que abrange a divisão I, divisão reducional, e a divisão II, divisão equacional. Na divisão I da meiose inclui-se a prófase I, que é a fase mais longa da meiose, onde o núcleo sofre um aumento de volume, ocorrendo emparelhamento dos cromossomas homólogos (sinapse). Estes pares de cromossomas têm a designação de bivalentes, apresentando quatro cromátídeos, caso tenhamos como exemplo uma célula diploide ($2n$). Durante a sinapse pode ocorrer recombinação genética entre os cromossomas homólogos. Após a prófase I ocorre a metáfase I, na qual os cromossomas homólogos de cada bivalente se dispõem no plano equatorial. Seguidamente, ocorre a anáfase I, havendo uma redução cromática. Nesta fase, os cromossomas homólogos separam-se de forma aleatória, afastando-se do plano equatorial, devido à sua ascensão polar. Por fim, a divisão I da meiose termina com a telófase I, havendo uma desorganização do fuso acromático e formação de dois núcleos haploides (n) (Hickman et al., 2008).

No fim da divisão I da meiose inicia-se a divisão II, que inclui a prófase II, responsável pela condensação dos cromátídeos e formação do fuso acromático, a metáfase II, em que os cromossomas estão dispostos no plano equatorial, a anáfase II, que inclui a divisão do

centrómero e posterior ascensão polar e a telófase II, onde os cromossomas atingem os polos e o fuso acromático se desorganiza. No término da telófase existem quatro núcleos haploides (n) e, através da citocinese, são geradas quatro células-filhas haploides (Hickman et al., 2008).

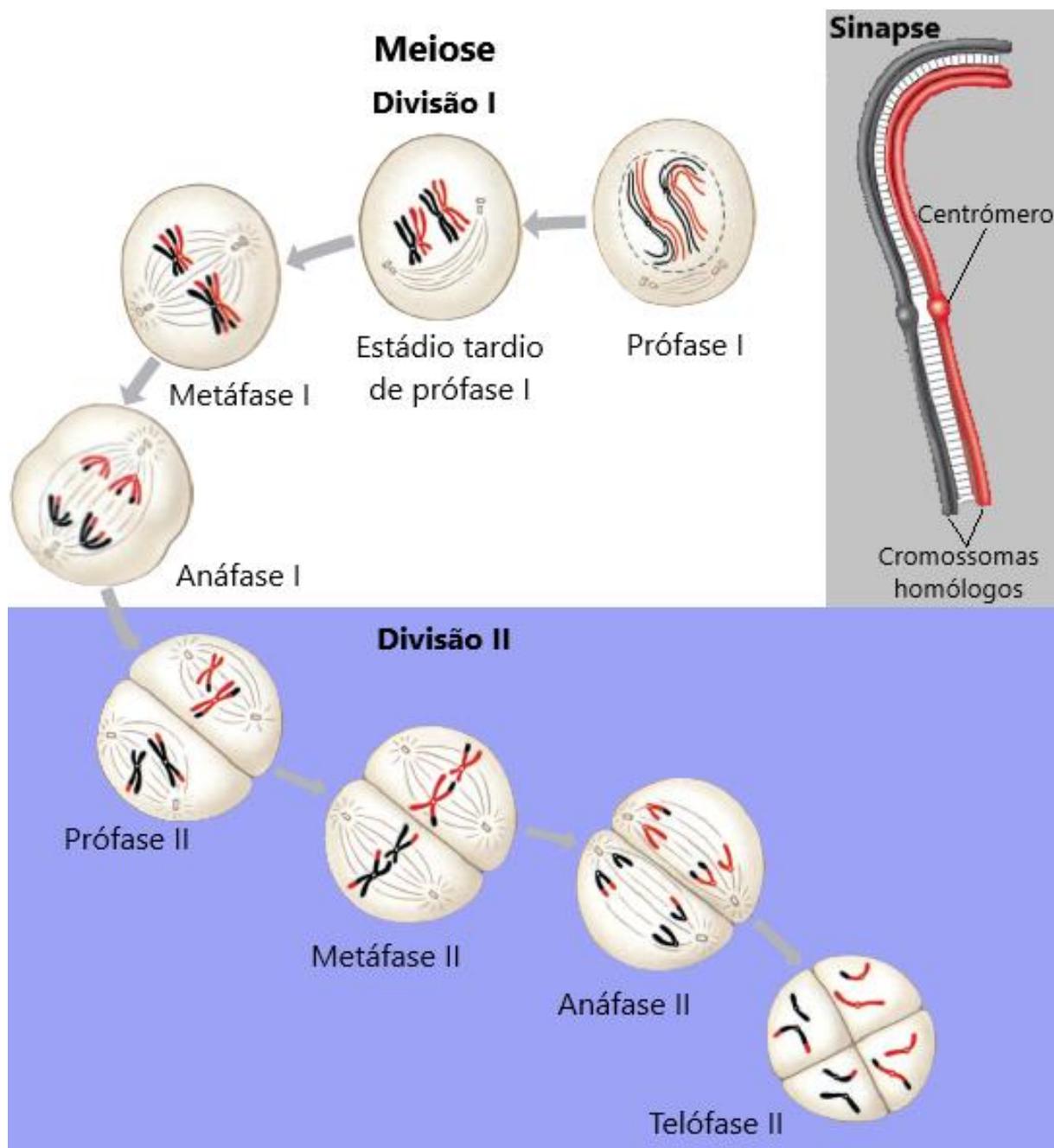


Fig. 40- Esquema com diferentes fases da meiose na divisão I e II, destacando o emparelhamento dos cromossomas homólogos, que ocorrem na prófase I.

Fonte: Adaptado de Hickman et al., 2008

2.3.16. Alternância de fases nucleares

A alternância de fases nucleares (Fig. 41) corresponde à alteração do número de cromossomas homólogos. Engloba uma fase haploide ou haplófase (figurada por n) e uma fase diploide ou diplófase (representada por $2n$). Para que ocorra a variação de $2n$ para n é necessária a existência de meiose e a transformação de n para $2n$ requer uma fecundação (Moreira, 2014b).

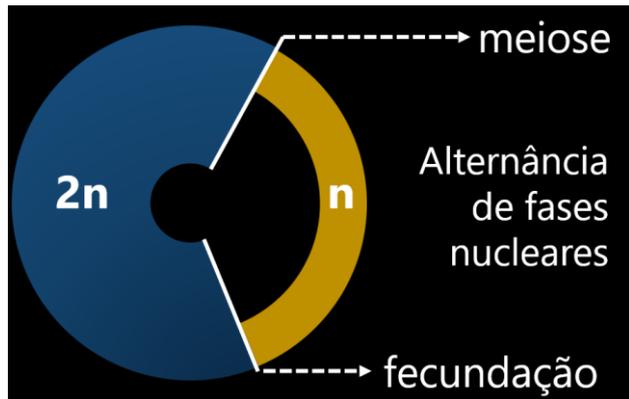


Fig. 41- Esquema representativo da alternância de fases nucleares.

2.3.17. Alternância de gerações

A alternância de gerações é comum a todas as plantas e algumas espécies de algas, caracterizando-se pela existência de estádios multicelulares haploides e diploides. O estádio multicelular haploide denomina-se por gametófito, sendo responsável pela produção de gâmetas através de mitose. Assim, a fecundação marca o início do estádio multicelular diploide, responsável por gerar células haploides (esporos) através de meiose (Reece et al., 2015).

2.3.18. Ciclos de vida

Considera-se o ciclo de vida como a prossecução de eventos que ocorrem na história reprodutiva de um dado organismo, desde a sua conceção até à geração da sua própria descendência (Moreira, 2014b). Todos os ciclos de vida requerem uma alternância de fases nucleares, todavia o período de ocorrência da meiose e fecundação diverge (Reece et al., 2015). Com base nestas variações, podemos categorizar os ciclos de vida em diplontes, haplontes e haplodiplontes.

2.3.18.1. Ciclo de vida diplonte

Os organismos que possuem um ciclo de vida diplonte (Fig. 42) destacam-se pela sua meiose pré-gamética, que vai dar origem à formação de gâmetas haploides. A fusão entre membranas de um gâmeta masculino e feminino leva à ocorrência de fecundação, que possibilita o desenvolvimento de um organismo multicelular diploide. Este ciclo de vida é característico da maioria dos animais (Reece et al., 2015).

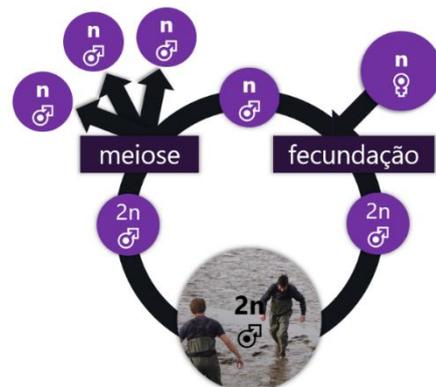


Fig. 42- Ciclo de vida diplonte simplificado de um indivíduo do sexo masculino.

2.3.18.2. Ciclo de vida haplonte

Nos seres com um ciclo de vida haplonte (Fig. 43), a meiose é pós-zigótica, sendo o zigoto a única entidade diploide. A meiose origina células haploides que se dividem por mitose, formando um organismo adulto haploide. Este ciclo de vida é característico da maioria dos fungos e alguns protistas, incluindo algas (Reece et al., 2015).

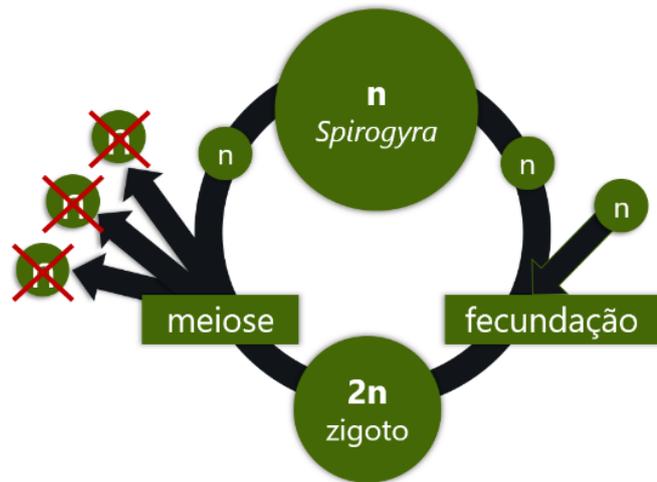


Fig. 43- Ciclo de vida haplonte de Spirogyra, no qual, através da meiose, ocorre a formação de 4 células haploides e posterior degeneração de 3.

2.3.18.3. Ciclo de vida haplodiplonte

Nos seres com um ciclo de vida haplodiplonte (Fig. 44), a meiose é pré-espórica. Característico das plantas, possuem uma entidade multicelular haploide, produtora de gâmetas (gametófito) e uma entidade multicelular diploide (esporófito), produtora de esporos, havendo alternância de gerações (Reece et al., 2015).

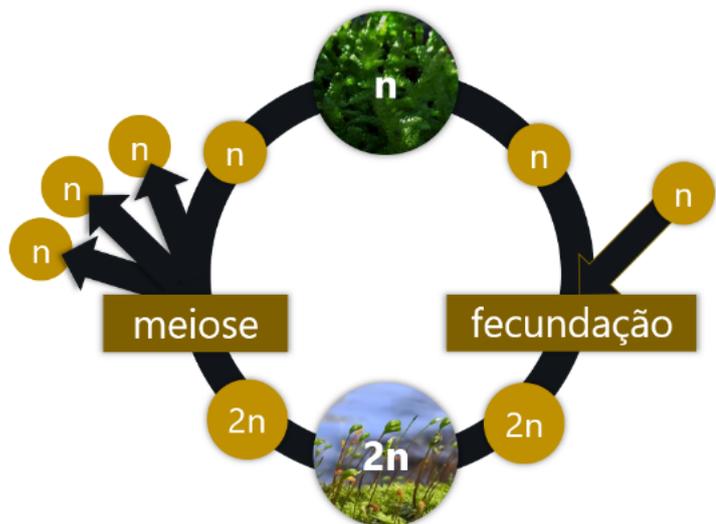


Fig. 44- Ciclo de vida haplodiplonte de Bryophyta.

2.3.19. Colonização do ambiente terrestre: Impacto das plantas terrestres e evolução dos seus ciclos de vida

Apesar de atualmente existirem mais de 290 mil espécies de plantas, durante vários milhares de M.a., não existiria vida nos ambientes terrestres. Registos paleontológicos apontam a existência de ténues camadas de cianobactérias e protistas na superfície terrestre, com cerca de 1 200 M.a. Todavia, os fósseis mais antigos de plantas possuem cerca de 470 M.a. (Reece et al., 2015).

Evidências morfológicas e moleculares indicam que as plantas terrestres terão evoluído a partir de algas verdes, com a ordem Charales a ser, em termos filogenéticos, a mais próxima de Embryophyta (Fig. 45). Dos vários argumentos, que sustentam esta hipótese, salientam-se: 1) predominância de oogamia, com a presença de células espermáticas flageladas similares às que se encontram em Bryophyta *sensu lato*, Lycophyta e Pteridophyta; 2) formação de fragmoplasto, estrutura que se forma durante a divisão celular; 3) existência de esporopolenina, polímero que impede a dessecação dos zigotos da ordem Charales e protege os esporos de todas as Embryophyta (Evert & Eichhorn, 2013; Reece et al., 2015).

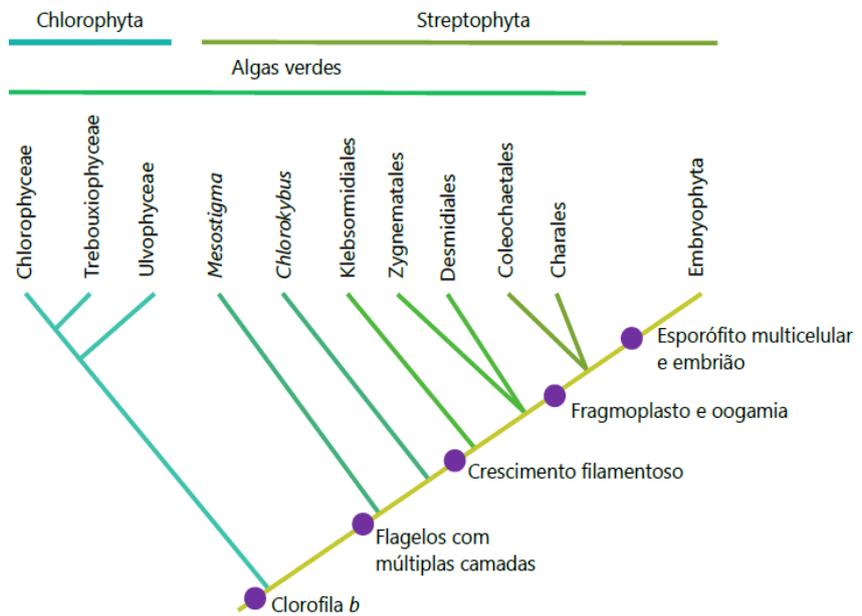


Fig. 45- Árvore filogenética que mostra a relação evolutiva entre as algas verdes e Embryophyta. Adaptado de Evert & Eichhorn, 2013

A colonização terrestre por parte destes organismos contribuiu para a sobrevivência de outras formas de vida, fornecendo alimento e O₂ a todos os seres heterotróficos terrestres. Destaca-se o aparecimento de novas características, como a vascularidade, semente e flor, que facultaram uma melhor adaptação das plantas no ambiente terrestre.

Apesar de todas as Embryophyta possuírem um ciclo de vida haplodiplonte, caracterizado pela alternância de gerações, a dominância das entidades pluricelulares varia. Assim, Bryophyta *sensu lato* detêm um gametófito mais desenvolvido que o esporófito, o que se inverte nas Tracheophyta (plantas vasculares), detentoras de um esporófito consideravelmente mais desenvolvido. Do ponto de vista evolutivo, o gametófito foi perdendo progressivamente a sua importância, possuindo dimensões microscópicas nas Spermatophyta (plantas com semente), que incluem Gymnospermae (semente nua) e Angiospermae (planta com flor) (Reece et al., 2015).

Através da presença de características distintas que apareceram ao longo dos últimos 470 M.a., podemos dividir artificialmente as Embryophyta em Bryophyta *sensu lato* (plantas

avasculares), Lycophyta e Pteridophyta (plantas vasculares sem sementes), Gymnospermae (plantas com semente nua) e Angiospermae (plantas com flor).

2.3.19.1. Bryophyta *sensu lato* (plantas avasculares)

Este grupo de plantas inclui hepáticas, musgos e antóceros, sendo caracterizado pela ausência de células condutoras de xilema e floema. O seu ciclo de vida, esquematizado na Fig. 46, possui 6 estádios relevantes: a) germinação de esporos, com desenvolvimento de protonema haploide; b) produção de estrutura equivalente a “gema”, detentora de meristema apical, que possibilita a formação de um gametóforo feminino (arquegônio) ou um gametóforo masculino (anterídio), estruturas que produzem, através de mitose, gâmetas femininos (oosferas) ou masculinos (anterozoides); c) deslocamento de anterozoides até à oosfera, ocorrência de fecundação e consequente formação de zigoto diploide; d) desenvolvimento de embrião esporofítico; e) emergência de esporófito, constituído por pé, seta e cápsula, dependente do gametófito em termos nutritivos; f) ocorrência de meiose pré-espórica, com posterior libertação de esporos.

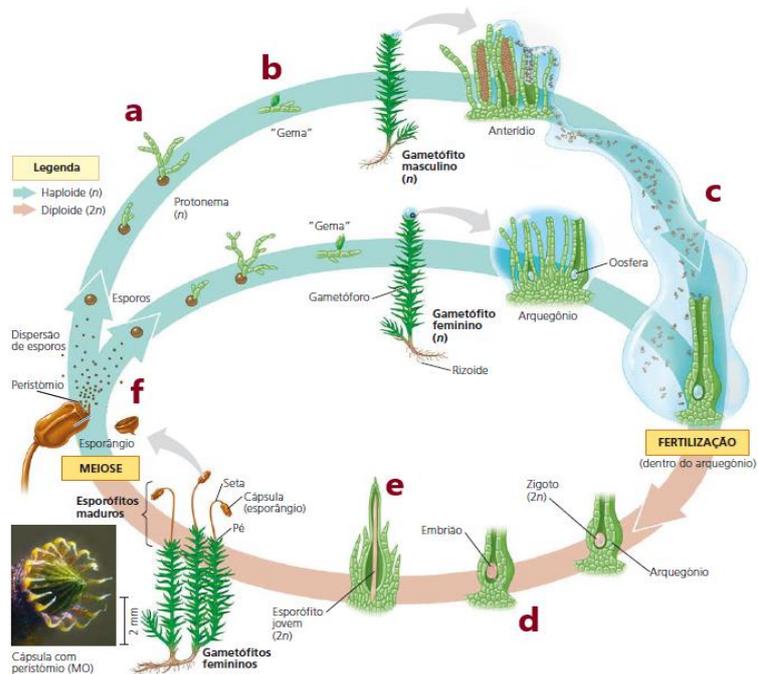


Fig. 46- Ciclo de vida de uma Bryophyta. Adaptado de Reece et al., 2015

As plantas avasculares são marcadas pelo elevado desenvolvimento da entidade pluricelular gametofítica (haploide) em relação à entidade pluricelular esporofítica (diploide). Estes organismos caracterizam-se pela presença de rizóides, caulóide e filóides.

2.3.19.2. Lycophyta e Pteridophyta (plantas vasculares sem sementes)

Estes grupos de Tracheophyta demarcam-se do grupo anterior pela presença de células condutoras de xilema e de floema, havendo um aumento do crescimento vertical e lateral, relevante num ambiente progressivamente mais competitivo, o que possibilitou a presença de esporófitos ramificados, independentes dos gametófitos ao nível da nutrição.

Esta ramificação viabilizou a presença de vários esporângios, que produzem esporos através de meiose pré-espórica. O aumento do número de estruturas dedicadas a este processo meiótico propiciou um incremento da variabilidade genética, vantajosa na colonização de novos ambientes. O ciclo de vida das plantas vasculares sem sementes, esquematizado na Fig. 47, detém 5 fases importantes: a) dispersão e germinação de esporos, originando um gametófito monoico fotossintetizante; b) produção de gâmetas masculinos (anterozoides) e femininos (oosferas), na face inferior do protalo (gametófito maduro); c) deslocação dos anterozoides flagelados até à oosfera, possibilitando a ocorrência de fecundação; d) formação de esporófito, a partir de embrião diploide; e) ocorrência de meiose pré-espórica em soros (conjunto de esporângios) (Reece et al., 2015).

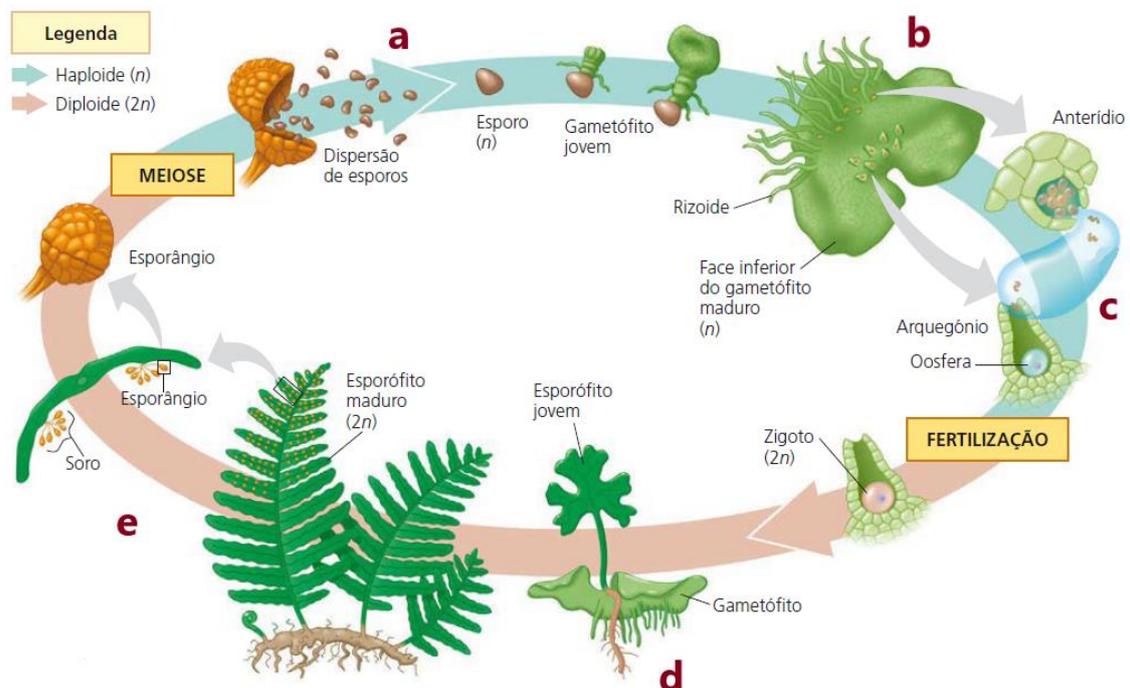


Fig. 47- Ciclo de vida haplodiplonte de uma Pteridophyta
Adaptado de Reece et al., 2015

Em termos paleoambientais, a redução de CO₂ e arrefecimento global no final do Carbonífero tornou o clima mais seco, o que dificultou o processo de fecundação das plantas avasculares e vasculares sem sementes, provocando um declínio das populações de ambos os grupos (Reece et al., 2015).

Este grupo teve um papel importante na formação das primeiras florestas e posteriores jazigos de carvão mineral. A extração e queima de hulha foi essencial durante a Revolução Industrial, possuindo ainda uma importância notável na sociedade atual. Não obstante, salientam-se os impactos nefastos da utilização destes reservatórios, que têm contribuído para o aumento da temperatura média global desde os meados do século XIX (The Royal Society, 2019).

2.3.19.3. Gymnospermae (plantas com semente nua)

As gimnospermas possuem várias qualidades que se traduzem num elevado grau de adaptação ao meio terrestre. Estas plantas são caracterizadas pela presença de sementes, gametófitos reduzidos, heterosporia, óvulos, pólen e ausência da necessidade de água para ocorrer a fecundação. Estas adaptações ajudam as gimnospermas a prosperar, mesmo em biomas adversos, com uma elevada aridez, como a taiga (Reece et al., 2015).

O ciclo de vida das gimnospermas (Fig. 48) possui 8 estágios: a) esporófito maduro contém estróbilos masculinos e femininos, caso seja uma espécie monóica; b) estróbilo masculino contém microsporócitos, que por meiose originam micrósporos haploides; c) estróbilo feminino tem megasporângio; d) polinização e posterior germinação de grão de pólen, que forma um tubo polínico em direção ao megasporângio; e) megasporócito sofre meiose, originando um megásporo; f) megásporo dá origem ao gametófito feminino; g) célula espermática une-se à oosfera, ocorrendo a fecundação; h) zigoto dá origem a embrião, com a semente a incluir uma reserva alimentar (endoesperma) e tegumento.

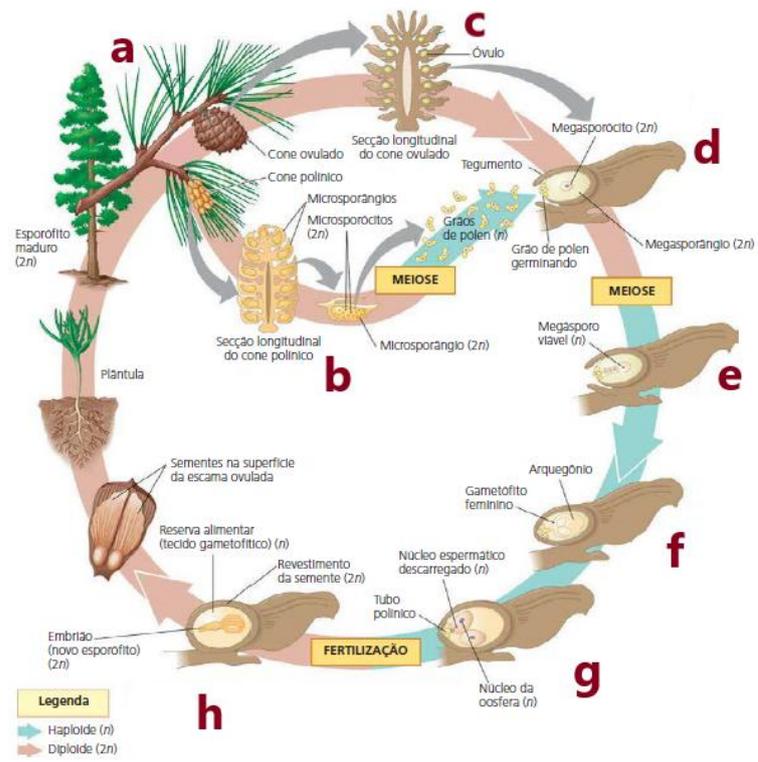


Fig. 48- Ciclo de vida haplodiplonte de uma Pinopsida Adaptado de Reece et al., 2015

A miniaturização do gametófito admitiu o seu desenvolvimento a partir de esporos retidos dentro do esporângio e esporófito parental. Esta característica confere uma proteção superior contra o stresse ambiental. A heterosporia, embora presente em algumas Pteridophyta, abrange todas as Spermatophyta, o que admite a produção de duas variantes de esporos: megásporos, em megasporângios e micrósporos, em microsporângios, viabilizando um aumento da variabilidade genética. O óvulo é constituído pelo megasporângio, megásporo e tegumento e é no seu interior que se desenvolve o gametófito feminino, a partir de um megásporo. Por sua vez, o micrósporo evolui, transformando-se num grão de pólen que consiste num gametófito masculino envolvido pela parede polínica possuidora de

esporopolenina. O transporte do grão de pólen até ao óvulo denomina-se polinização, podendo ocorrer a fecundação da oosfera, caso o grão de pólen germine, produza um tubo polínico e descarregue a célula espermática no gametófito feminino (Reece et al., 2015).

Enfatiza-se a relevância das sementes, que protegem o embrião contra agressões externas. Estas estruturas são constituídas por um embrião esporofítico, reserva alimentar e tegumento, com a reserva alimentar a ser essencial para a germinação e estabelecimento da plântula (Reece et al., 2015).

2.3.19.4. Angiospermae (plantas com flor)

Atualmente, há mais de 250 mil espécies de angiospérmicas, o que representa cerca de 90% de todas as plantas (Reece et al., 2015). Este sucesso pode ser explicado por duas estruturas de extrema importância, a flor e o fruto.

A flor (Fig. 49) é uma estrutura especializada para a reprodução sexuada, com uma quantidade considerável de espécies a depender de insetos para que haja polinização. Contudo, esta dependência possui a vantagem de se obter uma polinização mais direcionada e eficaz, quando comparada com a polinização efetuada pelo vento. De facto, as angiospérmicas, que são polinizadas pelo vento, dependem de populações densas e requerem uma maior produção de pólen, por forma a compensar a menor eficácia deste agente de polinização. Por norma, as flores são constituídas por sépalas, pétalas, estames e carpelos, com os estames a possuírem antera e filete e o carpelo a ser constituído por estigma, estilete e ovário. As sépalas envolvem e protegem a flor antes da sua abertura, com as pétalas a terem a função de atrair os agentes de polinização, possuindo colorações e odores atrativos. A parede do ovário (Fig. 50) oferece uma maior proteção dos óvulos contidos no

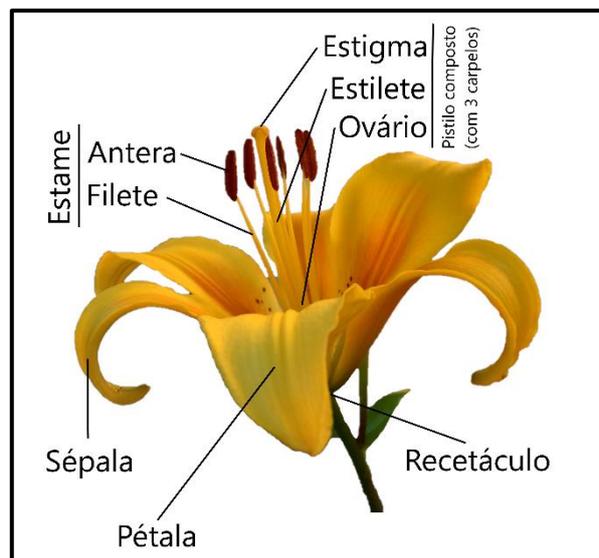


Fig. 49- Flor de *Lilium* sp., utilizada na dissecação das aulas do 11º ano.

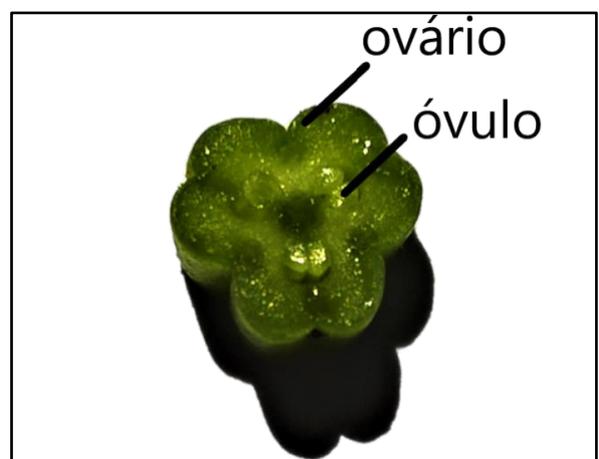


Fig. 50- Corte transversal de ovário eusincárpico de *Lilium* sp.

interior, que não ocorre nas gimnospérmicas. Após a fecundação, a parede do ovário sofre um espessamento e amadurecimento, formando o fruto.

O fruto, além de proteger a semente, auxilia a sua dispersão, dado que a ingestão de frutos comestíveis permite a digestão da parte carnosa do fruto, com o tegumento da semente a resistir às secreções produzidas no aparelho digestivo animal. A defecação por parte do ser vivo possibilita a deposição de sementes intactas que, aliadas aos excrementos (adubo natural), auxiliam o crescimento da plântula. Esse depósito poderá ocorrer a uma distância considerável do local de origem, o que promove um aumento da capacidade de propagação das angiospérmicas em relação aos restantes grupos (Reece et al., 2015).

2.3.20. Epítome biológica

A evolução biológica teve um papel importante no aumento da complexidade dos organismos. No entanto, não podemos descurar a interação que ocorreu entre os diferentes fatores bióticos e abióticos e que ainda prevalece. A biosfera possui uma ação contínua sobre elementos abióticos, assim como a componente geológica exerce outra ação sobre elementos biológicos. Podemos deduzir que o grande evento de oxigenação terá dado um ímpeto ao aparecimento de organismos eucariontes e, posteriormente, aos primeiros seres multicelulares. Infere-se, simultaneamente, que a reprodução sexuada tenha contribuído para uma aceleração da evolução biológica, com o surgimento da meiose e fecundação, que proporcionaram um aumento de variabilidade genética e, conseqüentemente, uma melhor adaptação a novos ambientes e mudanças ambientais bruscas. Evidencia-se que, através da reprodução sexuada, aparecem ciclos de vida distintos, como o ciclo de vida diplonte, haplonte e haplodiplonte. Revela-se, por último, a importância da colonização dos ambientes terrestres por parte das plantas, seres autotróficos essenciais na manutenção de várias redes tróficas existentes na Terra.

3. Metodologia

3.1. Caracterização da Escola Secundária D. Duarte

A escola Secundária D. Duarte (ESDD), inaugurada no dia 17 de abril de 1969 como Liceu Nacional de D. Duarte, é a atual sede do agrupamento de escolas Coimbra Oeste, que abrange a EB 2,3 - Inês de Castro, a EB 2,3 -Taveiro, Escolas do 1º ciclo e Jardins de Infância. O agrupamento detém vários departamentos, dos quais se destacam o de Línguas, Ciências Sociais e Humanas, Matemática e Informática, Educação Especial e Ciências Experimentais, com o último a ser coordenado pelo professor e orientador cooperante Paulo Magalhães.

A nível de instalações, a ESDD possui um edifício principal, onde se encontram 23 salas de aula e 8 laboratórios, reunindo várias conveniências, como um bar, refeitório, reprografia, papelaria, sala de professores, sala de diretores, gabinetes de estágio (ex: Ciências), gabinete da associação de estudantes, biblioteca, PBX, entre outros.

3.2. Caracterização das turmas incluídas no estágio pedagógico

3.2.1. Turma do 7º ano

A turma do 7º ano, constituída por 20 alunos com idades compreendidas entre 12 e 15 anos, caracterizou-se por um aproveitamento global suficiente. Alguns elementos destacaram-se pela negativa a nível atitudinal, dificultando o estabelecimento de um ambiente adequado ao processo de ensino-aprendizagem. Em termos relacionais, ocorreram problemáticas de índole sexista e racista, com alunos a sofrerem *bullying* de forma recorrente. No entanto, apesar destes aspetos negativos, ocorreu uma melhoria comportamental da turma ao longo do ano, com a aplicação de atividades cooperativas a auxiliar o desempenho de alunos com menor rendimento académico, proporcionando o desenvolvimento de relações interdependentes positivas entre os alunos. Esta turma piloto caracterizou-se pela presença de um projeto extra-aulas, que consentiu uma maior interação entre alunos e docentes.

3.2.2. Turma do 11º ano

A turma do 11º ano, constituída por 26 alunos com idades compreendidas entre 16 e 18 anos, caracterizou-se por um bom aproveitamento global, registando uma melhoria da média geral de 13,5 valores, no primeiro período, para 13,7 valores, no final do ano. Em termos comportamentais, a turma foi igualmente boa, revelando um comportamento correto e responsável. O desempenho da classe apresentou alguma disparidade, em que apenas seis alunos tiveram médias superiores a 15,5. No que concerne à média global por disciplina, quatro disciplinas destacaram-se por classificações médias mais modestas: Biologia (13,1 valores); Matemática (13 valores); Português (12,5 valores) e Física e Química (12,1 valores).

3.3. Organização das turmas

3.3.1. Turma do 7º ano

Na turma do 7º ano foram experimentados vários modos de organização durante o início do ano, com o conselho de turma a estipular a disposição em U como modelo de referência. Esta organização facilitou uma maior interação entre alunos, o que favoreceu a prática colaborativa entre pares, todavia este contacto privilegiado exacerbou aspetos comportamentais menos positivos, como a ausência de autocontrolo e existência de intervenções inoportunas. Apesar desta vertente menos positiva, a ordenação em U foi benéfica a nível da interação professor-alunos, facilitando o diálogo e deslocação às mesas de alunos com maiores dificuldades.

3.3.2. Turma do 11º ano

Para a organização da sala de aula foi decidido colocar as mesas em fila, de modo a haver um maior foco dos alunos no professor. Apesar das vantagens inegáveis desta disposição, dificultou a livre movimentação dos alunos durante a aplicação do método de Jigsaw, no qual teria sido vantajoso usar as mesas em grupo. Cogito que a utilização das mesas em U poderia ter facilitado a interação alunos-professor, dado que esta distribuição propicia uma maior movimentação por parte do docente, que foi prejudicada pela presença de diversos pertences espalhados no pavimento. O nervosismo, falta de confiança e firmeza durante as primeiras aulas terá contribuído para uma gestão de sala de aula menos adequada neste nível de escolaridade.

3.4. Seleção de temas e planificações

Considerando os documentos curriculares em vigor, estabelecidos pela Direção-Geral da Educação (DGE), foram efetuadas planificações a longo e médio prazo, com base em trabalho colaborativo (ANEXO I- Planificações a médio e longo prazo). A partir destas, foi possível ter uma melhor perceção da distribuição dos conteúdos a lecionar ao longo do ano, tendo havido uma ponderação adequada da seleção dos temas: “Sismologia”, do 7º ano da disciplina de Ciências Naturais e “Unidade 6-Reprodução” e “Unidade 7- Evolução Biológica”, do 11º ano, da disciplina de Biologia e Geologia.

A preparação dos planos de aula (planificações a curto prazo) (Figs. 51 e 52, a título ilustrativo) requereu um aprofundamento de várias noções científicas, viabilizando a descoberta de lacunas concetuais, que poderiam afetar o processo de ensino-aprendizagem. As planificações facilitaram a estruturação das aulas, simplificando a triagem de noções a

instruir, a construção de *Powerpoints*, a formulação de atividades práticas e criação de instrumentos de avaliação.

A estruturação com base nas *fases de aprendizagem* contemplou um período de abertura de aula, para recapitular os conteúdos lecionados na aula anterior e fazer uma resenha. Durante o desenvolvimento introduziram-se novos conceitos, relacionando-os com conteúdos previamente lecionados. De forma a alcançar ordens de pensamento superiores, usaram-se várias estratégias e recursos, como a metodologia *hands-on*, amostras de mão, método de Jigsaw e V de Gowin.

Nível de Ensino: 3º Ciclo do Ensino Básico	Professor: João Silva
Disciplina: Ciências Naturais	
Turma: 7º I	Local: Sala de aula
Tema central: Sismologia	Data: 13 de fevereiro de 2019
Sessão: 45 min	
Sumário: Realização de atividade de lápis e papel sobre os principais episódios sísmicos com registo histórico que já ocorreram em Portugal. Realização de teste diagnóstico.	
Objetivo geral Conhecer principais episódios sísmicos com registo histórico que ocorreram em Portugal.	
Questões orientadoras Quais os episódios sísmicos mais relevantes que ocorreram em Portugal desde que se começaram a efetuar registos? De que forma afetaram a população portuguesa?	
Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none">1. Conhecer episódios sísmicos relevantes.2. Compreender a importância histórica de determinados sismos e o seu registo através de escalas de intensidade sísmica.3. Reconhecer a importância destes registos históricos no planeamento e ordenamento do território, em Portugal.	
Iniciar a aula Introduzir o tema da aula. Relacionar o tema com os conteúdos anteriormente lecionados.	
Desenvolver a aula 1) Realizar atividade de lápis e papel (avaliação formativa)	
Terminar a aula Realizar teste diagnóstico (avaliação diagnóstica e formativa)	
Recursos e estratégias Atividade de lápis e papel (avaliação formativa) Manual do aluno Proposta: Realização da atividade de forma autónoma com consulta do manual.	
Indicadores de aprendizagem: O aluno consegue indicar os principais episódios sísmicos com registo histórico que ocorreram no nosso país. O aluno compreende que Portugal sofre de uma atividade sísmica frequente, embora repartida de modo diferente consoante as regiões.	
Referências bibliográficas Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita & J., & Rebelo, H. (2013). <i>Metas Curriculares Ensino Básico Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos</i> . Disponível em: https://www.dqe.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cn_metas_curriculares_5_6_7_8_ano_0.pdf Direção-Geral da Educação (2018). <i>Aprendizagens Essenciais, 7º ano, 3º Ciclo do Ensino Básico, Ciências Naturais</i> . Disponível em: http://www.dqe.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf Shearer, P. M. (2009). <i>Introduction to seismology (2nd ed.)</i> . Cambridge: Cambridge University Press.	

Fig. 51- Exemplo de planificação a curto prazo, plano da 6ª aula de Ciências Naturais- Sismologia, do 7º ano.

Âmbito: Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias Área: Biologia Turma (s): 11º ano (s) Tema central: Unidade 6 "Reprodução" Subtema: Ciclos de vida, unidade e diversidade Datas: 22/11/2018 Material: Caderno diário, manual, lápis/caneta. Observações: _____		
Professor: João Silva Duração: 135 min Local: Laboratório		
Sumário: O ciclo de vida de <i>Polypodium</i> sp., das gimnospérmicas e angiospérmicas. Atividade prática laboratorial: análise de estróbilos de gimnospérmicas, estruturas florais de angiospérmicas e estruturas frutíferas.		
Objetivo geral Conhecer e compreender a importância evolucionária da semente nos ciclos de vida. Conhecer a estrutura anatómica de uma flor, interligando-a com o ciclo de vida das angiospérmicas. Conhecer exemplos de frutos, interligando-os com as flores.		
Questões orientadoras Qual a importância da semente. Quais as diferenças entre as gimnospérmicas e angiospérmicas? Quais os constituintes de uma flor e qual a sua importância? Os frutos são todos iguais? Que vantagens evolutivas são inerentes aos frutos?		
Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none"> 1. Conhecer importância do <i>Polypodium</i> sp. em termos evolutivos 2. Conhecer estróbilos masculinos e femininos de gimnospérmicas 3. Conhecer estrutura anatómica de flor 4. Compreender a importância evolutiva da semente no reino Plantae e eventual aparecimento da flor e fruto 5. Identificar vários elementos constituintes de uma flor 6. Interligar o papel das gimnospérmicas e angiospérmicas no bem-estar da população humana 		Aluno
Iniciar a aula Rever conteúdos lecionados durante as aulas anteriores Enunciar o tema de aula		
Desenvolver a aula <ol style="list-style-type: none"> 1) Introduzir as seguintes noções: antera; carpelo; estame; estigma; estilete; estróbilos; filete; flor completa; flor incompleta; fruto; heterosporia; isosporia; megásporos; micrósporos; ovário; óvulo; pétala; pólen; <i>Polypodium</i> sp.; recetáculo; semente; sépala 2) Realizar atividade laboratorial 		Professor
Terminar a aula Sintetizar a informação lecionada, reforçar pontos essenciais, criar ponte para aula seguinte Recolher V de Gowin		
Recursos e estratégias Amostras vegetais (ex: estróbilos de <i>Araucaria araucana</i> , frutos de <i>Quercus robur</i> e <i>Castanea sativa</i>) Amostras florais (<i>Lilium</i> sp.) Proposta: Utilizar amostras florais para observação e identificação de elementos constituintes, utilizar estróbilos para comparar as diferenças morfológicas entre os diferentes sexos.		
Atividade prática Utilizar V de Gowin (avaliação sumativa)		
Referências bibliográficas Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. P., & Valente, R. A. (2003). <i>Programa de Biologia e Geologia 11.º ano</i> . Lisboa, Portugal: Ministério da Educação e Ciência. Disponível em: http://www.dge.mec.pt/biologia-e-geologia Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2015). <i>Biologia de Campbell</i> (10ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Artmed Editora, Ltda.		

Fig. 52- Exemplo de planificação a curto prazo, plano da 3ª aula de Biologia- Ciclos de vida, unidade e diversidade, do 11º ano.

3.5. Estratégias e recursos

3.5.1. Atividades

A atividade “Resumindo Sismologia” (Fig. 53), solicitada no 7º ano, estimulou um estudo global do tema, submetendo os alunos a uma reflexão e síntese dos conteúdos lecionados. A sua correção foi baseada em critérios específicos definidos para esta atividade (ANEXO II- Critérios de correção da atividade “Resumindo Sismologia”).

	ES D. Duarte 	Ciências Naturais - 7 ^ª Ano Letivo 2018/2019
Atividade "Resumindo Sismologia"		
Nome: _____ Data: __/__/____ Avaliação: _____		
No espaço em branco que se segue, deve construir um resumo onde inclua todos os conceitos que apreendeu relativos ao tema Sismologia . (O resumo não deve ultrapassar duas páginas)		

Fig. 53- Atividade "Resumindo Sismologia"- Estrutura base para construção de resumo pelos alunos do 7^o ano.

Durante a prática letiva, foram utilizadas diversas atividades práticas de lápis e papel (Figs. 54, 55, 56, 57, 58 e 59), de forma a consolidar os conteúdos lecionados na teórica. A atividade de lápis e papel da aula nº 28, do 11^o ano, requereu critérios de classificação para o grupo I e III, devido ao seu carácter sumativo (ANEXO III- Atividade prática de lápis e papel "Uma descoberta biológica" de Biologia (11^o ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III) e V de Gowin). Estas atividades foram particularmente úteis na deteção de conceções erróneas e dificuldades na aplicação do conhecimento teórico em contextos práticos.

Atividade de lápis e papel

Terra viva, vibra

Grupo I

Quando Messi marca um golo, a cidade de Barcelona treme. Literalmente.

Uma investigação científica, apresentada nesta terça-feira na Assembleia Geral da União Europeia de Geociências (UEG) em Viena, Áustria, demonstrou que de cada vez que o FC Barcelona marca um golo importante, a capital da Catalunha treme. Especialistas em sismologia – área de estudo da atividade sísmica – do Instituto de Ciências da Terra Jaume Almera, em Barcelona, instalaram em 2015 um sismógrafo com um sensor de banda larga no edifício do centro de investigação, localizado perto do estádio de Camp Nou, que registou sinais sísmicos durante jogos do FC Barcelona em casa. (...)

Uma vez que o sismógrafo se encontra instalado a cerca de 500 metros do estádio Camp Nou, sempre que Lionel Messi ou outro jogador do FC Barcelona marca um golo e a plateia celebra ativamente, o aparelho capta as vibrações da atividade humana, neste caso, dos adeptos a festejarem o golo – aquilo a que os autores do estudo chamam de "footquakes". (...).

Em relação ao campo de pesquisa, tal como o nome indica, a sismologia urbana estuda a atividade sísmica numa cidade, cuja origem deriva da ação humana, e tem diversas aplicações. "[A sismologia urbana] Tem-se tornado um campo de pesquisa ativo nos últimos anos, tanto com objetivos sismológicos, como para obter melhores mapas de microzoneamento em áreas densamente povoadas, e com objetivos de engenharia, como a monitorização de trânsito ou a inspeção de edifícios históricos".

Mendes, 2018

Fig. 54- Atividade prática de lápis e papel “Terra viva, vibra” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção realizada no 7º ano.

1. Lê atentamente as perguntas 1.1. a 1.3. e assinala, com um X, a opção correta.
- 1.1. De acordo com o texto, os *footquakes* devem-se aos _____, pelo que a sua origem é _____.
- a) automóveis ... artificial
 - b) adeptos ... natural
 - c) automóveis ... natural
 - d) adeptos ... artificial
- 1.2. O registo efetuado pelo sismógrafo denomina-se por _____.
- a) epicentro
 - b) hipocentro
 - c) foco
 - d) sismograma
- 1.3. Com base no texto, podemos deduzir que o foco se localiza _____.
- a) na casa de Batló
 - b) no estádio Santiago Bernabéu
 - c) na Sagrada Família
 - d) no estádio Camp Nou

2. Faz a correspondência entre os elementos do Quadro A e os elementos do quadro B.

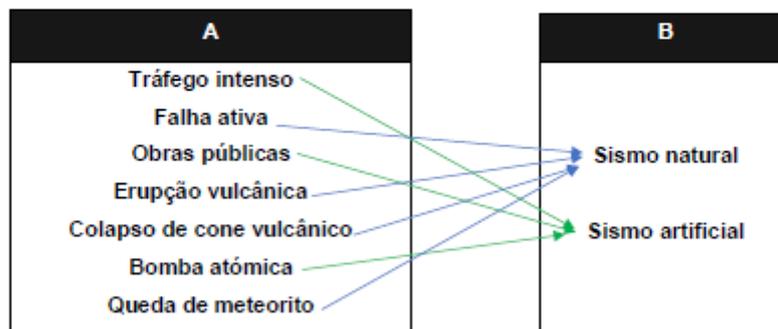


Fig. 54 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Terra viva, vibra” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção realizada no 7º ano.

Grupo II

Indonésia, a má sina de estar no Anel de Fogo do Pacífico.

A Indonésia está no Anel de Fogo do Pacífico, uma área em forma de ferradura de cerca de 40 mil km de grande atividade geológica na bacia deste oceano, onde há uma sucessão quase contínua de fossas oceânicas, arcos vulcânicos e movimentos de placas tectônicas, que dão origem a sismos e vulcões e por vezes tsunamis. Cerca de 90% de todos os sismos e 81% dos grandes terremotos acontecem ao longo deste Anel e 23 dos 25 maiores vulcões do mundo encontram-se aqui.

Não é de estranhar, por isso, que a Indonésia, um país-arquipélago com mais de 13 mil ilhas, muitas delas sem nome, com alguns dos vulcões mais ativos do Anel de Fogo do Pacífico e palco de importante atividade tectónica, seja martirizada por frequentes catástrofes naturais de origem geológica.

Aqui fica uma lista dos mais recentes:

2004: um enorme sismo de 9,1 de magnitude na escala de Richter na costa ocidental da província de Aceh, no Norte de Sumatra, a 26 de dezembro, desencadeou um tsunami que atingiu 14 países e fez 226 mil mortos, ao longo da costa do Oceano Índico. Mais de metade das vítimas foram em Aceh.

2006: um sismo pouco profundo atingiu a antiga cidade real de Yogyakarta, em Java. Matou pelo menos 5500 pessoas e destruiu ou danificou 150.000 edifícios.

2016: um sismo pouco profundo atingiu a uma região de Aceh, causando o pânico, pois recordou o enorme sismo e tsunami de 2004. Mas não houve tsunami, embora mais de uma centena de pessoas tenham morrido.

2018: mais de 2000 pessoas morreram num forte sismo e tsunami na cidade de Palu, na costa ocidental da ilha de Sulawesi.

Reuters & Público, 2018

Fig. 54 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Terra viva, vibra” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção realizada no 7º ano.

1. Lê atentamente as perguntas 1.1. a 1.3. e assinala, com um X, a opção correta.

1.1. O Anel de fogo do Pacífico é uma área de _____.

- a) baixa atividade sísmica
- b) moderada atividade sísmica
- c) elevada atividade sísmica
- d) extrema atividade sísmica

1.2. A falha que provocou o sismo de 2016 provavelmente será _____, daí não ter ocorrido um tsunami.

- a) inversa
- b) normal
- c) conservativa
- d) ativa

1.3. A origem de um sismo denomina-se por _____.

- a) foco
- b) epicentro
- c) hipocentro
- d) a) e c estão corretas

2. Observa, atentamente, o mapa-mundo representado na Fig. 1.



Fig.1- Principais ocorrências sísmicas.

<https://goo.gl/VDMi2o>

1. Identifica o Anel de Fogo do Pacífico no mapa.

Identificado a vermelho no mapa.

Fig. 54 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Terra viva, vibra” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção realizada no 7º ano.

2. Abre o teu manual na página 66. Compara a Fig. 1 com a Fig. 12 do teu manual. O que é que podes constatar? *Há uma coincidência entre as principais ocorrências sísmicas e os limites de placas tectónicas.*
3. Comenta a seguinte afirmação: "A maior parte dos sismos ocorre em limite de placas". *É verdadeira, dado que há uma sobreposição entre as principais ocorrências sísmicas e os limites de placas tectónicas.*

Referências bibliográficas

Mendes, F. A. (2018). *Quando Messi marca um golo, a cidade de Barcelona treme. Literalmente*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2018/04/13/ciencia/noticia/quando-o-messi-marca-um-golo-barcelona-regista-actividade-sismica-1810159> (Consultado em 28 de Janeiro de 2019).

Moreira, J. R., Ovaia, H. S., & Pinto, V. N. (2018). *Compreender a Terra 7*. Porto: Areal Editores.

Reuters & Público. (2018). Indonésia, a má sina de estar no Anel de Fogo do Pacífico. Disponível em: <https://www.publico.pt/2018/12/23/mundo/noticia/indonesia-ma-sina-estar-anel-fogo-pacifico-1855780> (Consultado em 28 de Janeiro de 2019).

Fig. 54 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel "Terra viva, vibra" de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção realizada no 7º ano.

Atividade de lápis e papel

Rés-vés Campo de Ourique

Nome: _____ Nº _____

Grupo I

O que está por trás dos 300 sismos dos Açores desta madrugada.

(...) As crises sísmicas nos Açores não são estranhas, ressalva Miguel Miranda: “A atividade sísmica não é homogénea e não acontece em intervalos regulares de tempo.

(...) Tudo isso acontece porque os Açores ficam mesmo por cima dos limites de três placas tectónicas: a euroasiática, a norte-americana e a africana. (...) É desta interação entre três placas, chamada Ponto Triplo pelos cientistas, que nasceu a falha do Congro, que tem originado os sismos da madrugada desta segunda-feira (12/02/2018). (...) Foi também aqui que se registou o segundo sismo mais catastrófico do país, apenas ultrapassado pelo terramoto de 1755: a subversão de Vila Franca.

Na noite de 21 para 22 de outubro de 1522, um sismo de intensidade X (desastroso) foi registado em Vila Franca do Campo, precisamente onde passa a falha do Congro. (...) Em Monte do Rabaçal, nome dado à época a um monte sobranceiro a Vila Franca do Campo, a lama derrubou as casas, obstruiu os caminhos, destruiu as terras de cultivo e matou pelo menos três mil pessoas — muitas delas soterradas ao fugir de casa com receio das réplicas. (...) Estima-se que os sobreviventes não tenham passado das sete dezenas.

Ferreira, 2018

Fig. 55- Atividade prática de lápis e papel “Rés-Vés, Campo de Ourique” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção, realizada no 7º ano.

1. Lê atentamente as perguntas 1.1. a 1.3. e assinala, com um X, a opção correta.
- 1.1. Uma das várias escalas que mede a intensidade é a de_____.
- a) Richter
 - b) Mercalli
 - c) Gutenberg
 - d) Mohorovicic
- 1.2. A escala de Richter mede a _____ de um sismo.
- a) intensidade
 - b) magnitude
 - c) amplitude
 - d) velocidade
- 1.3. O sismo de 1522 provocou _____.
- a) um deslizamento de terras
 - b) uma ascensão de magma
 - c) a destruição de Vila Franca do Campo
 - d) alínea a e c estão corretas

2. Distingue o conceito de intensidade e de magnitude.

Intensidade- medida qualitativa que descreve os efeitos produzidos pelos sismos em locais da superfície terrestre. A classificação é feita através da observação dos danos e inquéritos às populações afetadas.

Magnitude- quantificada pela escala de Richter, está relacionada com a energia libertada durante o sismo.

Fig. 55 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Rés-Vés, Campo de Ourique” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção, realizada no 7º ano.

Grupo II

Terramoto de 1755: a tragédia que arrasou Lisboa e também mudou o mundo.

Nenhuma catástrofe chocou tanto o mundo como o terramoto de Lisboa, em 1755. O desastre monumental inspirou poetas, interessou filósofos, irou profetas e motivou políticos. O epicentro do Império Português era reduzido à insignificância da obra humana: num sopro, num movimento preguiçoso das placas subterrâneas, todas as maravilhas da técnica e do progresso civilizacional aluíam como construções de crianças.

Os desastres vinham uns depois dos outros, o gigantesco maremoto seguiu-se ao chocalhar da terra, e nem a fúria do rio revoltado apagava os incêndios que persistiam pela cidade. Todos os elementos conluiavam contra a cidade, castigada com todo o arsenal da Natureza.

(...) Só os palácios são suficientes para se perceber a dimensão das perdas: Pedro Madureira explica que ruíram completamente pelo menos 43 palácios de Lisboa.

Claro que, no cenário de devastação que o terramoto provocou, também surgiram milhares de oportunidades. Além da consagração do poderio do Marquês de Pombal, o terramoto permitiu, provavelmente pela primeira vez na Europa, a instauração de uma arquitetura cartesiana, pensada a partir da cidade e não do indivíduo.

Bobone, 2018

1. Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira e F caso consideres a afirmação falsa. Corrige as afirmações falsas.

V O sismo de 1755 provocou indiretamente o incêndio de Lisboa.

F O terramoto ~~não~~ teve impacto no Iluminismo

F Lisboa pós-sismo tornou-se numa cidade mais ~~suja e insegura~~ limpa e segura.

V A gaiola pombalina é um exemplo de uma estrutura antissísmica.

Fig. 55 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Rés-Vés, Campo de Ourique” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção, realizada no 7º ano.

F As perdas económicas resultantes deste sismo foram ~~insignificantes~~
~~eignificatíves~~.

V O aqueduto das Águas Livres resistiu ao grande sismo de Lisboa.

Grupo III

**Centenário do sismo de 1909 que arrasou Benavente e Samora Correia
será assinalado com novo simulacro. (12/04/2009)**

A Câmara Municipal de Benavente vai desenvolver atividades evocativas do primeiro centenário do grande sismo de 23 de Abril de 1909, catástrofe que atingiu todo o vale do Tejo, originando 60 mortes e a destruição quase completa das vilas de Benavente e de Samora Correia. O programa delineado pela edilidade para lembrar o que terá sido o maior sismo verificado no século XX no território português pretende "envolver toda a população" e integra um simulacro do terramoto de 1909 e uma conferência internacionais sobre a resposta operacional em sismos. (...)

O grande sismo de 1909, originado pelo sistema de falhas do vale do Tejo, teve o seu epicentro entre as localidades de Benavente e Samora Correia, atingindo uma magnitude de 6,7 na escala de Richter.

Talixa, 2009

1. Indica 2 medidas que podem ser feitas antes de um sismo. ~~Armazenar alimentos e água; fixar móveis e estantes.~~
2. Indica 2 medidas que devem ser feitas durante um sismo dentro de um edifício. ~~Proteger-se debaixo de uma mesa, vão de escada ou cama; não usar elevadores.~~
3. Indica 2 medidas a fazer após a ocorrência um sismo. ~~Não entrar em edifícios danificados; evitar zonas ribeirinhas ou próximas do mar.~~

Fig. 55 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel "Rés-Vés, Campo de Ourique" de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção, realizada no 7º ano.

Referências bibliográficas

Bobone, C. M. (2018). *Terramoto de 1755: a tragédia que arrasou Lisboa e também mudou o mundo*. Disponível em: <https://observador.pt/especiais/terramoto-de-1755-a-tragedia-que-arrasou-lisboa-e-tambem-mudou-o-mundo/> (Consultado em 28 de Janeiro de 2019).

Ferreira, M. L. (2018). *O que está por trás dos 300 sismos dos Açores esta madrugada*. Disponível em: <https://observador.pt/2018/02/12/o-que-esta-por-tras-dos-300-sismos-dos-acores-esta-madrugada/> (Consultado em 28 de Janeiro de 2019).

Talixa, J. (2009). *Centenário do sismo de 1909 que arrasou Benavente e Samora Correia será assinalado com novo simulacro*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2009/04/12/jornal/centenario-do-sismo-de-1909-que-arrasou-benavente-e-samora-correia-sera-assinalado-com-novo-simulacro-302542> (Consultado em 28 de Janeiro de 2019).

Fig. 55 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Rés-Vés, Campo de Ourique” de Ciências Naturais e respetiva proposta de correção, realizada no 7º ano.

Uma descoberta biológica

1. Lê atentamente o seguinte poema

As árvores crescem sós. E a sós florescem.

Começam por ser nada. Pouco a pouco
se levantam do chão, se alteiam palmo a
palmo.

Crescendo deitam ramos, e os ramos outros
ramos,
e deles nascem folhas, e as folhas
multiplicam-se.

Depois, por entre as folhas, vão-se
esboçando as flores,
e então crescem as flores, e as flores
produzem frutos,
e os frutos dão sementes,
e as sementes preparam novas árvores.
(...)

Virtude vegetal viver a sós
E, entretanto, dar flores.

Poema das Árvores, António Gedeão (1906-1997), in
Poesias completas (1956-1967), 1983

Como pudeste observar, a natureza
sempre influenciou o ser humano nas mais
variadas áreas. Este poema de António
Gedeão apresenta, de uma forma muito
simplificada, o ciclo de vida de uma
angiospérmica (porção a negrito).

Nesta aula irás observar os estróbilos
masculinos e femininos de várias
gimnospérmicas (ex: *Araucaria araucana*), a
estrutura floral de uma angiospérmica
(*Lilium* sp.), frutos e sementes diversas. No
fim da aula terás de preencher um V de
Gowin relativo às observações que fizeste no
grupo II.

Grupo I

As gimnospérmicas

1. Na tua bancada tens vários
estróbilos masculinos e femininos de
diferentes gimnospérmicas.

1.1. Divide os estróbilos em femininos e
masculinos.

1.2. Identifica as características que te
permitiram fazer essa distinção.

1.3. Como se denomina a "substância"
que está a ser libertada pelo estróbilo
masculino? Qual é o papel do estróbilo
feminino?

2. Tira fotografias dos estróbilos
observados e faz uma legenda.

Grupo II

As angiospérmicas e as flores

1. À tua frente tens um exemplar de
uma coroa-de-rei (*Lilium* sp.).

1.1. Analisa com rigor todos os
componentes desta flor e identifica todos os
elementos presentes nela.

1.2. No fim de fazeres uma observação
exaustiva e de tirar fotos da flor intacta,
secciona transversalmente o ovário com o
auxílio de um bisturi, por forma a observares
os óvulos da flor à lupa.

1.3. Faz anotações do que observaste e
tira fotografias do que estás a ver.

1.4. Preenche o V de Gowin que te é
fornecido

Fig. 56- Atividade prática de lápis e papel "Uma descoberta biológica" de Biologia, realizada no 11º ano.

Grupo III As angiospérmicas e os seus frutos

As angiospérmicas possuem uma grande importância económica a nível global, especialmente na área da indústria alimentar. Os frutos e sementes são assim fundamentais numa dieta saudável e equilibrada. Nesta terceira parte da aula irás observar 2 frutos da época que já foram extremamente importantes na alimentação dos vários povos que habitaram o território nacional.

Comecemos pelo caso do *Quercus ilex* (azinheira), *Quercus robur* (carvalho-alvarinho) e *Quercus suber* (sobreiro)

Segundo dados arqueológicos, a bolota seria a base de alimentação dos Lusitanos. Estes triturariam o fruto para fazer farinha, com a qual confeccionavam pão e outros produtos alimentícios. Durante a Idade Média este alimento ainda possuía alguma importância, especialmente nas classes socioeconómicas mais desfavorecidas. Porém, a introdução de novos alimentos mais nutritivos e saborosos com a Era dos Descobrimentos, como a *Solanum tuberosum* (batata), levou a um declínio acentuado do consumo da bolota. Atualmente este fruto é utilizado maioritariamente na alimentação de varas em montados Alentejanos (Fonseca, 2007).

Castanea sativa (castanheiro)

As castanhas (semente do castanheiro), foram um alimento extremamente importante na Europa ao longo de várias centenas de anos. Tal como a bolota, também podiam ser moídas, para se fazer farinha. São alimentos ricos em vitamina C, B6, potássio e amido, podendo estar incluídas numa dieta saudável. A sua popularidade também decresceu com a introdução de outros alimentos, como a *Ipomoea batatas* (batata-doce). Atualmente consome-se este produto maioritariamente em épocas festivas, como o Magusto (Choupina e Silva, 1992).

1.1. Analisa os frutos que tens à tua frente e identifica os componentes que os constituem.

1.2. No tabuleiro que te foi fornecido, há um elemento que não foi identificado. Sabes do que se trata? Secciona esse objeto e tenta encontrar um grânulo no centro deste, assim que encontrares esse grânulo chama o teu professor, pois ele irá explicar-te a importância dessa excrecência.

TPC

Das 3 alíneas que te são dadas, escolhe uma para fazeres em casa

A) As populações de *Apis mellifera* (abelha-europeia) tem estado submetidas a um processo de declínio ao longo das últimas décadas. Estes insetos são extremamente importantes na polinização, pelo que uma eventual extinção poderá levar ao desaparecimento consequente de todas as espécies que dependem deste vetor de polinização (Potts et al., 2010). Num texto de 150 a 250 palavras imagina um mundo sem angiospérmicas. Que impactos ocorreriam no planeta? E como é que reagiriam as sociedades humanas? Poderás evocar valores de ordem ética, moral, económica, social, entre outros.

Fig. 56 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11º ano.

B) Utilizando o poema de António Gedeão, explora num texto de 150 a 250 palavras o impacto que as angiospérmicas têm nas sociedades humanas, desde a arte à cultura, passando pelos impactos económicos e sociais.

C) *Eucalyptus globulus* (Eucalipto-comum) é uma espécie exótica originária da Austrália. Esta angiospérmica é bastante importante em termos económicos no nosso país, todavia possui aspetos negativos em termos ecológicos que não devem ser ignorados, como o impacto nos ciclos de vida de várias espécies de macroinvertebrados. Faz um pequeno trabalho de pesquisa (máximo de 350 palavras), no qual são analisadas as vantagens e desvantagens das plantações desta espécie no nosso país. Dica: Para fontes fiáveis, utiliza o *Google Scholar*, que te disponibiliza vários artigos científicos (não precisas de os analisar de forma detalhada, basta teres uma ideia geral).

Referências bibliográficas

Choupina, A., & Silva, F. (1992). A importância alimentar da castanha. *Revista Portuguesa de Nutrição*, 4(3), 31-35.

Fonseca, A. M. P. (2007). O consumo humano de Bolota. Disponível em: <https://www.google.pt/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwi26LyM993eAhVFKBokHaDPD8YQFjAFegQICBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.herdadeofreixodomeio.pt%2Fblog%2Fartigo%2F6%2Fficheiro&usq=AOvVaw1MikKKXG5V12DQsL75Im9r> (Consultado a 14 de novembro de 2018)

Gedeão, A. (1983). *Poesias completas (1956-1967)*. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora.

Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25(8), 345-353.

Fig. 56 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11^o ano.

Atividade de lápis e papel
Uma descoberta biológica
Proposta de correção

1. Observa, atentamente, o esquema apresentado na Fig. 1.

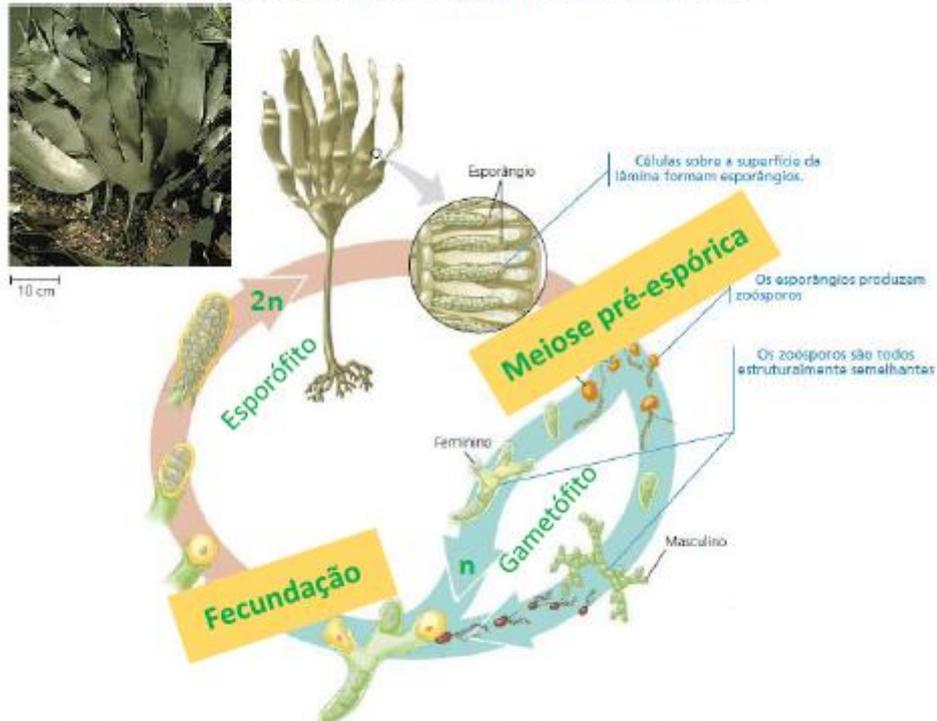


Fig. 1- Ciclo de vida da alga *Laminaria* sp. Adaptado de: Reece et al., 2015

- 1.1. Após uma observação detalhada identifica no esquema onde ocorre a meiose e fecundação.
- 1.2. Identifica as estruturas haploides e diploides.
- 1.3. Com base nas tuas ilações, qual é o ciclo de vida característico da *Laminaria* sp.?

Fig. 57- Proposta de correção da atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11º ano.

Haplodiplonte, devido ao facto de possuir estruturas haploides e diploides que são pluricelulares. É de salientar que a sua meiose é pré-espórica, uma característica inerente aos ciclos de vida haplodipontes.

2. Como podes observar na Fig. 2, muitos fungos podem-se reproduzir tanto de forma assexuada como de forma sexuada. Este reino tem ainda a particularidade de possuir um estágio intermédio (estádio heterocariótico= $n+n$), no qual os núcleos dos dadores ainda não se encontram fundidos.

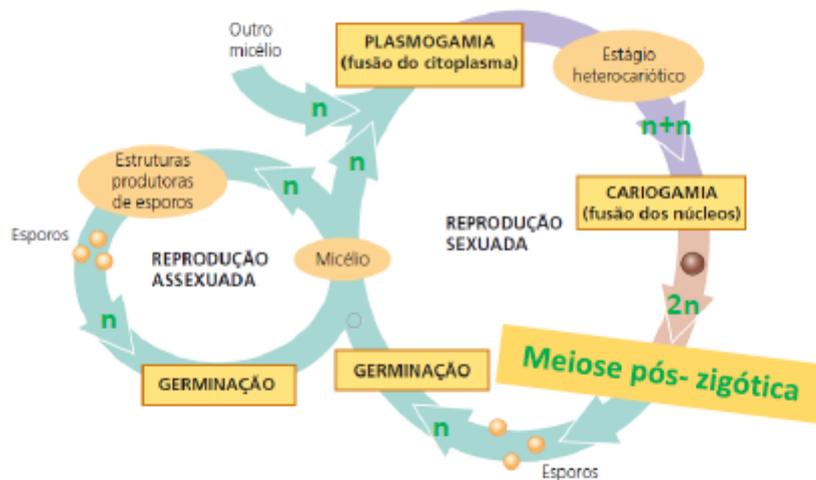


Fig. 2- Ciclo de vida generalizado dos fungos. Adaptado de: Reece et al., 2015

1. Indica no esquema onde ocorre a meiose
2. Identifica as estruturas haploides e diploides
3. Com base no texto e esquema observado, podemos concluir que o ciclo de vida dos fungos é:
 - a) Diplonte
 - b) Haplonte**
 - c) Haplodiplonte
 - d) Não sei

Fig. 57 (continuação)- Proposta de correção da atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11º ano.

4. Com base nos conhecimentos que já adquiriste, quais as vantagens e desvantagens da reprodução assexuada? E da reprodução sexuada? **Vantagens da reprodução assexuada**- processo rápido com baixo gasto de energia. **Desvantagens da reprodução assexuada**- descendentes idênticos ao progenitor, baixa variabilidade genética, difícil adaptação em caso de mudança ambiental. **Vantagens da reprodução sexuada**- elevada variabilidade genética, maior adaptabilidade a mudanças ambientais, permite a evolução dos organismos. **Desvantagens da reprodução sexuada**- processo lento, requer gastos de energia elevados, normalmente requer 2 parceiros.

3. Na Serra da Lousã, entre os distritos de Coimbra e Leiria, onde os veados-vermelhos (*Cervus elaphus*) estavam em extinção no século XIX, habitam agora mais de três mil animais desta espécie. O crescimento da população destes mamíferos nesta zona resultou de um programa de reintrodução levado a cabo pela Unidade de Vida Selvagem (UVS) da Universidade de Aveiro (UA).

Foram 120 animais a dar um salto da Zona de Caça Nacional da Contenda e da Tapada de Vila Viçosa até à Serra da Lousã para serem aí reintroduzidos, um processo que decorreu entre 1995 e 2004.

Vinte anos depois da reintrodução no local dos veados-vermelhos, o biólogo e coordenador da UVS, Carlos Fonseca, admite o sucesso do projeto “pela sua sustentabilidade biológica e ecológica”, bem como pelo “número de efetivos e área de distribuição atuais”, citado num comunicado da UA.

Público, 2017

Fig. 57 (continuação)- Proposta de correção da atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11º ano.

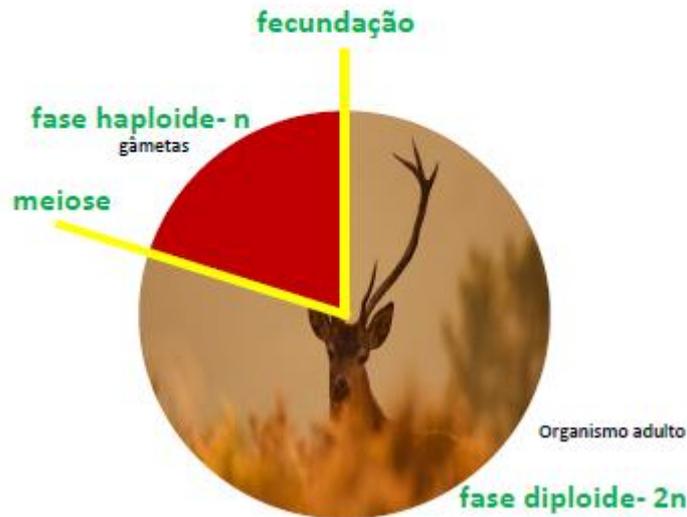


Fig. 3- Ciclo de vida de *Cervus elaphus*

1. Identifica no esquema as fases haploide e diploide.
2. Identifica no esquema onde ocorre a meiose e a fecundação.
3. Com base no esquema observado, qual é o ciclo de vida característico do veado?
Diplonte, dado que não existem estruturas pluricelulares haploides. Simultaneamente, a meiose que ocorre é pré-gamética, que é característica dos ciclos de vida diplontes.
4. Com base no texto que analisaste podemos afirmar que a reintrodução de *Cervus elaphus* foi uma mais valia para a região centro. Comenta esta afirmação. A afirmação é verdadeira, dado que ocorreu um aumento da biodiversidade na região. Paralelamente também ocorreu um aumento da procura turística, especialmente durante a época de bruma (época de acasalamento).

Fig. 57 (continuação)- Proposta de correção da atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia, realizada no 11º ano.

Atividade de lápis e papel

Sopa da vida

Nome: _____ Nº _____ Data: _____

1. Lê atentamente o seguinte texto que descreve a experiência efetuada por Miller e Urey.

A experiência de Miller e Urey foi concebida em 1953 para testar a hipótese de Oparin-Haldane. Para a realização desta experiência criou-se um sistema fechado (Fig. 1), sem oxigénio (O_2), no qual se inseriu hidrogénio (H_2), amoníaco (NH_3), metano (CH_4) e água (H_2O). Posteriormente, uma fonte de calor foi adicionada ao sistema, por forma a induzir a evaporação de água. O vapor em circulação foi submetido a descargas elétricas, por forma a simular trovoadas. Por fim, a menor temperatura presente nos tubos de circulação permitiu a condensação do vapor de água. Esta experiência decorreu durante uma semana. Após o término da experiência, Miller analisou a água recolhida, tendo identificado cinco aminoácidos distintos: glicina, α -alanina, β -alanina, ácido aspártico e ácido α -aminobutírico (Hickman et al., 2008).

Atualmente há dados que demonstram que a atmosfera primitiva seria rica em dióxido de carbono (CO_2) e nitrogénio (N_2). Jeffrey Bada utilizou os princípios básicos da experiência de Miller e Urey, adicionando CO_2 e N_2 ao sistema. Porém, a combinação destas substâncias originou nitritos (NO_2^-), que degradam aminoácidos. Para colmatar este problema, Bada adicionou ferro (Fe^{2+}) e carbonatos (CO_3^{2-}), o que permitiu a geração e conservação de aminoácidos (Fox, 2007).

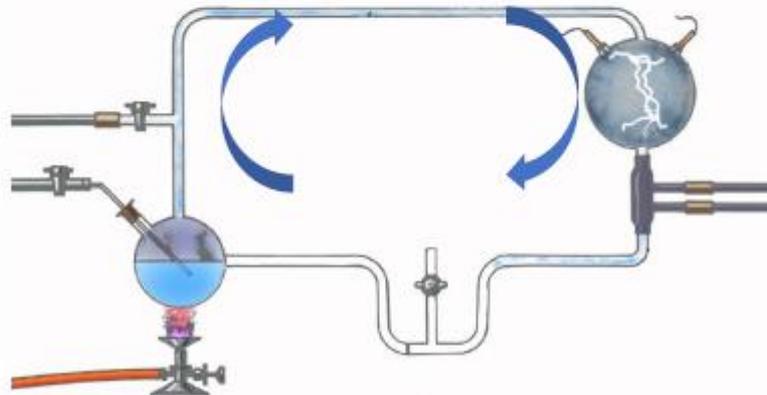


Fig. 1- Experiência de Miller e Urey

Adaptado de <https://goo.gl/QHqa2A>

Fig. 58- Atividade prática de lápis e papel “Sopa da vida” de Biologia, realizada no 11º ano.

Proposta de correção da atividade de lápis e papel

Sopa da vida

1.1. De acordo com o que texto que analisaste, consideras que esta experiência apoia a hipótese de Oparin-Haldane? Justifica a tua resposta. *Concordo, dado que a experiência demonstra que a partir de uma atmosfera redutora e presença de compostos químicos inorgânicos é possível ocorrer a geração de compostos orgânicos simples.*

1.2. Comenta a seguinte afirmação: "O aparecimento de compostos orgânicos deve-se a uma grande variedade de fatores.". *Concordo, dado que além da presença de determinados compostos químicos, também foi necessária a presença de descargas elétricas e radiações UV, que forneceram energia suficiente para que as reações necessárias à formação de compostos orgânicos ocorressem. Simultaneamente, também foi necessária a presença de água no estado líquido.*

1.3. Comenta a seguinte afirmação "O ser humano consegue sintetizar compostos orgânicos de forma artificial." *Concordo, pois esta experiência demonstra que o ser humano é capaz de sintetizar compostos orgânicos de forma artificial.*

2. Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa. *Corrige as afirmações falsas.*

_V_a) Para o aparecimento dos primeiros compostos orgânicos foi necessária a presença de oxigénio (O).

_F_b) As trovoadas geram compostos orgânicos. *As trovoadas cedem apenas energia.*

_F_c) Para o aparecimento dos primeiros compostos orgânicos é obrigatória a presença de um ambiente anóxico. *Não necessariamente, dado que é possível gerar compostos orgânicos em ambientes oxidantes.*

_F_d) A adição de CO₂ e N₂ não é impactante na conservação de aminoácidos. *CO₂ e N₂ afetam a conservação de aminoácidos, dado que os degradam.*

Fig. 59- Proposta de correção da atividade prática de lápis e papel "Sopa da vida" de Biologia, realizada no 11º ano.

3.5.2. *Hands-on* e amostras de mão

A metodologia *hands-on* foi aplicada na aula de Ciências Naturais, com a representação de um *tsunami* a possibilitar a interligação de vários conhecimentos construídos ao longo do ano letivo. Foram utilizadas várias representações de estruturas antissísmicas, como a gaiola pombalina, pagode (Fig. 60) e edifício com amortecedor de massa (Fig. 61). Através de um sismo artificial, os alunos puderam analisar o comportamento das diferentes estruturas, recorrendo aos seus conhecimentos.



Fig. 60- Representação de pagode.



Fig. 61- Representação de amortecedor de massa.

Uma das atividades práticas de Biologia, do 11º ano, foi caracterizada pela aplicação da metodologia *hands-on*, na qual os alunos dissecaram várias flores de *Lilium* sp. Os estudantes, em pequenos grupos de trabalho, identificaram as componentes florais, com base nos conhecimentos construídos na introdução teórica. Durante esta atividade foi possível observar vários exemplos de trabalho cooperativo, com os alunos a debaterem ideias entre si e a entreajudarem-se na execução das atividades propostas.

Durante as aulas teóricas e práticas foram utilizadas numerosas amostras de mão: *Funaria* sp. (Fig. 62); folhas de Pteridophyta (Fig. 63); estróbilos femininos e masculinos de *Araucaria araucana*, *Cupressus* sp. e *Pinus pinaster* (Fig. 64); frutos de *Castanea sativa*, *Quercus robur* e *Q. suber* (Fig. 65); e bugalhos de *Q. robur* (Fig. 65).



Fig. 62- Exemplar de *Funaria* sp.



Fig. 63- Página inferior de uma folha de Pteridophyta



Fig.64- Estróbilos masculinos e femininos de *Araucaria araucana*, *Cupressus* sp. e *Pinus pinaster*



Fig.65- Frutos de *Castanea sativa*, *Quercus robur* e *Q. suber* e bugalhos de *Q. robur*.

3.5.3. Mapa de conceitos

Para auxiliar o estudo dos alunos, o docente forneceu um mapa de conceitos (Fig. 66), que incluiu todos os conceitos lecionados em sismologia. Teria sido pertinente a realização desse mapa em conjunto com os alunos, numa hipotética aula de revisões, facultando uma construção autónoma, por parte dos alunos, dos mapas de conceitos.

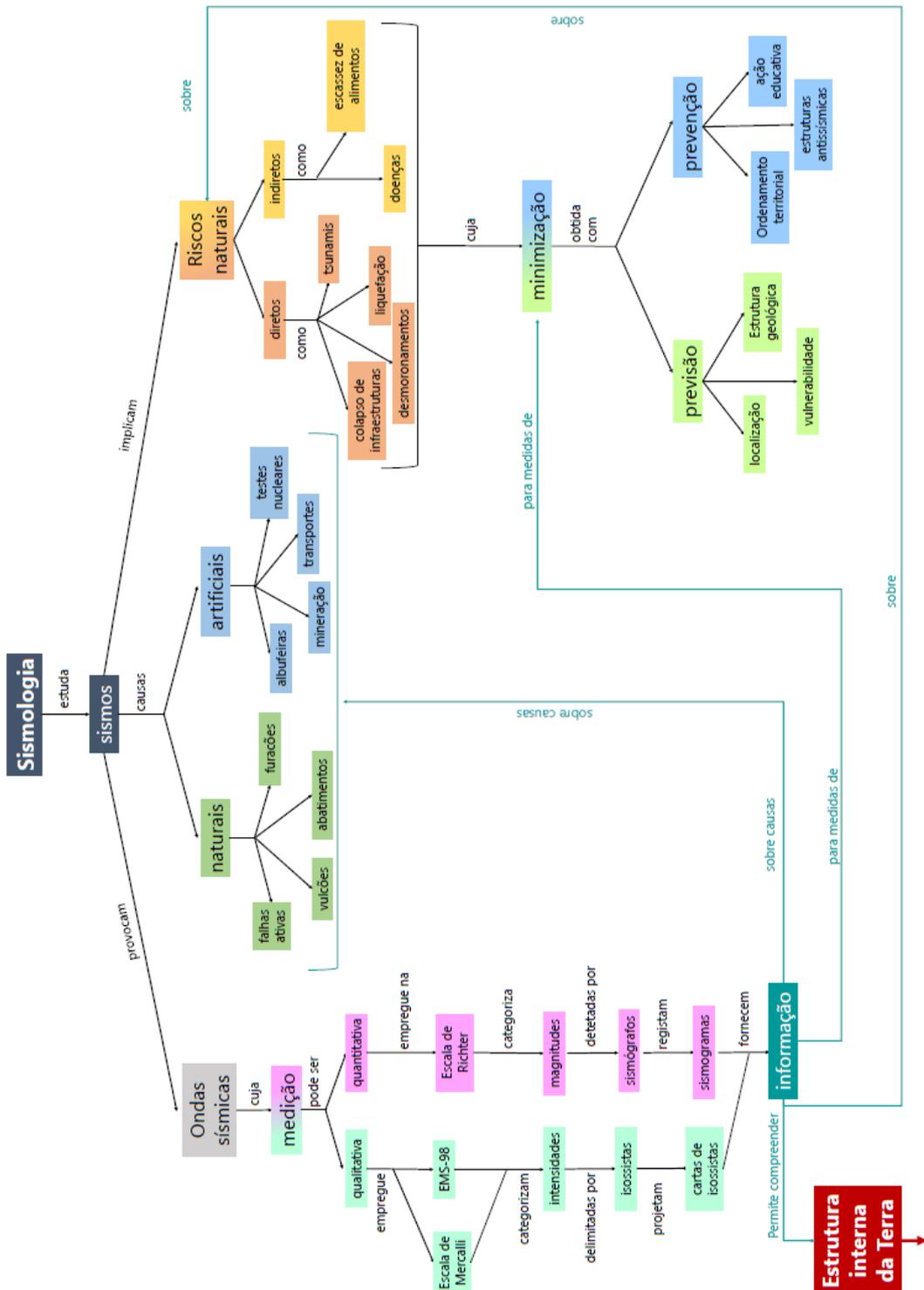


Fig. 66- Mapa de conceitos sobre “Sismologia” cedido pelo docente, aos alunos do 7º ano, como material de estudo.

3.5.4. TIC

As TIC foram um recurso importante ao longo da prática letiva, com os *slide-shows* de *PowerPoint* (PPT) (Figs. 67 e 68) a serem empregues na maioria das aulas. No fim de cada subcapítulo foram realizados quadros-síntese, úteis na consolidação de conteúdos e verificação do grau de compreensão dos alunos. Estas sùmulas propiciaram uma maior interação entre alunos e professor, favorecendo a colocação de questões pertinentes e uso, por parte dos alunos, do quadro interativo.

A elaboração dos PPT teve em consideração a ZDP dos alunos, com o uso de alusões que pertencem ao seu contexto social. A título de exemplo, durante o ensino da “Unidade 6-Reprodução”, foi usado um *Pokémon* (*Wailord*) para explicar o ciclo de vida dos mamíferos, captando a atenção dos alunos e apreensão dos ciclos de vida diplontes.

No 7º ano, foi utilizado o mapa de sismicidade de tempo real, disponibilizado pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), acessível via *smartphone*, *tablet* e computadores. O uso de *smartphones* foi relevante numa das atividades práticas do 11º ano, com o registo fotográfico a ser essencial na execução dos resultados do V de Gowin.

A

Shinbashira:
Abana, mas não cai

Escala		
Mede		
Rigor		B

Conjunto de medidas que tentam evitar um possível dano

Previsão \neq Prevenção

Antevisão; Suposição

C

Gaiola pombalina

D

O que fazer durante um sismo?

Dentro de um edifício Não se precipitar para as saídas Não usar os elevadores Afastar-se de janelas/espelhos/candeeiros Proteger-se debaixo de uma mesa/cama/vão de escada/porta	Na rua Dirigir-se para uma praça Afastar-se de edifícios/postes/árvores
---	--

E

Fig. 67- Exemplos de diapositivos utilizados durante as aulas de Ciências Naturais do 7º ano: **A-** abertura; **B-** quadro-síntese, a preencher pelos alunos; **C-** distinção de conceitos frequentemente confundidos pelos alunos; **D-** Baixa Pombalina e integração de gaiola em apartamento; **E-** medidas a tomar durante um sismo.



Sumário

Aula nº 26

- Realização de teste diagnóstico.
- Introdução aos ciclos de vida.
- Distinção entre ciclos de vida diplontes, haplontes e haplodiplontes.

Baleia-azul - Ciclo de vida



Síntese de ideias

	Ciclos de vida		
Tipo			
Meiose			
Ex:			



Mollusca



Fig. 68- Exemplos de diapositivos utilizados durante as aulas de Biologia do 11º ano: **A-** abertura; **B-** sumário da aula; **C-** ciclo de vida diplonte, a preencher pelos alunos; **D-** tabela síntese, a completar pelos alunos; **E-** reprodução sexuada de Mollusca.

3.5.5. Método de Jigsaw

Apesar de não se ter empregue este método no 7º ano, depreende-se a sua potencialidade a nível relacional, com a promoção de diálogo e interdependência a propiciar a minimização das problemáticas xenófobas e sexistas. O método de Jigsaw, aplicado no 11º ano, cifrou-se na análise de quatro textos indicativos do impacto humano nos ciclos de vida de várias espécies (Fig. 69) e realização de um pequeno *quiz* formativo (Fig. 70). A turma foi bastante recetiva, com o trabalho cooperativo a decorrer de forma entusiástica; contudo a sua realização pecou pela fraca gestão de tempo.



Agrupamento de Escolas
Oeste
Coimbra

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia
11º A Biologia e Geologia
2018/2019

Jigsaw: Uma nova forma de aprender ciclos de vida

Neste documento estão presentes 4 textos, cada um mostrando um exemplo de como o ser humano afetou o ciclo de vida de várias espécies. Cada elemento do grupo deve ler apenas 1 dos 4 textos, pelo menos 2 vezes. Não precisas de decorar. Foca-te em perceber o texto, dado que depois terás de explicá-lo aos teus colegas de grupo. No final desta estratégia terás de preencher um Quiz. Bom trabalho!

1- A vida agitada da enguia europeia

A enguia europeia - *Anguilla anguilla* (Fig. 1) é um peixe em forma de serpente, que pode atingir um comprimento máximo de 1,4 m, e 10 kg de peso. Esta espécie passa a maior parte da sua vida em água doce, porém ao alcançar a sua maturidade sexual (6 a 13 anos) migra para jusante, reproduzindo-se no mar dos Sargaços (Fig. 2). Durante todo o processo de migração, que pode demorar vários meses, esta espécie não se alimenta, o que leva à sua morte após a reprodução. As larvas resultantes eclodem cerca de 24 h após a fecundação, sendo arrastadas pela corrente do Golfo. Passados 2 a 3 anos, estas larvas chegam às costas europeias, transformando-se em enguias-de-vidro, também conhecidas como angulas ou meixão, iniciando a sua migração para o interior dos rios europeus. O facto de permanecer a maior parte do seu ciclo de vida em águas continentais permite que a enguia seja utilizada como um indicador da qualidade dos sistemas aquáticos onde vive. Em Portugal, tal como no resto da Europa, verifica-se um decréscimo das populações desta espécie, estando atualmente em perigo crítico de extinção. Os principais fatores de ameaça a esta espécie são os obstáculos à migração como barragens e açudes, exploração furtiva em zonas estuarinas e poluição (Matias & Martins, 2008). Outro fator de ameaça bastante sério passa pela diminuição e possível extinção da corrente do Golfo, que no ano corrente registou a menor capacidade de transporte dos últimos 1600 anos (Carrington, 2018).

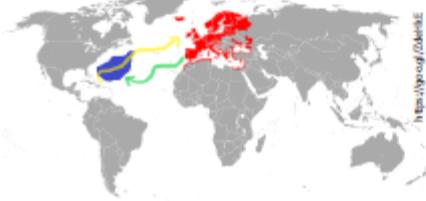


Fig. 1- Forma adulta da enguia europeia

Fig. 2- Mapa da distribuição da enguia europeia (vermelho), Mar dos Sargaços (azul), corrente do Golfo (amarelo) e processo de migração (verde)

Fig. 69- Atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

2- Lagostim-vermelho: um crustáceo indesejável

O lagostim-vermelho - *Procambarus clarkii* (Fig. 3), natural do Sudeste norte-americano, apareceu pela primeira vez nos cursos de água portugueses em 1979, derivado da fuga acidental de vários indivíduos de centros de aquacultura espanhóis. Desde então, esta espécie viu o seu número aumentar de forma galopante, de tal forma que atualmente é considerada uma espécie invasora. Este crustáceo tem causado danos ecológicos elevadíssimos, devido à sua grande voracidade e taxas de crescimento populacionais elevadas, o que levou a uma redução da biodiversidade e oxigenação da água nos locais afetados. A título de exemplo, em 10 anos (1992-2002), a Reserva Natural do Paul do Boquilobo (Torres Novas e Golegã) viu uma redução da população de anfíbios de 95%. Nesse mesmo paul ocorreu a extinção local da salamandra-de-costelas-salientes - *Pleurodeles waltl* e rã - *Hyla arborea*, com as populações de rã-verde - *Rana perezi* a estarem seriamente ameaçadas. Além disso, este organismo também se alimenta de espécies herbáceas, como o arroz - *Oryza sp.*, pelo que a produção anual tem sofrido perdas consideráveis em termos monetários. As mudanças climáticas, que têm levado a um aumento das vagas de calor, têm acentuado a herbivoria do lagostim-vermelho (aumentos na ordem dos 20 a 30%), pelo que se prevê um agravamento das perdas agrícolas. Simultaneamente, os charcos mediterrânicos têm sofrido uma redução de vegetação devido à introdução desta espécie, o que põe em causa o habitat de vários animais, incluindo aves. Sem a presença de vegetação, as águas não são filtradas, pelo que a qualidade da água também é reduzida. Atualmente a erradicação do lagostim-vermelho é considerada impraticável (Geraldés, 2002, 2017).



Fig. 3- *Procambarus clarkii*

3- O estranho caso da árvore-dodó

Em 1973, a árvore-dodó - *Sideroxylon grandiflorum* (Fig. 4) estava à beira da extinção, existindo apenas 13 exemplares, todos com mais de 300 anos, esta angiospérmica, presente apenas na Maurícia, continuava a dar frutos com semente, porém estas não germinavam. Segundo os registos históricos, chegou-se à conclusão que as últimas árvores-dodó germinaram antes da extinção do dodó (Fig. 5). O ecologista Stanley Temple elaborou uma teoria na qual propunha que os dodós eram os consumidores naturais dos frutos daquela árvore e que só após o processo de digestão é que as sementes eram capazes de germinar. Por forma a comprovar a sua teoria, Temple alimentou perus selvagens (ave com um porte similar ao dodó) com frutos da árvore-dodó, tendo plantado as sementes que passaram pelo processo de digestão.

Fig. 69 (continuação)- Atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

Das 10 sementes plantadas, 3 germinaram, o que suportou a teoria deste ecologista. Todavia, outros cientistas argumentam que outras espécies extintas também poderiam ter sido disseminadoras das sementes da árvore-dodó, como tartarugas, morcegos e papagaios, essas espécies extinguíram-se localmente devido à ação do homem que introduziu novas espécies como o porco (*Sus sp.*) (Hershey, 2004; Temple, 1977).



Fig. 4- Árvore-dodó



Fig. 5- Exemplar de Dodó

4- DDT: uma faca de dois gumes

O DDT - dicloro-difenil-tricloroetano (Fig. 6) foi sintetizado em laboratório pela primeira vez em 1874, mas só em 1939 é que se descobriu que este composto era um potente inseticida. Durante a II Guerra Mundial foi utilizado para controlar doenças transmitidas por insetos, como a malária e o tifo. Após 1945, o seu uso expandiu-se para o setor agrícola, tendo sido um elemento importante na "Revolução Verde", que permitiu aumentar a produção alimentar de forma vertiginosa durante as décadas de '40 a '60. Porém, o DDT possui um lado negativo: embora seja um agente excelente na eliminação de insetos, este composto afeta negativamente o ambiente, sendo extremamente tóxico. Os seus efeitos ampliam-se dos níveis tróficos inferiores para os níveis tróficos superiores (bioampliação), ocorrendo uma incorporação dos compostos tóxicos nos tecidos dos indivíduos (bioacumulação), o que leva a consequências nefastas para vários organismos, incluindo o ser humano. O pelicano-pardo (*Pelecanus occidentalis*) e o pelicano-branco-americano (*Pelecanus erythrorhynchos*) foram duas das espécies mais afetadas com a introdução do DDT no meio ambiente. A presença deste composto induz uma redução da espessura da casca dos ovos (Fig. 7), o que por sua vez diminui a taxa de sucesso reprodutivo, dado que a probabilidade de quebra durante o processo de incubação é consideravelmente superior. A exposição ao DDT em humanos também é nefasta, sendo considerado um composto cancerígeno que reduz a capacidade reprodutiva do Homem (Blus et al., 1974; Knopf & Street, 1974; Público, 2006).

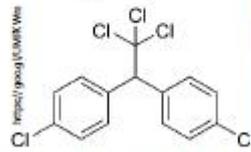


Fig. 6- Geometria molecular de DDT



Fig. 7- Ovo normal vs ovo submetido a DDT

Fig. 69 (continuação)- Atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

Referências bibliográficas

Blus, L. J., Belisle, A. A., & Prouty, R. M. (1974). Relations of the brown pelican to certain environmental pollutants. *Pesticides Monitoring Journal*, 7(3/4), 181-194.

Carrington, D. (2018). *Gulf stream current at its weakest in 1,600 years, studies show*. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/11/critical-gulf-stream-current-weakest-for-1600-years-research-finds> (Consultado em 2 de novembro de 2018).

Geraldes, H. (2012). *Lagostim-vermelho-da-Louisiana ameaça sobrevivência de anfíbios*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2002/09/08/jornal/lagostimvermelhodalouisiana-ameaca-sobrevivencia-de-anfibios-174268> (Consultado em 2 de novembro de 2018).

Geraldes, H. (2017). *Calor está a transformar o invasor exótico lagostim-vermelho*. Disponível em: <https://www.wilder.pt/historias/calor-esta-transformar-invasor-exotico-lagostim-vermelho/> (Consultado em 3 de novembro de 2018).

Hershey, D. (2004). The widespread misconception that the tambalacoque or Calvaria tree absolutely required the dodo bird for its seeds to germinate. *Plant Science Bulletin*, 50, 105-109.

Knopf, F. L., & Street, J. C. (1974). Insecticide residues in White Pelican eggs from Utah. *The Wilson Bulletin*, 428-434.

Matias, O., & Martins, P. (2008). *Biologia 11*. Porto: Areal Editores.

Público. (2006). *O que é o DDT?* Disponível em: <https://www.publico.pt/2006/09/19/jornal/o-que-e-o-ddt-98390> (Consultado em 3 de novembro de 2018).

Temple, S. A. (1977). Plant-animal mutualism: coevolution with dodo leads to near extinction of plant. *Science*, 197(4306), 885-886.

Fig. 69 (continuação)- Atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

Proposta de correção

Após a leitura dos 4 casos de estudo, os alunos devem realizar um Quiz. A distribuição dos alunos em grupos de 4 permite que cada um dos elementos faça um Quiz distinto. Apesar de algumas perguntas não estarem diretamente relacionadas com os casos analisados, os alunos estarão sensibilizados para os impactos do Homem nos ciclos de vida, pelo que se parte do pressuposto que estes serão capazes de responder às questões. Cada pergunta está cotada em 1 ponto, pelo que o somatório dos 4 elementos de grupo é de 20 pontos (4x5). Espera-se assim estimular o trabalho colaborativo entre colegas.

Jigsaw

Quiz 1

Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa e NS, caso não saibas a resposta à afirmação.

Uma das formas de reduzir o impacto do lagostim-vermelho poderia passar pela captura e exportação deste crustáceo para mercados que apreciem o seu sabor: V, pois apesar do mercado português não apreciar este crustáceo, existem outros mercados que o consomem.

Os impactos do ser humano não têm impacto numa escala global, mas sim local: F, os impactos humanos provocam efeitos não só a nível local, mas também a nível global.

Produtos tóxicos que tenham sido descontinuados já não possuem impactos no ecossistema F, existem vários produtos tóxicos que foram descontinuados, cujos efeitos ainda se fazem sentir (ex: DDT- provoca má-formações em recém-nascidos, aumento do nº de casos de cancro, etc.).

Todas as ações humanas possuem impactos nos ecossistemas V, o que não é necessariamente negativo, dado que algumas ações humanas podem ser benéficas.

Uma das melhores maneiras de reduzir o meu impacto no ecossistema passa por comprar novos smartphones todos os anos, pois são cada vez mais eficientes F, apesar da reutilização de determinados compostos em novos smartphones, muitos dos constituintes ainda provêm de indústrias mineiras, que perturbam várias espécies e respetivos ciclos de vida.

Jigsaw

Quiz 2

Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa e NS, caso não saibas a resposta à afirmação.

Ao educar as populações para o uso de métodos contraceptivos, poderemos minimizar o crescimento demográfico da espécie humana, o que pode diminuir o potencial agravamento dos impactos humanos nos ciclos de vida dos vários seres vivos V, num mundo com recursos finitos e melhorias gerais das condições de vida para todos os seres humanos, será imperativo minimizar a taxa de crescimento da população humana, dado que atualmente o Homem já impacta severamente vários ecossistemas (ex: deflorestação, monoculturas, etc.).

O mutualismo obrigatório pode ser pouco vantajoso caso uma das espécies entre em declínio V, ex: caso da árvore-dodó e o dodó

Fig. 70- Proposta de correção da atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

Com as alterações climáticas prevê-se uma diminuição da pluviosidade em Portugal. Uma das formas de colmatar este problema poderia passar pela utilização de culturas agrícolas menos dependentes de água V, dado que culturas agrícolas menos dependentes de água minimizariam o seu impacto em termos de consumo de recursos hidrológicos, vitais para outros organismos.

O arroz de lampreia é um prato extremamente apreciado na zona centro, todavia várias espécies de lampreias encontram-se ameaçadas de extinção. Uma das formas de minimização de impacto passa pela redução de captura destes organismos V, uma regulamentação severa relativamente à captura da lampreia pode minimizar os impactos nas populações já existentes.

Para reduzir as populações de lagostim-vermelho podemos utilizar doses elevadas de pesticidas F, dado que doses elevadas de pesticidas prejudicariam inúmeros organismos, podendo provocar danos permanentes nos locais onde esses químicos seriam aplicados.

Jigsaw

Quiz 3

Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa e NS, caso não saibas a resposta à afirmação.

Os pesticidas não possuem qualquer tipo de vantagens F, os pesticidas permitiram um aumento da produtividade agrícola, dado que organismos potencialmente prejudiciais às colheitas são eliminados/minimizados.

Uma das formas de reduzir o meu impacto no ecossistema passa por recusar o uso de plásticos descartáveis, como palhinhas V, a maioria dos plásticos descartáveis acabam nos oceanos, onde têm impactos severos na vida marinha (ex: caso mencionado na 1ª aula).

As energias renováveis podem ter impactos negativos no ecossistema, pelo que se devem fazer vários estudos ambientais V, ex: caso de estudo Holandês sobre impactos dos aerogeradores em aves.

A acácia é uma espécie invasora em Portugal, cuja germinação é estimulada por incêndios florestais. Com as mudanças climáticas prevê-se uma diminuição da pluviosidade média em Portugal. Logo, é expectável que as taxas de germinação desta espécie se mantenham F, uma menor taxa de precipitação propicia um clima mais seco, que por sua vez facilita a probabilidade de um incêndio florestal. Como a germinação das acácias é estimulada pelos incêndios, é expectável que ocorra um aumento das taxas de germinação.

Apesar de muitas intervenções humanas serem nefastas, também podem existir casos positivos, como a reintrodução do veado na Serra da Lousã e o Lince-Ibérico no sul do país V, apesar de existirem várias intervenções nefastas por parte do Homem, também há casos no qual as ações humanas surtem um efeito positivo.

Fig. 70 (continuação)- Proposta de correção da atividade prática “Uma nova forma de aprender ciclos de vida” de Biologia, realizada com base no método *Jigsaw* no 11ºano.

Jigsaw	Quiz 4
<p>Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa e NS, caso não saibas a resposta à afirmação.</p>	
<p>Algumas perguntas/afirmações do Quiz 4 estão presentes nos anteriores, estando meramente distribuídos de forma aleatória</p>	
<p>Produtos tóxicos que tenham sido descontinuados já não possuem impactos no ecossistema: F</p>	
<p>Com as alterações climáticas prevê-se uma diminuição da pluviosidade em Portugal. Uma das formas de colmatar este problema poderia passar pela utilização de culturas agrícolas menos dependentes de água: V</p>	
<p>A extinção da corrente do Golfo trará graves consequências em termos ecológicos, como a possível extinção da enguia-europeia: V, dado que a corrente do golfo é responsável pelo clima ameno que se faz sentir na Europa ocidental. Um cessar desta corrente traria mudanças inevitáveis no clima, levando à extinção de inúmeras espécies. Relativamente aos oceanos, a ausência de circulação de água levaria à criação inevitável de ambientes anóxicos, levando à extinção de inúmeras espécies. Sem a corrente do golfo, a enguia-europeia acabaria por se extinguir.</p>	
<p>A reutilização e reciclagem de materiais permite diminuir o impacto da humanidade nos ecossistemas: V, dado que não é necessário extrair compostos/elementos em bruto.</p>	
<p>As estátuas de pedra gigantes situadas na cratera vulcânica de Rono Raraku (ilha da Páscoa) são tudo o que resta daquilo que foi uma civilização complexa. Essa civilização desapareceu devido à sobre-exploração de recursos ambientais. Se a humanidade continuar com o atual ritmo de exploração de recursos e consequente degradação ambiental, poderemos vir a ter o mesmo fim: V, "Those who don't know history are doomed to repeat it", Edmund Burke.</p>	

Fig. 70 (continuação)- Proposta de correção da atividade prática realizada com base no método de Jigsaw.

3.5.6. V de Gowin

O V de Gowin auxiliou na consolidação e recuperação dos conceitos lecionados em sala de aula, incitando a indagação e aprofundamento de conteúdos *a posteriori*. Este instrumento facilitou a análise das interações efetuadas, pelos alunos, entre a componente teórica e prática, promovendo o reconhecimento, por parte do docente, de eventuais correlações inadequadas. Para a correção dos documentos utilizaram-se critérios de correção (ANEXO III- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III) e V de Gowin).

3.6. Avaliação

3.6.1. Avaliação diagnóstica

No início da prática letiva foram aplicados testes diagnósticos de carácter cognitivo (Figs. 71 e 72), de modo a verificar o nível de conhecimento dos alunos do 7º e 11º ano. Os mesmos testes foram utilizados sob a forma de um pós-teste, possibilitando uma comparação entre o desempenho inicial e final dos estudantes.



E.S. D. Duarte

3º ciclo do Ensino Básico
Ciências Naturais
7º
Ano letivo de 2018/2019

Teste diagnóstico

Proposta de correção

Grupo I

1. Lê atentamente as perguntas 1.1 a 1.3 e assinala, com um X, a opção correta.

1.1. As regiões de Portugal continental que apresentam maior risco sísmico são:

- a) Lisboa e Minho
- b) Lisboa e Vale do Douro
- c) Lisboa e Vale do Tejo
- d) não sei

1.2. Em caso da ocorrência de um sismo, a melhor atitude a tomar dentro de um edifício é:

- a) fugir para o exterior
- b) ficar parado
- c) colocar-me debaixo de uma mesa
- d) não sei

1.3. A escala de Richter mede a _____ de um sismo.

- a) intensidade
- b) magnitude
- c) velocidade
- d) não sei

Grupo II

A Fig. 1 é um mapa que reconstitui as diferentes zonas de intensidade sísmica que o sismo de 22 de outubro de 1522 registou na ilha de São Miguel, no arquipélago dos Açores. Analisa-o com bastante atenção.

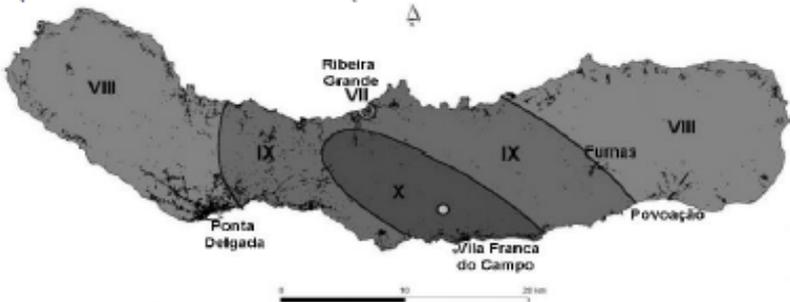


Fig. 1- Ilha de São Miguel, Açores.

1. Com base no mapa, podemos deduzir que o epicentro se localizou perto de:

- a) Ribeira Grande
- b) Ponta Delgada
- c) Vila Franca do Campo

Fig. 71- Teste diagnóstico (pré-teste) aplicado no início da lecionação do tema “Sismologia”, de Ciências Naturais, no 7º ano e respetiva proposta de correção.

d) não sei

2. As linhas presentes no mapa denominam-se por:

a) isogramas
 b) isossistas
 c) isoietas
 d) não sei

3. A escala utilizada terá sido a de:

a) Mercalli
 b) Richter
 c) Mohs
 d) não sei

Fig. 71- Teste diagnóstico (pré-teste) aplicado no início da leção do tema “Sismologia”, de Ciências Naturais, no 7º ano e respetiva proposta de correção.


Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia
11º A Biologia e Geologia
2018/2019

Teste diagnóstico

Proposta de correção

Grupo I

1. Lê atentamente as perguntas 1.1 a 1.6 e assinala, com um X, a opção correta.

1.1. Nas plantas, quais dos seguintes elementos são produzidas através da meiose?

a) gâmetas
 b) esporos
 c) organismos adultos
 d) não sei

1.2. Que característica distingue as briófitas (musgos) das pteridófitas (fetos)?

a) presença de feixes vasculares
 b) presença de cloroplastos
 c) todas as alíneas anteriores estão corretas
 d) nenhuma das alíneas está correta
 e) não sei

1.3. Os organismos eucariontes distinguem-se dos procariontes devido ao facto de:

a) possuírem mitocôndrias
 b) possuírem estruturas endomembranares e organitos
 c) possuírem membrana celular
 d) hipótese a) e b) estão corretas
 e) hipótese a) e c) estão corretas
 f) não sei

1.4. A teoria da sopa primordial tenta explicar:

a) o aparecimento das primeiras biomoléculas e cianobactérias
 b) o aparecimento das primeiras biomoléculas e protobiontes
 c) o aparecimento de água na Terra e biomoléculas
 d) não sei

1.5. A heterosporia é uma característica única de:

a) todas as plantas sem semente
 b) todos os animais
 c) todas as plantas com semente
 e) não sei

1.6. No Homem a meiose ocorre antes da formação dos gâmetas. Por isso, neste caso, a meiose será:

a) gamética
 b) pós-gamética
 c) pré-gamética
 d) não sei

Fig. 72- Teste diagnóstico (pré-teste) aplicado no início da leção das unidades “6- Reprodução” e “7- Evolução Biológica” no 11º ano e respetiva proposta de correção.

2. Analisa as seguintes afirmações. Utiliza a letra V, caso consideres a afirmação verdadeira, F caso consideres a afirmação falsa e NS, caso não saibas a resposta à afirmação. Corrige as afirmações falsas.

- _ F_ Os esporos dão origem a uma nova planta. ~~As sementes dão origem a uma nova planta.~~
- _ V_ As sementes representaram um marco histórico na evolução das plantas.
- _ F_ O homem ~~ainda não~~ consegue influenciar os ciclos de vida dos seres vivos.
- _ F_ O ciclo de vida de qualquer organismo inclui a fecundação; e ~~meiose e morte do indivíduo.~~
- _ V_ Um protobionte é um organismo primitivo.
- _ F_ O modelo de Oparin-Haldane explica o aparecimento de ~~organismos eucarióticos~~ protobiontes.
- _ F_ Os organismos monoicos possuem ciclos de vida ~~distintos dos~~ idênticos aos dos organismos dioicos, ~~pois são~~ haplodiplontes.
- _ F_ O hermafroditismo no reino Animalia ~~é sempre~~ por vezes é resultado de um erro genético.
- _ F_ O feto é ~~o único~~ um dos vários exemplares haplodiplontes que se conhecem.

Grupo II

Na Fig. 1 encontra-se um esquema simplificado de uma flor. Preenche os espaços em branco com os elementos indicados na Tabela 1. Caso não consigas identificar algum dos constituintes da flor deixa esse espaço vazio.

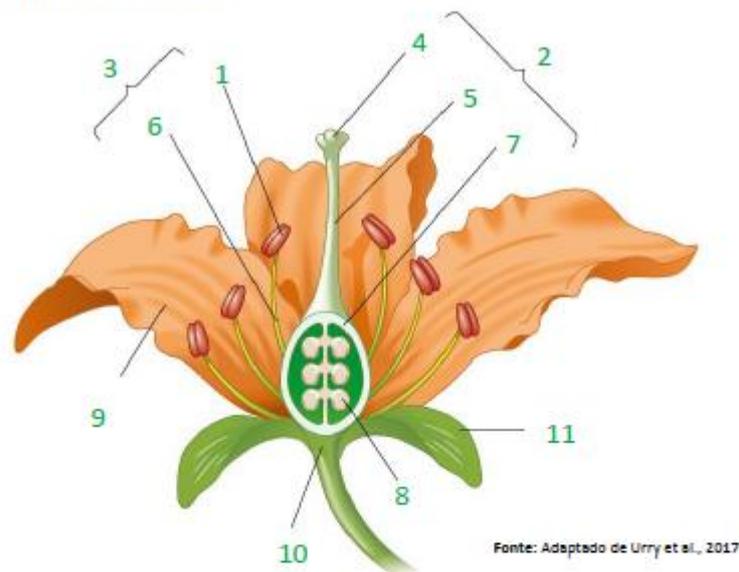


Fig. 1- Esquema representativo de uma flor

Fig. 72 (continuação)- Teste diagnóstico (pré-teste) aplicado no início da lecionação das unidades “6- Reprodução” e “7- Evolução Biológica” no 11º ano e respetiva proposta de correção.

Tabela 1- Elementos constituintes de uma flor.

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

Grupo III

Analisa as seguintes questões. Caso não consigas responder escreve apenas NS.

1. Explica, de forma sucinta, o que entendes por ciclo de vida. **Conjunto de todas as etapas na história reprodutiva dos seres sexuados, desde que ocorre a conceção do indivíduo até à produção da sua descendência. Todos os ciclos de vida incluem meiose e fecundação, todavia estes processos podem ocorrer em momentos distintos.**
2. Considera a seguinte afirmação: "No ciclo de vida do ser humano, tal como na maioria dos animais, as células excecionalmente são haploides". Concordas com esta afirmação? **Justifica a tua resposta usando argumentos lógicos, válidos e coerentes.**
Concordo, dado que as únicas células haploides presentes no ciclo de vida humano são gâmetas, que correspondem a uma ínfima parte do ciclo de vida deste organismo diplonte.

Referências bibliográficas

Matias, O., & Martins, P. (2008). *Biologia 11* (1ª ed.). Porto: Areal Editores.

Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. F. P., & Valente, R. A. (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano*. Ministério da Educação e Ciência. Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/biologia-e-geologia> (Consultado em 12 de novembro de 2018)

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2017). *Campbell Biology* (11ª ed.). New York: Pearson.

Fig. 72 (continuação)- Teste diagnóstico (pré-teste) aplicado no início da lecionação das unidades "6- Reprodução" e "7- Evolução Biológica" no 11º ano e respetiva proposta de correção.

3.6.2. Avaliação formativa

A avaliação formativa teve um papel preponderante na regulação do processo de ensino-aprendizagem, com o *feedback* dos alunos e respetivo desempenho nas atividades a possibilitar um ajuste contínuo do mesmo. A título de exemplo, com base na dificuldade expressa pelos alunos do 11º ano nos ciclos de vida e resultados alcançados nas atividades de lápis e papel, foi efetuada uma aula de revisão e consolidação de conceitos, propiciando a desconstrução de concepções erróneas. O uso de quadros-síntese e respetivo preenchimento, por parte dos alunos, possibilitou um reconhecimento *in situ* das suas dificuldades, propiciando pequenos momentos de revisão ao longo da aula.

3.6.3. Avaliação sumativa

No final da prática letiva foram construídas propostas de testes sumativos para as turmas do 7º ano (Fig. 73) e 11º anos (Fig. 74). Numa primeira etapa, foi criada uma matriz (ANEXO IV- Matrizes de provas escritas de avaliação propostas), que incluiu os objetivos gerais, conteúdos a avaliar, tipologia de itens, critérios gerais de classificação e respetivas cotações. Durante a construção dos testes, aplicaram-se casos recentes ou impactantes em termos histórico-sociais. Para cada teste, foram estipulados critérios e propostas de correção (ANEXO V- Critérios e sugestões de correção para provas escritas sumativas propostas). O orientador cooperante utilizou uma pequena fração do teste proposto para o 11º ano numa das suas provas sumativas.

Prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais

Duração: 45 min

Tolerância: 5 min

Versão 1

Indica de forma legível a versão da prova (Versão 1 ou Versão 2)

Utiliza apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deves riscar de forma inequívoca aquilo que pretendes que não seja classificado.

Para cada resposta, identifica o grupo e o item.

Escreve de forma legível as tuas respostas.

Para cada item, apresenta apenas uma resposta. Se escreveres mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, seleciona a única opção que te permite obter uma afirmação correta.

Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Fig. 73- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais para a turma do 7º ano.

Grupo I

Pouco depois das nove e meia "um rugido surge das entranhas da terra", como o "som de carruagens conduzidas com violência". Um abalo sacode Lisboa por minuto e meio. Pouco depois, a terra volta a tremer com mais força durante mais de dois minutos. Os edifícios, muitos de três e quatro andares, começam a ruir com estrondo. A acalmia dura um minuto. Segue-se nova réplica, "que dura uma eternidade" - três minutos. O pico da crise sísmica teve três impulsos, demorou nove minutos e, sabe-se hoje, terá tido uma magnitude de 8,7. (...)

Grande parte de uma das mais opulentas capitais da Europa está no chão. Pouco resta da parte baixa, do Rossio (Fig. 1) ao Terreiro do Paço as muitas casas de três e quatro andares e os casebres dos bairros sobrepovoados que acompanhavam as colinas vieram por aí abaixo. (...)

Noventa minutos depois do terramoto, seriam umas 11h00, dá-se uma forte réplica e o Tejo, que estava na vazante, retira-se para o largo, ao ponto de se lhe ver o fundo, para logo voltar numa vaga enorme com "mais de 20 pés de altura" (seis metros), varrendo de lama e restos de embarcações as zonas baixas. (...)

As casas de madeira, que tinham aguentado de pé, sucumbem às chamas. À tarde, a cidade é "um gigantesco braseiro". O incêndio lavra cinco dias e vê-se de Santarém. Chegara "o último dia do mundo", dirá Voltaire. (...)

O rei fica tão abalado que não voltará a Lisboa nos 20 anos seguintes. E nunca mais habitará casa de alvenaria, preferindo um palácio de madeira, na Ajuda.



Neves, 2005

Fig. 1- Panorâmica do Rossio, pré-1755 Fonte: <https://goo.gl/ybgj6b>

Fig. 73 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais para a turma do 7º ano.

1. Nas respostas a cada um dos itens de 1.1. e 1.5. seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta. Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção selecionada.

1.1. Podemos afirmar que a escala utilizada no texto se denomina por:

- (A) Mercalli
- (B) Macrossísmica Europeia
- (C) Richter
- (D) Bertone

1.2. Com base no texto analisado, podemos deduzir que a intensidade do sismo foi:

- (A) forte
- (B) moderada
- (C) ruínosa
- (D) catastrófica

1.3. O sismo de 1755 provocou:

- (A) um tsunami
- (B) um incêndio
- (C) um furacão
- (D) hipótese A e B estão corretas

1.4. A atual Baixa de Lisboa possui edifícios com estruturas antissísmicas, denominadas por:

- (A) gaiolas lisboetas
- (B) gaiolas alfacinhas
- (C) gaiolas pombalinas
- (D) gaiolas portuguesas

Fig. 73 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais para a turma do 7º ano.

1.5. Após um sismo, as pessoas devem deslocar-se para um local:

- (A) próximo do mar
- (B) junto a um rio
- (C) desobstruído
- (D) com vertentes acentuadas

Grupo II

Analisa com atenção a Fig. 2, que te mostra um sismo que ocorreu no estado da Califórnia, Estados Unidos da América, em 1952, com uma magnitude de 7.3.

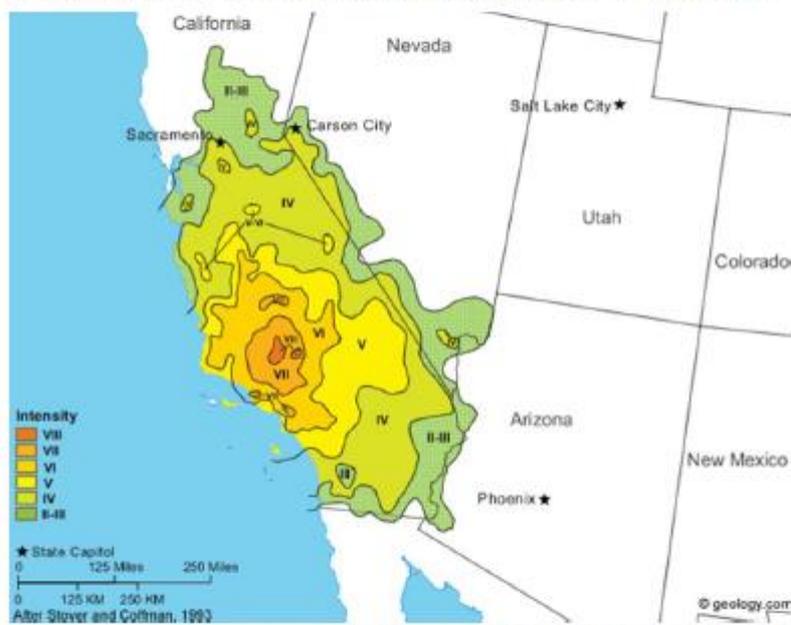


Fig. 2- Sismo de Kern County, 21 de Julho de 1952 Fonte: <https://goo.gl/Xi85LR>

1. Indica:

- a) A intensidade máxima sentida neste sismo.
- b) Duas cidades que tenham sentido intensidades idênticas.
- c) O epicentro deste sismo no mapa.
- d) O nome das linhas que unem pontos de igual intensidade.

Fig. 73 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais para a turma do 7º ano.

2. Refere como se denominam:
 - a) as ondulações com origem no hipocentro.
 - b) os aparelhos que registam os sismos.
 - c) os registos sísmicos.

3. Explica:
 - a) O porquê de existirem vários graus de intensidade sísmica para um sismo com um único valor de magnitude.
 - b) A ausência de isossistas no oceano.

4. Ordena os elementos identificados de A a E, de modo a construíres uma sequência lógica da formação de um sismo:
 - A- Réplicas
 - B- Abalos premonitórios sentidos a 3 km de distância do epicentro
 - C- Sismo principal
 - D- Rotura e deslocamento de placas
 - E- Aumento de tensões

Grupo III

1. Imagina que vives numa área com risco sísmico elevado. Indica:
 - a) Duas medidas que podes tomar para minimizar os impactos de um sismo.
 - b) 2 atitudes que deves ter durante um sismo.
 - c) 2 medidas que deves tomar após a ocorrência de um sismo.

2. Se tivesses poder decisório, que medidas implementarias para minimizar os impactos de um sismo?

Grupo	Itens e cotações (em pontos)										
I	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.						25
	5	5	5	5	5						
II	1.a)	1.b)	1.c)	1.d)	2.a)	2.b)	2.c)	3.a)	3.b)	4.	44
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	
III	1.a)	1.b)	1.c)	2.							31
	5	5	5	16							
Total											100

Bibliografia

- Geology.com. (2018). *California Earthquake Map Collection, Isoseismal Maps for Selected California Earthquakes*. Disponível em: <https://geology.com/earthquake/california.shtml> (Consultado em 2 de Janeiro de 2019).
- Neves, F. (2005). *Terramoto de Lisboa: nove minutos que abalaram o mundo*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2005/10/30/sociedade/noticia/terramoto-de-lisboa-nove-minutos-que-abalaram-o-mundo-1237288> (Consultado em 2 de Janeiro de 2019).

Fig. 73 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Ciências Naturais para a turma do 7º ano.

Prova escrita de avaliação sumativa de Biologia e Geologia

Duração: 90 min

Tolerância: 10 min

Versão 1

Indique de forma legível a versão da prova (Versão 1 ou Versão 2)

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Escreva de forma legível as suas respostas.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, seleccione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Fig. 74- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11^º ano.

Grupo I

A teníase (Fig. 1) corresponde a uma infecção intestinal provocada por várias espécies do género *Taenia*, das quais se destacam *Taenia saginata* (proveniente de gado bovino infetado) e *Taenia solium* (proveniente de gado suíno infetado). Estes Platyhelminthes também são conhecidos pela denominação comum de "bicha solitária". A ténia possui uma cabeça arredondada (escólex) que permite a fixação do verme à mucosa intestinal dos animais, por meio de ganchos e/ou ventosas. Estes organismos podem atingir um comprimento de 3 a 5 m, possuindo sistema reprodutor masculino e feminino. Estes hermafroditas suficientes podem viver até 20 anos no intestino do hospedeiro, produzindo milhares de ovos, que são excretados com as fezes. Quando ingeridos por hospedeiros intermédios (ex: *Bos taurus* e *Sus domesticus*), os ovos dão origem a larvas (cisticercos), que podem migrar até aos músculos. A infecção em humanos ocorre quando é consumida carne infetada crua ou mal preparada.

Adaptado de Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, 2018

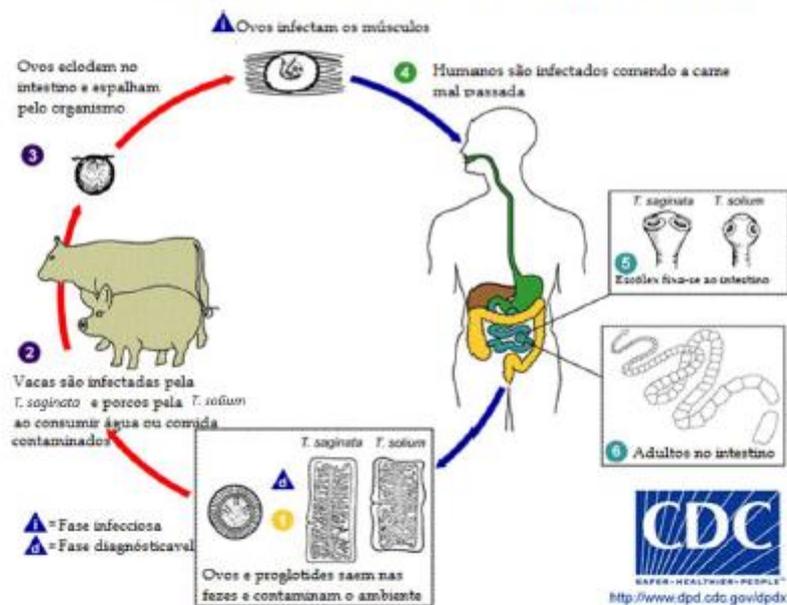


Fig. 1- Esquema simplificado do ciclo de vida de *Taenia* spp.

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

1. Com base nos dados fornecidos no texto e Fig. 1, ordena os elementos identificados pelas letras A a E, de modo a que possas reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que ocorrem no ciclo de vida de *Taenia* spp.

Começa a sequência a partir do organismo adulto.

- A- Organismo adulto
- B- Fecundação
- C- Ovo
- D- Gâmetas
- E- Meiose

2. Nas respostas a cada um dos itens de 2.1. e 2.2., seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta. Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção selecionada.

2.1. Com base no esquema apresentado na Fig. 1, podemos deduzir que o ciclo de vida de *Taenia* spp. é _____ e que a sua meiose é _____.

- (A) diploide ... pré-gamética
- (B) haplodiplonte ... pré-espórica
- (C) haplonte ... pós-zigótica
- (D) diplonte ... pré-gamética

2.2. Com base no texto, podemos afirmar que a relação biótica que se estabelece entre *Taenia* spp. e *Homo sapiens sapiens* é _____, com ambos os organismos a serem _____.

- (A) interespecífica ... autotróficos
- (B) intraespecífica ... heterotróficos
- (C) intraespecífica ... autotróficos
- (D) interespecífica ... heterotróficos

3. Comenta a seguinte afirmação: "De forma grosseira, podemos admitir um paralelismo entre organismos monoicos e hermafroditas".

4. A anisakiase é uma infeção comum no Japão, derivada do consumo de *sushi* (peixe cru) infetado com *Anisakis simplex*, organismo sensível a temperaturas muito baixas, pertencente ao filo Platyhelminthes. Esta infeção, outrora rara no Ocidente, tem sofrido um aumento considerável das taxas de infeção devido à elevada popularidade deste prato. Refere que medidas poderão ser tomadas para que ocorra uma redução deste surto.

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11^o ano.

Grupo II

Autorizada libertação de inseto para controlo natural de uma das piores plantas invasoras em Portugal

A espécie-alvo do inseto cuja libertação foi autorizada é a acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*) (Fig. 2 e Fig. 3), um arbusto/ pequena árvore australiana que é uma das piores invasoras no litoral Português. Além de ameaçar a biodiversidade nativa, esta planta invasora altera o solo e a dinâmica do sistema dunar, diminui a produtividade em áreas florestais e acarreta custos elevados para o seu controlo.



Fig. 2- *Acacia Longifolia* em flor
Fonte: <https://goo.gl/YALCzW>

«A sua capacidade invasora está em larga medida relacionada com a produção de uma grande quantidade de sementes, que se acumulam num banco de sementes muito numeroso, e que permanecem viáveis no solo durante muitos anos», explica a investigadora Elizabete Marchante, do CEF/UC. (...)

Este processo de controlo natural consiste em libertar um pequeno inseto australiano (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*) que «promove a formação de galhas (também conhecidas como bugalhos) nas gemas florais da acácia-de-espigas. Quando as galhas se formam, as flores e consequentemente os frutos e depois as sementes da planta invasora não se chegam a formar. O resultado é a diminuição da capacidade de invasão e de dispersão da acácia-de-espigas, já que o número de sementes diminui significativamente», clarifica Hélia Marchante, investigadora do CEF e do IPC, que trabalha com este inseto desde 2003.

Notícias UC, 2015

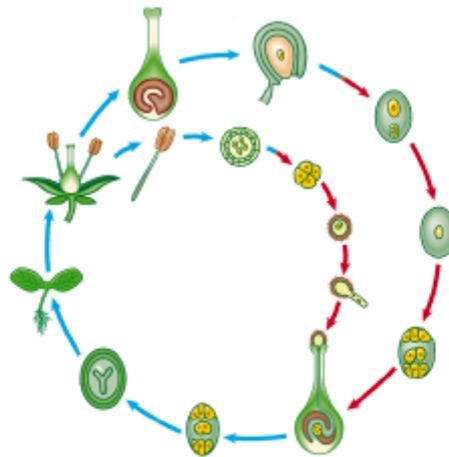


Fig. 3- Representação esquemática do ciclo de vida de *Acacia longifolia*
Adaptado de <https://goo.gl/H2f4uY>

4

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

1. Nas respostas a cada um dos itens de 1.1. a 1.5., seleciona a única opção que te permite obter uma afirmação correta. Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

1.1. Com base no esquema presente na Fig. 3, podemos afirmar que a *Acacia longifolia* possui:

- (A) um ciclo de vida haplodiploide e meiose pré-espórica
- (B) um ciclo de vida diplonte e meiose pré-gamética
- (C) um ciclo de vida haplonte e meiose pós-zigótica
- (D) um ciclo de vida haplodiplonte e meiose pré-espórica

1.2. Com base no esquema presente na Fig. 3, podemos afirmar que a *Acacia longifolia* é uma:

- (A) angiospérmica monoica
- (B) angiospérmica dioica
- (C) gimnospérmica monoica
- (D) gimnospérmica dioica

1.3. Com base no exemplo analisado, podemos deduzir que a formação de galhas nesta espécie:

- (A) permite a formação de sementes, mas não de flores e frutos
- (B) depende da presença e ação de *Trichilogaster arabica*
- (C) depende unicamente da presença de *Trichilogaster signiventris*
- (D) depende unicamente da presença e ação de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*

1.4. Em *Quercus robur*, a bolota é _____. Por sua vez, os _____ formam-se devido à ação de *Cynips tozae*.

- (A) uma semente ... frutos
- (B) uma galha ... frutos
- (C) um fruto ... bugalhos
- (D) uma semente ... bugalhos

1.5. Relativamente às plantas vasculares, podemos afirmar que o _____ é responsável pela circulação de seiva rica em sais minerais e que o _____ transporta seiva rica em compostos orgânicos. A _____ permite explicar a ascensão de seiva bruta em plantas de grandes dimensões.

- (A) floema ... xilema ... hipótese de pressão radicular
- (B) xilema ... floema ... hipótese de pressão radicular
- (C) floema ... xilema ... hipótese de tensão-adesão-coesão
- (D) xilema ... floema ... hipótese de tensão-adesão-coesão

5

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

2. Considera as afirmações seguintes relativas aos impactos do ser humano na biosfera.

X- A introdução de *Acacia longifolia* revelou-se prejudicial a vários níveis em Portugal.

Y- Regra geral, a melhor forma de minimizar os impactos de uma espécie invasora passa pela introdução de outra espécie exótica.

Z- A germinação da acácia é estimulada por incêndios florestais. Com as mudanças climáticas prevê-se uma diminuição da pluviosidade média em Portugal. Se ocorrer um aumento do número de incêndios é expectável que as taxas de germinação desta espécie aumentem.

Seleciona a única opção que te permite obter uma afirmação correta:

- (A) Z é verdadeira, X e Y são falsas.
- (B) X é verdadeira, Y e Z são falsas.
- (C) X e Y são verdadeiras, Z é falsa.
- (D) X e Z são verdadeiras, Y é falsa.

3. Indica 2 exemplos que demonstrem que as plantas são essenciais para o bem-estar das sociedades humanas.

Grupo III

Na Fig. 4 é possível ver um esquema de uma experiência laboratorial. Este sistema fechado contém água (H_2O), hidrogénio (H_2), amoníaco (NH_3), metano (CH_4), nitrogénio (N_2) e dióxido de carbono (CO_2). Posteriormente, uma fonte de calor (P1) foi adicionada ao sistema, por forma a induzir a evaporação de água (P2). O vapor em circulação foi submetido a descargas elétricas (P3), por forma a simular trovoadas. Por fim, um sistema de refrigeração permitiu a condensação do vapor de água (P4). A água submetida a este processo foi recolhida ao fim de uma semana (P5), na qual se encontraram vestígios de aminoácidos degradados. Uma segunda tentativa foi efetuada, tendo-se acrescentado ferro (Fe^{2+}) e carbonatos (CO_3^{2-}). Ao fim de uma semana, recolheu-se a água deste sistema, tendo-se verificado a geração e conservação de aminoácidos.

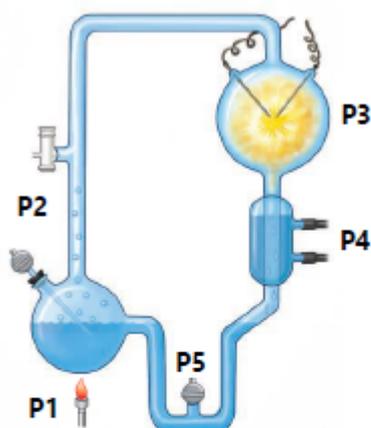


Fig. 4- Experiência laboratorial
Adaptado de Hickman et al., 2008

6

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

1. Identifica as variáveis dependente e independente desta experiência.
2. Nas respostas a cada um dos itens de 2.1. a 2.5., seleciona a única opção que permite obter uma afirmação correta. Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.
 - 2.1. O esquema da Fig. 4 baseia-se na experiência de:
 - (A) Bada, baseada na experiência original de Miller & Urus
 - (B) Bada, baseada na experiência original de Miller & Ulster
 - (C) Bada, baseada na experiência original de Miley & Cyrus
 - (D) Bada, baseada na experiência original de Miller & Urey
 - 2.2. Esta experiência ocorre num sistema fechado, cuja atmosfera possui características:
 - (A) oxidativas
 - (B) redutoras
 - (C) similares às atuais
 - (D) similares às do Câmbrio
 - 2.3. A presença de descargas elétricas fornece _____ ao sistema, pelo que estamos perante uma reação _____.
 - (A) matéria ... exoenergética
 - (B) matéria ... endoenergética
 - (C) energia ... exoenergética
 - (D) energia ... endoenergética
 - 2.4. A teoria que motivou a realização desta experiência denomina-se por:
 - (A) Mundo do RNA
 - (B) Sopa primordial
 - (C) Oparin & Haldane
 - (D) B e C estão corretas
 - 2.5. A hipótese do mundo de RNA deduz que o mundo primordial teria:
 - (A) Uma atmosfera rica em CO₂
 - (B) Vida baseada em RNA
 - (C) Vida baseada em RNA e DNA
 - (D) Vida baseada em proteínas
3. Comenta a seguinte afirmação: "A síntese artificial de compostos orgânicos é impossível."

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

Grupo IV

Como era o *Dickinsonia* (Fig. 5)? Fazia parte da biota do Ediacarano, entre há 575 e 541 milhões de anos, uma altura que representa os primeiros organismos complexos encontrados no registo fóssil até agora. O *Dickinsonia* antecedeu assim cerca 20 milhões de anos a explosão do Câmbrio (há cerca de 530 milhões de anos), quando a vida complexa realmente proliferou e houve uma rápida diversificação dos animais. (...)

"Esta criatura permanecia deitada no fundo marinho, provavelmente, em águas rasas. E vivia na superfície de 'tapetes' de cianobactérias e algas verdes, consumindo-as", descreve ao PÚBLICO Jochen Brocks, da Universidade Nacional da Austrália e um dos autores do recente trabalho publicado na revista *Science*. O *Dickinsonia* podia movimentar-se alguns centímetros para se alimentar, mas não se sabe se se movimentaria de forma activa ou se era transportado pelas marés. (...) Mas o grande enigma sobre o *Dickinsonia* ainda era outro. Há mais de 70 anos que os cientistas se questionavam se era um animal, um fungo ou um protista. (...) "Fomos capazes de detectar moléculas de antiga gordura – essa gordura era sobretudo colesterol [os tais biomarcadores de hidrocarbonetos] que costuma ser diagnosticado num típico animal", explica Jochen Brocks. A equipa encontrou uma "surpreendente" abundância de colesterol (mais de 93%) no *Dickinsonia*, enquanto no tapete microbiano que o envolvia apenas havia cerca de 11%. Além disso, os fósseis estudados tinham falta de ergosterol, que é muito abundante nos fungos. (...) "Temos lutado há mais de 75 anos para saber o que são o *Dickinsonia* e os outros fósseis bizarros da biota do Ediacarano. Serão protistas unicelulares gigantes, líquenes, experiências falhadas durante a evolução ou os primeiros animais da Terra?", recapitula Jochen Brocks. "Agora, a gordura no fóssil confirma que o *Dickinsonia* é o animal mais antigo que conhecemos, resolvendo um mistério com décadas e que tem sido o Santo Graal da paleontologia."

Serafim, 2018



Fig. 5- Fóssil de *Dickinsonia*

1. Nas respostas a cada um dos itens de 1.1. a 1.7., seleciona a única opção que te permite obter uma afirmação correta. Escreve, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção que escolheste.

- 1.1. *Dickinsonia*, ao pertencer ao reino Animalia (segundo Whittaker modificado) é obrigatoriamente:
- (A) autotrófico e multicelular
 - (B) autotrófico e unicelular
 - (C) heterotrófico e unicelular
 - (D) heterotrófico e multicelular

8

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11^o ano.

1.2. *Dickinsonia*, ao pertencer ao reino Animalia (segundo Whittaker modificado) obtém o seu alimento através de:

- (A) absorção
- (B) quimiossíntese
- (C) fotossíntese
- (D) nenhuma opção está correta

1.3. Através do texto podemos concluir que *Dickinsonia* é um:

- (A) produtor
- (B) decompositor
- (C) consumidor secundário
- (D) consumidor primário

1.4. Colesterol e ergosterol são:

- (A) hidratos de carbono
- (B) aminoácidos
- (C) ácidos nucleicos
- (D) lípidos

1.5. *Dickinsonia* apareceu no:

- (A) Paleozoico
- (B) Pré-Câmbrico
- (C) Mesozoico
- (D) Cenozoico

1.6. Para que a vida ocorra é necessária a presença obrigatória de:

- (A) H₂O (l)
- (B) Ag (s)
- (C) Au (s)
- (D) Hg (l)

1.7. Como exemplo de colónias temos:

- (A) Volvox
- (B) Gonium
- (C) Yamagishiella
- (D) todas as opções anteriores

2. Analisa atentamente as seguintes afirmações:

X- As colónias são constituídas por um conjunto de organismos unicelulares da mesma espécie.

Y- O Homem é um exemplo de um organismo multicelular.

Z- As plantas são obrigatoriamente organismos multicelulares.

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

Selecione a alternativa correta:

- (A) Todas as afirmações são falsas
- (B) Todas as afirmações são verdadeiras
- (C) As afirmações X e Y são verdadeiras, a Z é falsa
- (D) As afirmações Y e Z são verdadeiras, a X é falsa

3. Ordene os elementos identificados de A a G, de modo a construir uma sequência cronológica que levaram ao aparecimento de organismos mais complexos.

- A. Bactérias heterotróficas aeróbias
- B. Colônias
- C. Eucariontes multicelulares
- D. Eucariontes unicelulares
- E. Bactérias autotróficas
- F. Protobiontes
- G. Bactérias heterotróficas anaeróbias

4. Explique a importância das colônias no aparecimento de organismos multicelulares.

5. Explique a relevância das mutações no aparecimento de organismos distintos no pré-câmbrico.

Cotações

Grupo	Itens e cotações (em pontos)												
I	1.	2.1.	2.2.	3.	4.							41	
	8	5	5	12	11								
II	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	2.	3.						42
	5	5	5	5	5	5	12						
III	1.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	3.						45
	8	5	5	5	5	5	12						
IV	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	2.	3.	4.	5.	72	
	5	5	5	5	5	5	5	5	8	12	12		
Total												200	

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

Referências bibliográficas

Autoridade de Segurança Alimentar e Económica. (2018). *Taenia spp.* Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/taenia.aspx> (Consultado em 28 de Dezembro de 2018).

Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., L'Anson, H., & Eisenhour, D. J. (2008). *Integrated principles of Zoology* (14th ed.). New York: McGraw-Hill Higher Education

Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. F. P., & Valente, R. A. (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano*. Ministério da Educação e Ciência. Disponível em: <http://www.dqe.mec.pt/biologia-e-geologia> (Consultado em 28 de Dezembro de 2018)

Notícias UC. (2015). *Autorizada libertação de inseto para controlo natural de uma das piores plantas invasoras em Portugal*. Disponível em: <http://noticias.uc.pt/universo-uc/autorizada-libertacao-de-inseto-para-controlo-natural-de-uma-das-piores-plantas-invasoras-em-portugal/> (Consultado em 28 de Dezembro de 2018).

Serafim, T. S. (2018). *Dickinsonia, o animal mais antigo que se conhece*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2018/09/21/ciencia/noticia/dickinsonia-o-animal-mais-antigo-do-mundo-que-se-conhece-1844755> (Consultado em 28 de Dezembro de 2018).

Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. F. P., Valente, R. A., Mendes, A., Rebelo, D., & Pinheiro, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10º ano*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Disponível em: <http://www.dqe.mec.pt/biologia-e-geologia> (Consultado em 28 de Dezembro de 2018).

Fig. 74 (continuação)- Proposta de prova escrita de avaliação sumativa de Biologia para a turma do 11º ano.

3.7. Grelhas de observação

Os registos efetuados durante e pós-aula podem confirmar se determinados objetivos específicos traçados nos planos de aula foram cumpridos. As grelhas de observação (Fig. 75) são instrumentos de registo que facilitam a observação de aulas, com as anotações a focarem-se em competências relevantes na área das Ciências (Reis, 2011).

Critérios de avaliação		Revela interesse	Participa		Realiza as tarefas propostas	Fundamenta as suas ideias	Revela espírito de trabalho cooperativo	Revela espírito crítico	Exprime-se de forma clara	Observações
Nº	Discentes		ordeiramente	de forma enriquecedora						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										

Escala	
1	Pouco
2	Moderadamente
3	Muito

Fig. 75- Exemplo de grelha de observação de aula utilizada no 11º ano.

4. Resultados e conclusões

4.1. 7º ano: Geologia- Sismologia

4.1.1. Teste diagnóstico (pré-teste e pós-teste)

A análise estatística indica-nos que, de uma forma geral, ocorreu uma grande melhoria do desempenho académico. A apreciação das Figs. 76 e 77 e respetivos testes forneceu-nos informações relevantes:

- O desempenho da questão 1.1, aquém do esperado, poderá dever-se à fraca noção geográfica dos alunos, dado que alguns elementos da turma não conseguiam identificar Portugal Continental no mapa-múndi. Contudo, este desempenho também poderá dever-se ao baixo número de cartas de isossistas analisadas sobre Portugal Continental;
- Os itens 1.3, 2 e 3, registaram uma melhoria muito elevada;
- Todos os itens melhoraram em comparação com o pré-teste.

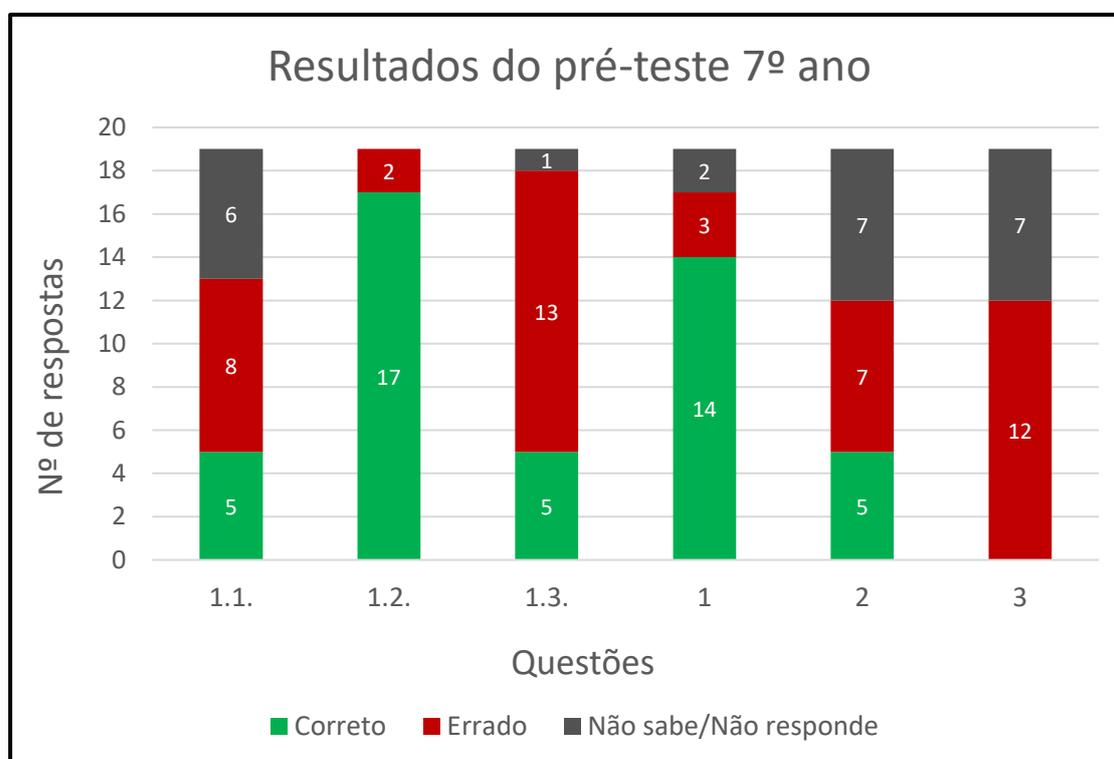


Fig. 76- Resultados do pré-teste de Ciências Naturais- Sismologia, realizado pelos alunos da turma do 7º ano.

A Fig. 78 indica-nos que houve um incremento médio, em termos líquidos, de 36%, uma melhoria muito relevante. Este gráfico indica que 3 alunos não progrediram em termos líquidos, com outros 3 casos a deterem uma melhoria fraca. Os casos nº 5 e nº 9 são particulares, com o ótimo rendimento no pré-teste a minimizar o espaço para uma eventual evolução. O progresso diminuto dos restantes 4 elementos é preocupante, sugerindo que o professor estagiário pode não ter conseguido explicar o tema de forma adequada para estes indivíduos. Tal poderia ser colmatado com aulas de apoio e/ou de revisão.

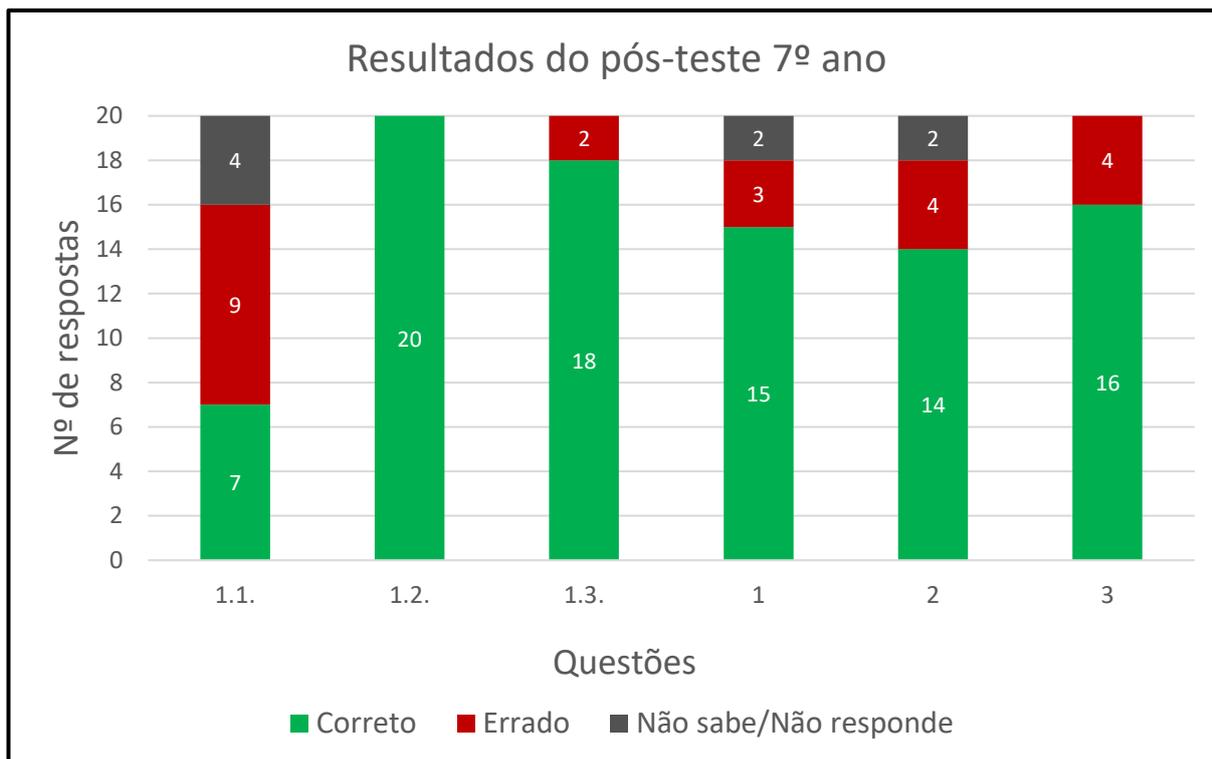


Fig. 77- Resultados do pós-teste realizado pelos alunos da turma do 7º ano.

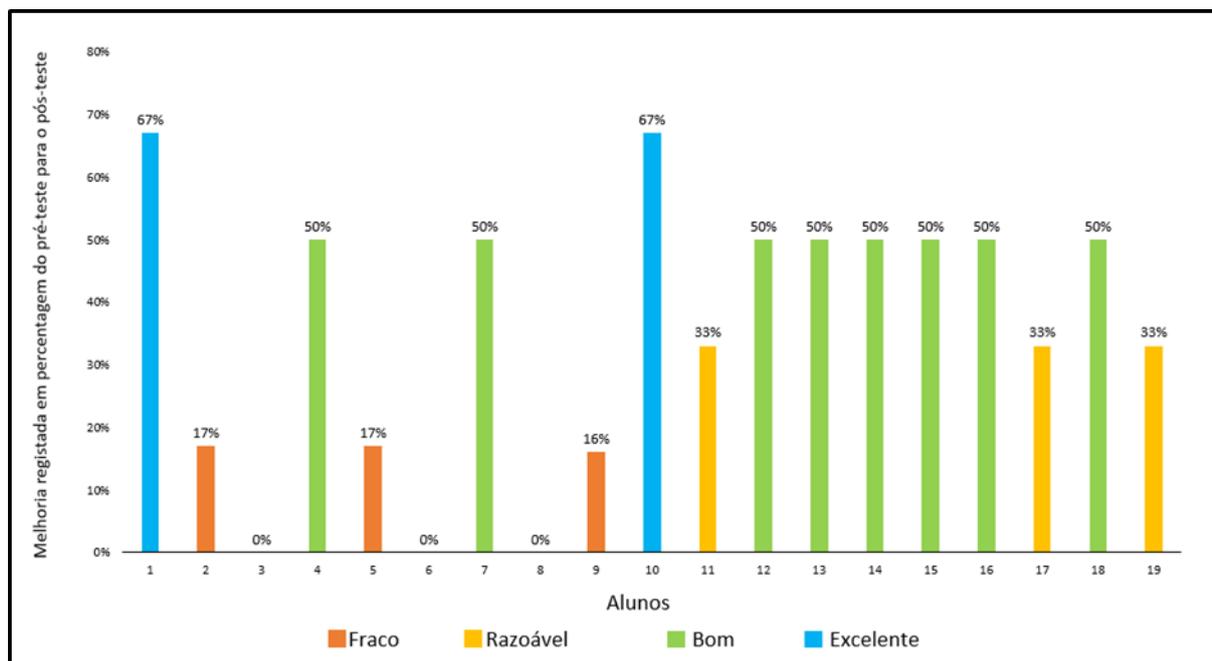


Fig. 78- Melhoria líquida obtida através da diferença entre a melhoria bruta (nº de respostas corretas no pós-teste em relação ao pré-teste) e retrocesso bruto (nº de respostas erradas no pós-teste em relação ao pré-teste), em percentagem, registada pelos alunos da turma do 7º ano.

4.1.2. Atividades

4.1.2.1. Atividade “Resumindo Sismologia”

Nesta atividade constatou-se que uma percentagem elevada (55%) dos alunos não entregou o resumo (Fig. 79), porém a média dos elementos que entregaram foi boa (83%).

A comparação dos resultados desta atividade (Fig. 79) com os do pós-teste (Fig.77) mostra que, de uma forma generalizada, os alunos com menor progressão não fizeram resumos, o que poderá indicar um menor interesse e/ou motivação por parte destes, um fator contraproducente na aprendizagem.

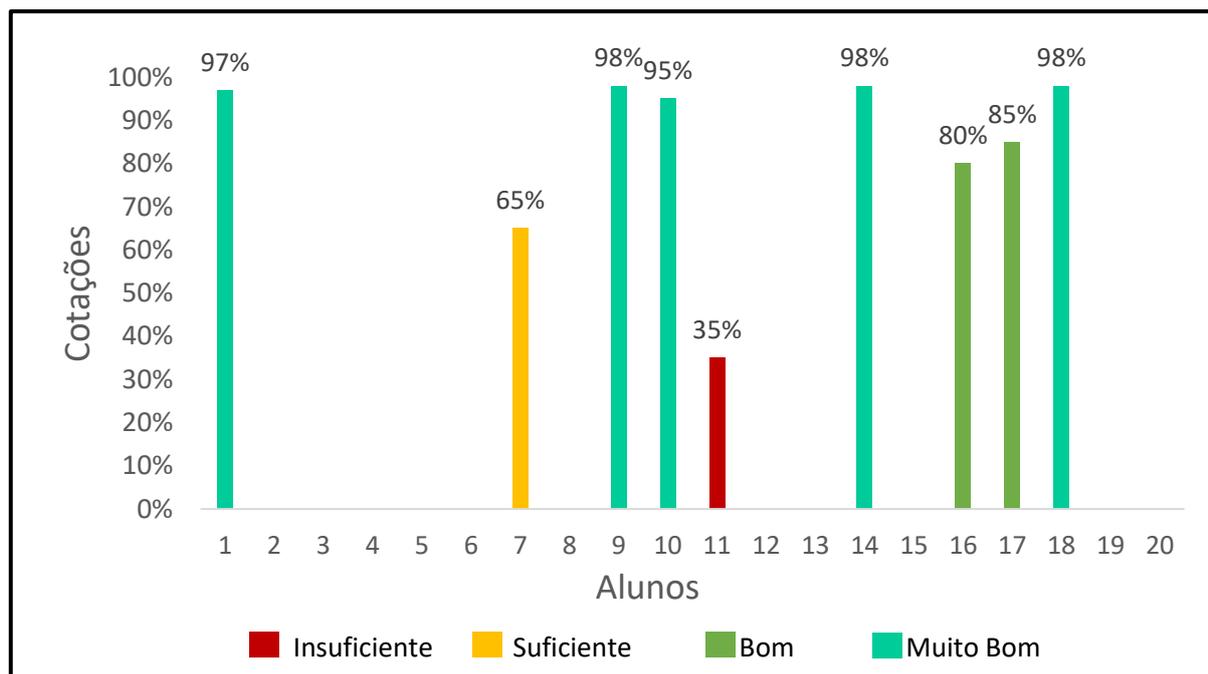


Fig. 79- Resultados obtidos na atividade de resumo de Ciências Naturais “Resumindo Sismologia”, realizada pelos alunos do 7º ano.

4.1.2.2. Terra viva, vibra

A atividade *Terra viva, vibra* teve por base a aprendizagem cooperativa, na qual os alunos participaram em pequenos grupos de trabalho. Com base nos resultados apresentados (Fig. 80), cuja média foi 89,8 pontos (muito bom), infere-se que o trabalho cooperativo foi benéfico para a maioria da turma, com os casos nº 4 e nº 8 a serem a exceção (o primeiro aluno estava incapacitado e o segundo trabalhou de forma isolada).

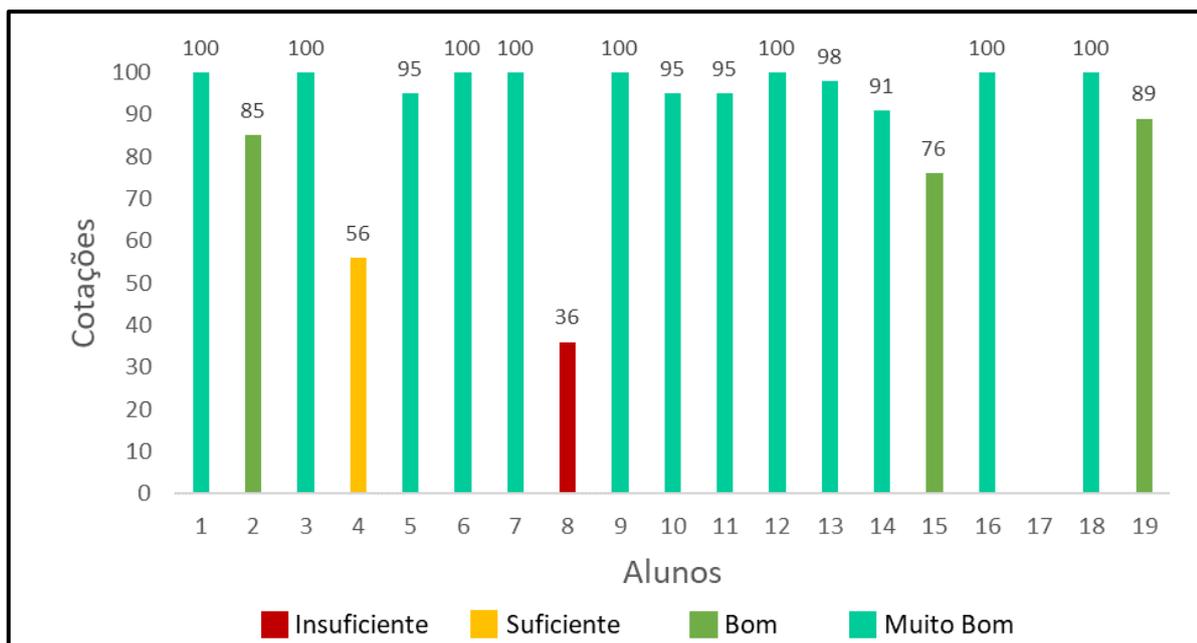


Fig. 80- Resultados obtidos na atividade prática de lápis e papel de Ciências Naturais “Terra viva, vibra”, realizada pelos alunos do 7º ano.

4.1.2.3. Res-vés Campo de Ourique

A atividade *Res-vés Campo de Ourique*, também se baseou na aprendizagem cooperativa, com os resultados a serem igualmente satisfatórios. A média desta atividade foi 86,6 pontos (bom) (Fig. 81), com as notas mais fracas a pertencerem a alunos que estiveram desatentos durante a aula.

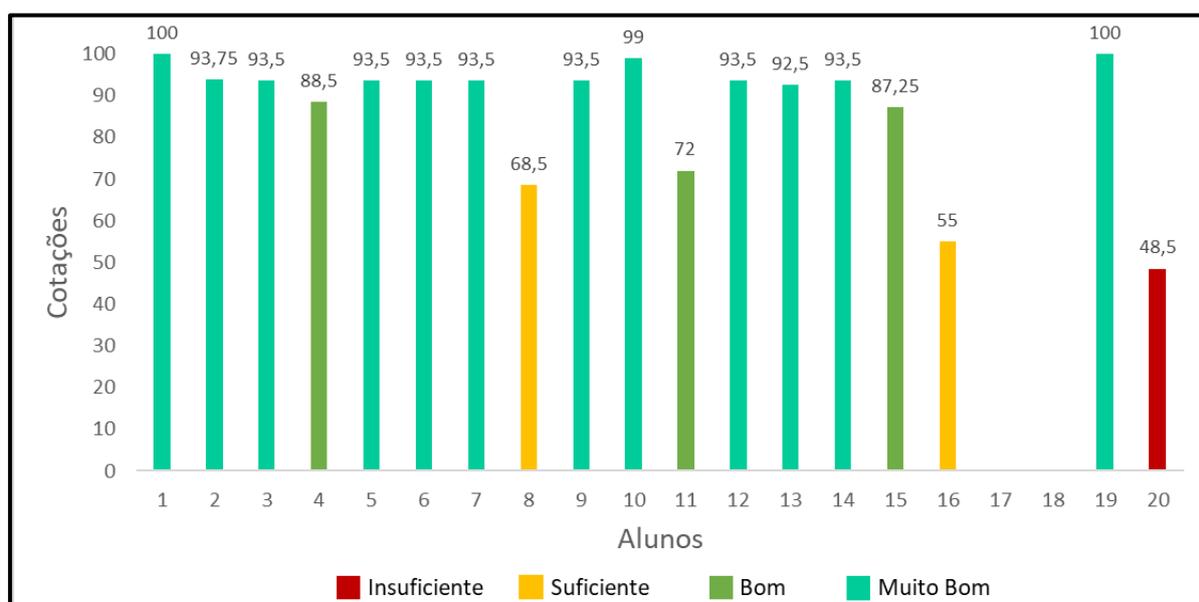


Fig. 81- Resultados obtidos na atividade prática de lápis e papel de Ciências Naturais “Res-vés Campo de Ourique”, realizada pelos alunos do 7º ano.

4.2. 11º ano: Biologia- Evolução biológica e ciclos de vida

4.2.1. Teste diagnóstico (pré-teste e pós-teste)

A análise estatística indica-nos que, de uma forma geral, ocorreu uma melhoria do desempenho académico. A análise dos resultados (Figs. 82 e 83) e respetivos testes cedeu-nos informações pertinentes:

- melhoria considerável nos itens de seleção 1.4, 2.5, 2.6, 2.9 e 3.10;
- presença de dificuldades na mobilização de conhecimentos, construção frásica e utilização correta da linguagem científica em itens de construção;
- fraco desempenho nos itens de seleção 1.5, 2.1, 2.7, 3.3 e 3.5.

O desempenho aquém das expetativas poderá dever-se à pouca exploração dos temas referentes a essas alíneas em aula, criação de conceções erróneas por parte dos alunos ou ao carácter ambíguo de determinados itens de seleção.

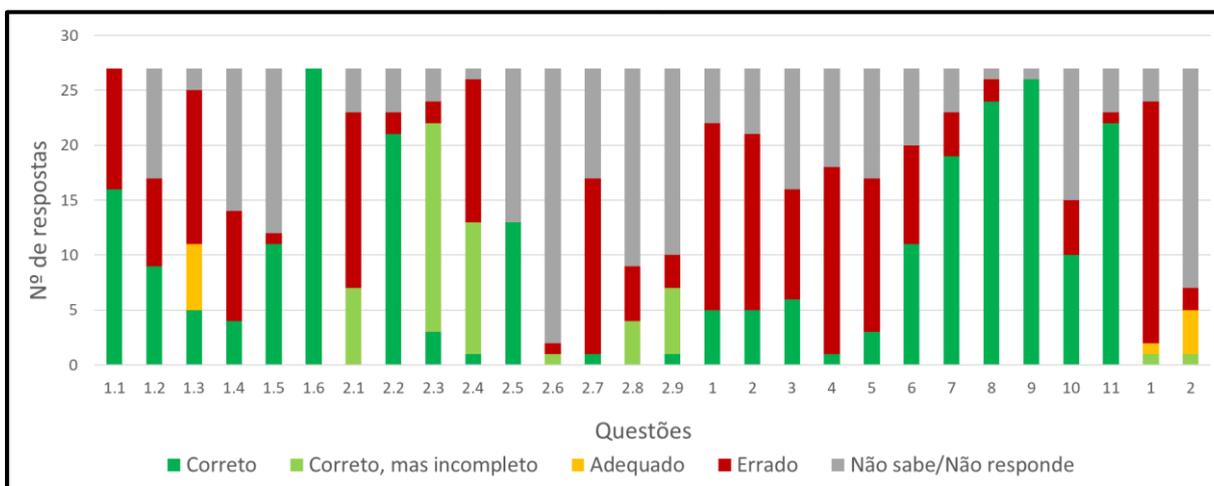


Fig. 82- Resultados do pré-teste de Biologia- Evolução Biológica e Ciclos de vida, realizado pelos alunos da turma do 11º ano.

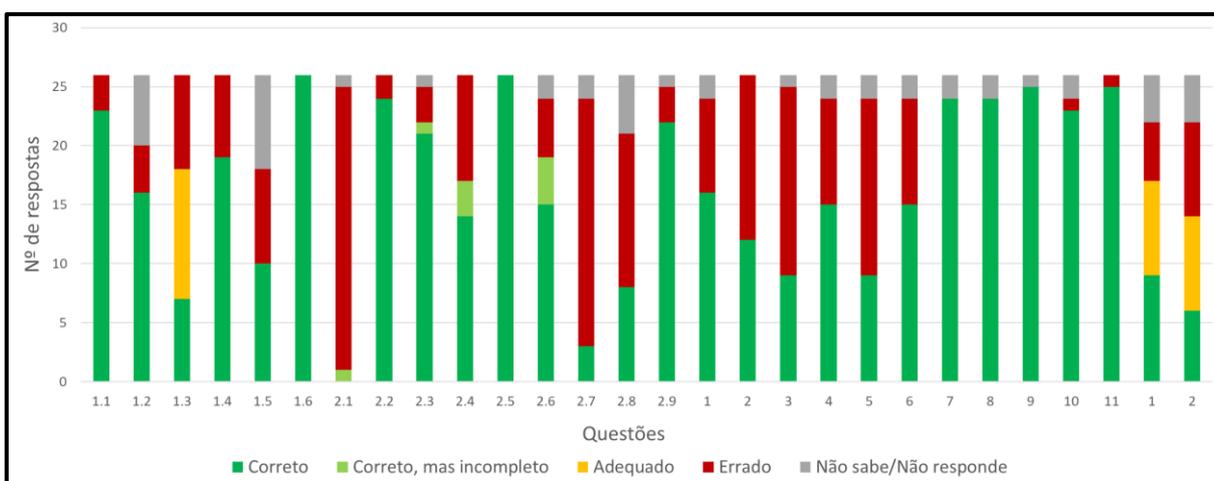


Fig. 83 Resultados do pós-teste de Biologia- Evolução Biológica e Ciclos de vida realizado pelos alunos da turma do 11º ano.

A Fig. 84, particularmente útil na avaliação formativa dos alunos, alertou o orientador cooperante sobre os casos nº 10 e nº 16, que registaram uma melhoria líquida medíocre. A melhoria líquida, obtida através da diferença entre a melhoria bruta (nº de respostas corretas no pós-teste em relação ao pré-teste) e retrocesso bruto (nº de respostas erradas no pós-teste em relação ao pré-teste), registou um incremento médio de 31%, indicando que a melhoria de desempenho da turma, em termos cognitivos, foi boa.

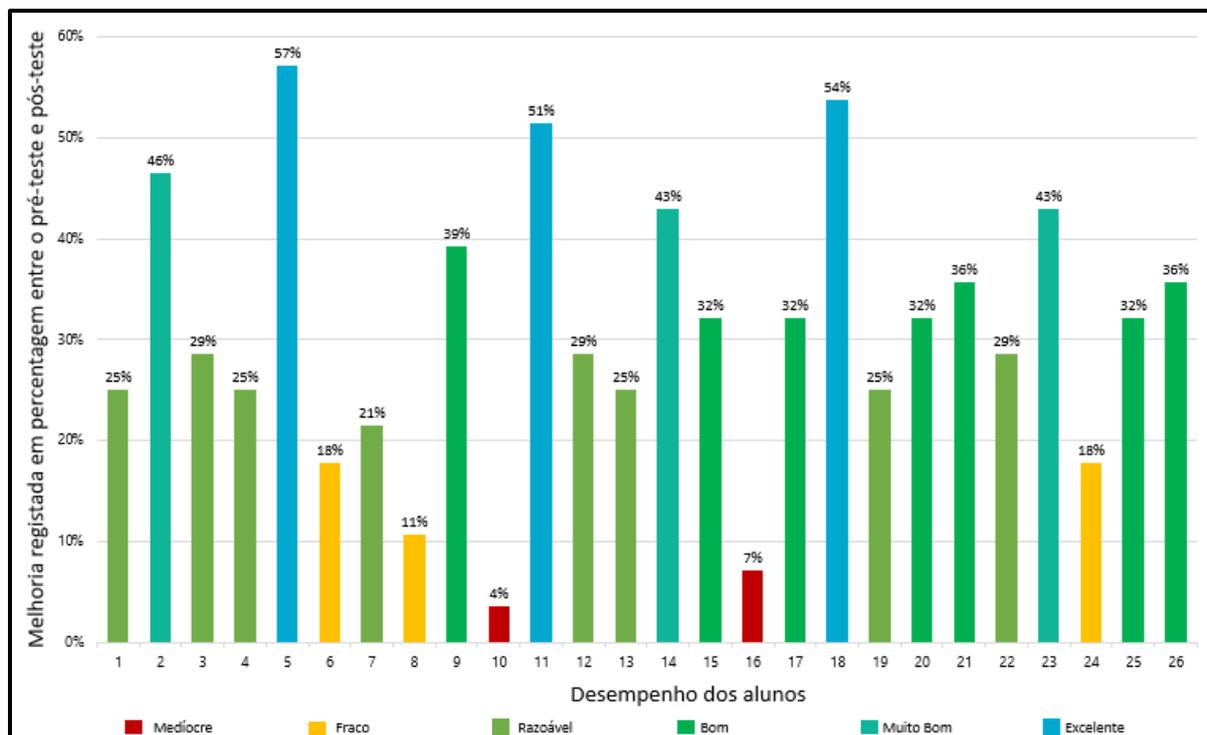


Fig. 84- Melhoria líquida obtida através da diferença entre a melhoria bruta (nº de respostas corretas no pós-teste em relação ao pré-teste) e retrocesso bruto (nº de respostas erradas no pós-teste em relação ao pré-teste), em percentagem, registada pelos alunos da turma do 11º ano.

4.2.2. Atividades

4.2.2.1. Uma descoberta biológica

4.2.2.1.1. Componente 1 (grupo I e III)

A entrega da componente 1, composta pelo grupo I e III da atividade de lápis e papel “Uma descoberta biológica” foi adiada quatro meses a pedido dos alunos. Apesar da flexibilidade demonstrada pelo professor estagiário, 61,5 % da turma não entregou a componente 1 (Fig. 85). Os alunos que entregaram esta componente produziram trabalhos de boa qualidade, com uma média de 16,6 valores.

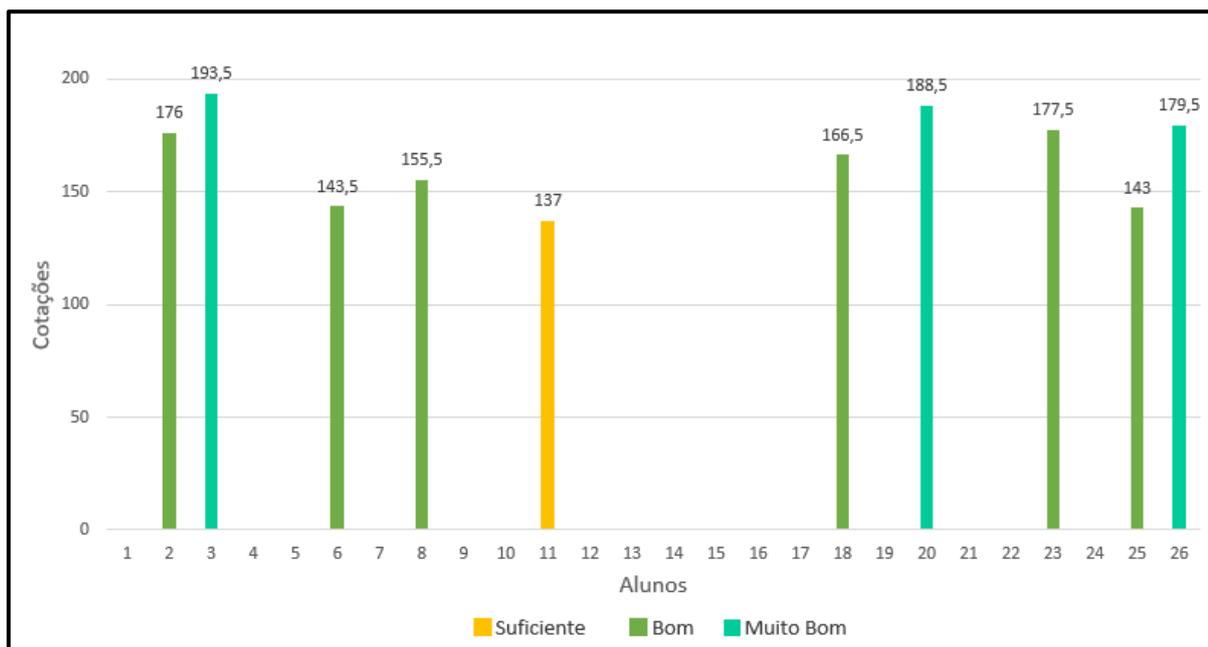


Fig. 85- Resultados obtidos na componente 1 da atividade prática de lápis e papel de Biologia “Uma descoberta biológica” realizada pelos alunos do 11º ano.

4.2.2.1.2. V de Gowin (grupo II)

A entrega do V de Gowin, foi precedida pela disponibilização de vários documentos de apoio (ANEXO VI- Documento de apoio a título ilustrativo). A taxa de entrega do V de Gowin foi 84,6%, com uma média de 16,3 valores (nível bom) (Fig. 86).

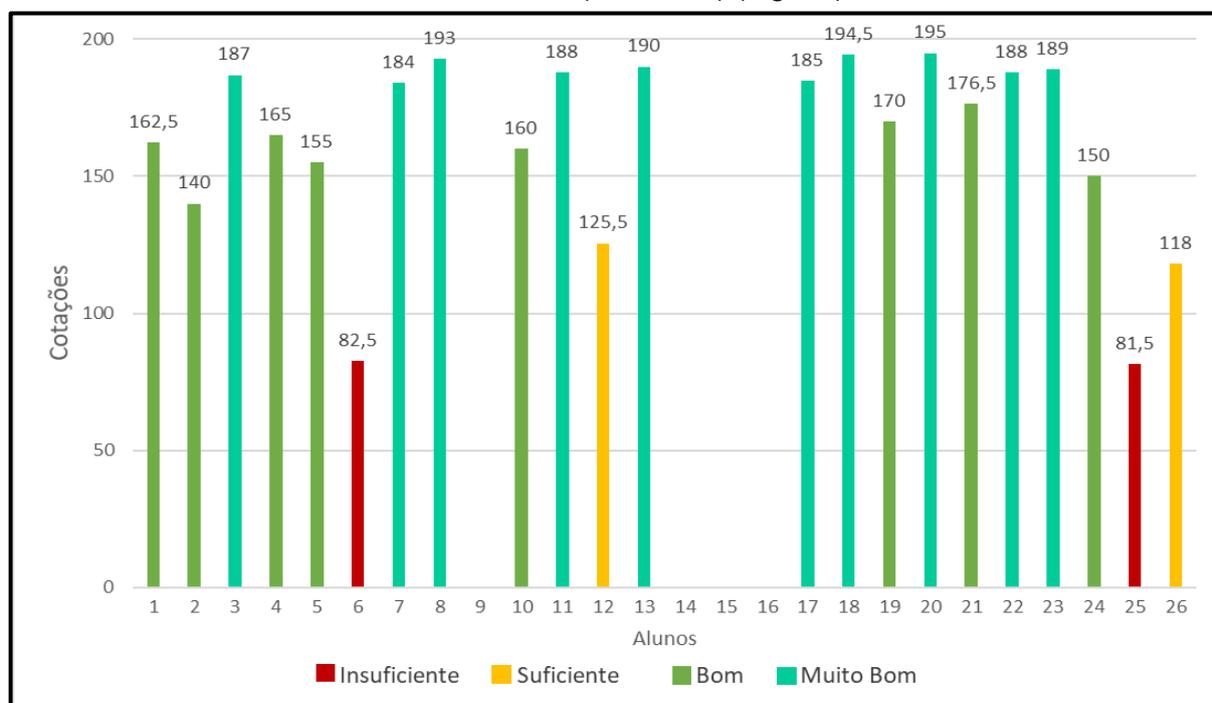


Fig. 86- Resultados obtidos no V de Gowin da atividade de Biologia “Uma descoberta biológica” realizada pelos alunos do 11º ano.

Apesar do apoio, alguns alunos tiveram um fraco desempenho, podendo indicar um baixo nível de compreensão da atividade prática efetuada em sala de aula. O prazo de entrega, consideravelmente extenso (3 meses), poderá ser outro fator devido ao esquecimento de alguns passos procedimentais a impactar negativamente o desempenho dos alunos.

4.2.3. Avaliação sumativa

A utilização de uma porção de itens propostos para a prova escrita de avaliação sumativa (Fig.74- Grupo II, pergunta 1.1 a 1.3), por parte do orientador cooperante, propiciou uma análise sob o ponto de vista formativo e sumativo (Figs. 87 e 88):

- a) taxa de acerto na questão 1.1 - 64%¹ (suficiente);
- b) taxa de acerto na questão 1.2 - 56%¹ (suficiente);
- c) taxa de acerto na questão 1.3 - 76%¹ (bom);
- d) todos os alunos acertaram pelo menos uma questão¹;
- e) 36% dos alunos acertou apenas 1 questão (desempenho fraco) ¹;
- f) 32% dos alunos acertou 2 questões (desempenho adequado) ¹;
- g) 32% dos alunos acertaram todas as questões (desempenho excelente) ¹.

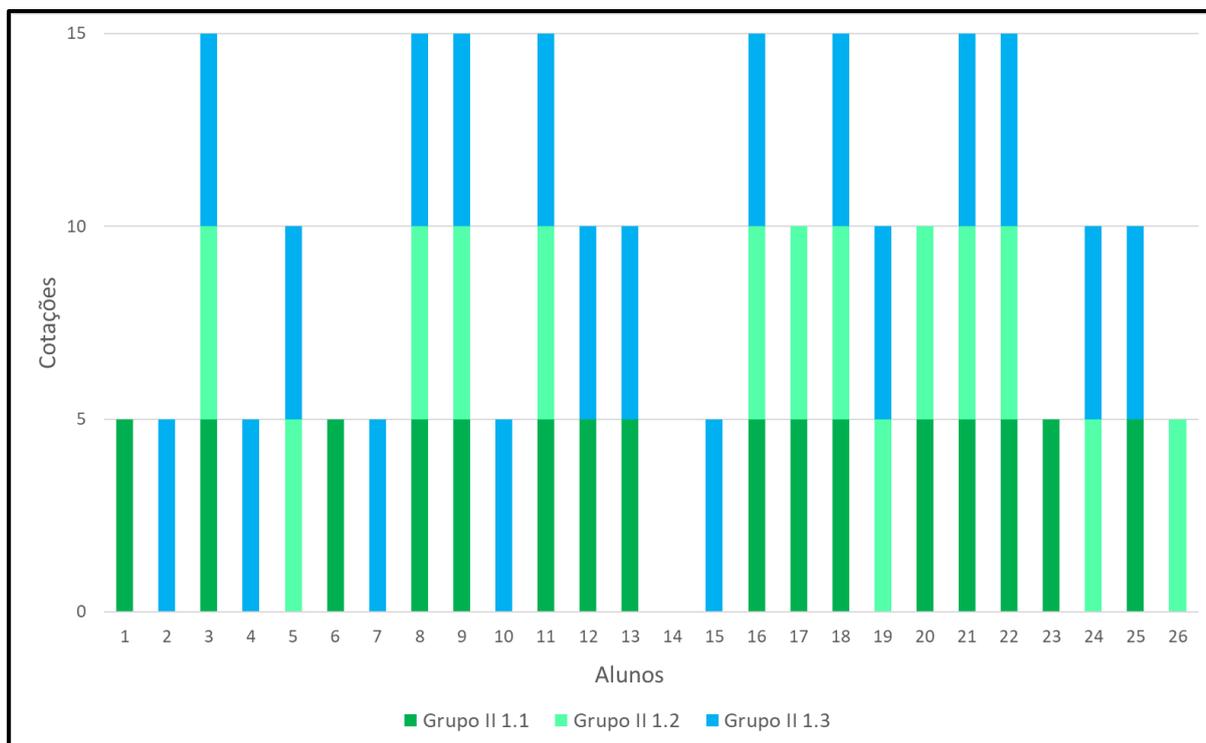


Fig. 87- Somatório das cotações da prova escrita de avaliação sumativa. Barras verdes- acerto do item 1.1; barras turquesa- acerto do item 1.2; e barras azuis- acerto do item 1.3.

¹ Resultado obtido com base na exclusão do caso nº 14, que não realizou a prova sumativa.

Com base nos resultados, depreende-se que o desempenho foi satisfatório, com 64% dos alunos com um resultado positivo (média de 9,8 pontos em 15). Esta prova indicou que pelo menos 1 em cada 3 alunos teve algumas dificuldades no tema lecionado.

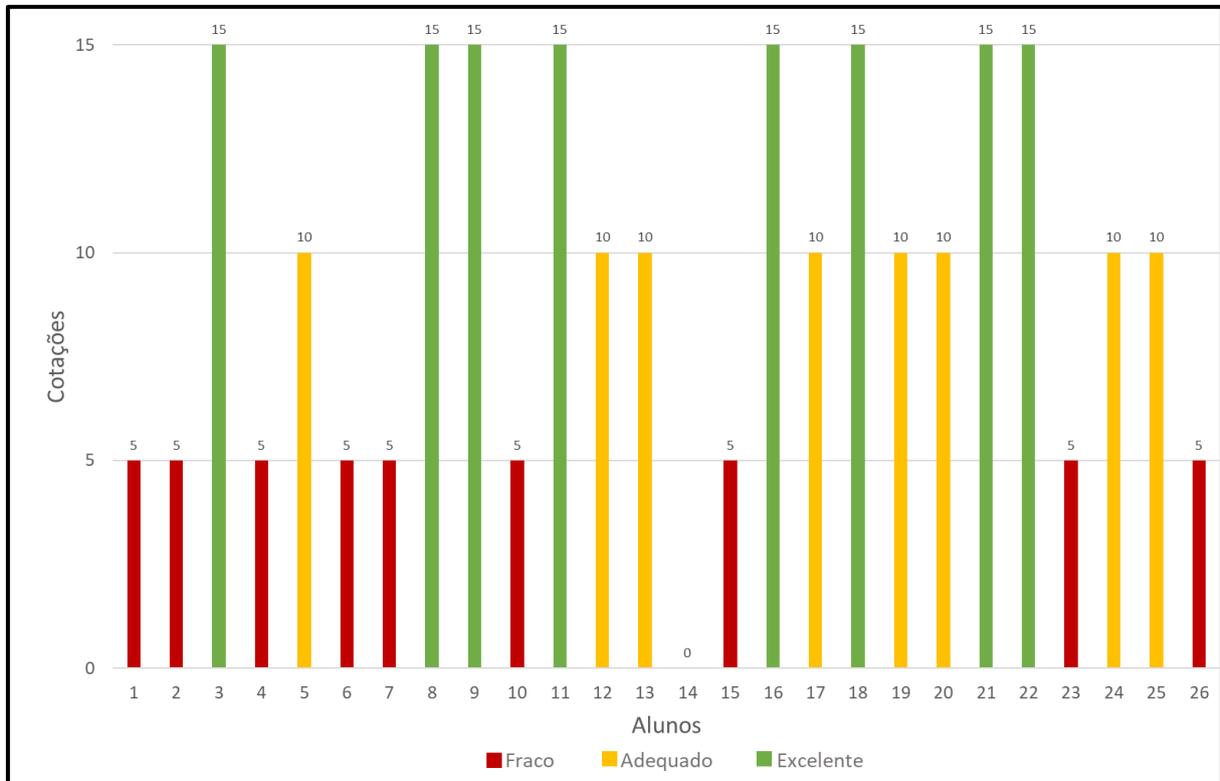


Fig. 88- Somatório das cotações da prova escrita de avaliação sumativa. Barras vermelhas- desempenho fraco; barras amarelas- desempenho adequado; e barras verdes- desempenho excelente.

4.3. Conclusões

Em ambos os níveis de escolaridade houve uma melhoria do desempenho dos alunos. A utilização de diferentes estratégias e recursos, com o uso intensivo de atividades práticas, possibilitou uma maior participação dos alunos, o que terá aumento o interesse e motivação dos alunos em relação às Ciências Naturais. O uso de casos reais e próximos ao aluno potenciou a sua ZDP, com as amostras de mão e atividades do tipo *hands-on* a serem particularmente úteis.

Apesar do incremento das competências na generalidade dos alunos, não se pode desvalorizar os casos de menor sucesso. Como ser pensante, o docente deve ponderar novas estratégias e recursos que possam despertar o interesse e a motivação dos alunos com maiores dificuldades. O uso das TIC, como a AR, poderá dar resposta a algumas destas

problemáticas, porém também se deverá investir noutros tipos de atividades, como exposições, museus, aulas de campo e palestras.

O diálogo com os alunos foi muito importante, com o *feedback* entre os intervenientes a possibilitar um reajuste do processo de ensino-aprendizagem, melhorando as práticas educativas, o que, por sua vez, é extremamente benéfico para os alunos e para o crescimento profissional e pessoal do docente.

5. Outras atividades

5.1. Feira de minerais

A Feira de Minerais, evento que decorreu nas principais escolas do agrupamento de Coimbra Oeste, realizou-se nos dias 11 e 12 de março na ESDD, dias 14 e 15 de março na Escola E.B. 2/3 D. Inês de Castro e dias 18 e 19 de março na Escola E.B. 2/3 de Taveiro, apresentando à comunidade escolar várias amostras de rochas e minerais (Fig. 89).

Salienta-se a gentileza do Sr. Miguel Couto e da Sra. D. Marta Mateus, que ofereceram amostras de riólito e diorito à ESDD, aumentando o espólio e diversidade da coleção de rochas e minerais da escola.



Fig. 89- Exemplar de selenite, adquirido na Feira de Minerais.

5.2. Atividades de divulgação (CSI Escola)

De modo a apresentar a oferta educativa proporcionada pela ESDD, foram efetuados vários *Workshops*, com o grupo de docentes em estágio, na área de Biologia e Geologia, a realizar uma atividade prática laboratorial de extração de DNA de mucosa bucal humana (Fig. 90). Nesta atividade houve uma participação ativa dos alunos, que mostraram ter curiosidade e empenho nas tarefas.



Fig. 90- Filamentos de DNA em ascensão no sobrenadante (etanol - 96% volume).

5.3. Projeto do 7º I

O projeto do 7º I, componente de destaque desta turma-piloto, teve um horário exclusivo extra-aulas, de segunda-feira a quinta-feira. A partir deste projeto, foram planeadas e desenvolvidas várias atividades: 1) o torneio de futebol, que envolveu turmas de outros agrupamentos; 2) sessões de arte visual, com criação de desenhos para o *Halloween* e Natal; 3) sessões de diálogo aberto, nas quais os docentes e alunos puderam conviver e partilhar ideias e sugestões; 4) sessões de manuseamento de amostras de mão, numa das quais foi empregue a coleção didática “Nem tudo o que vem à rede é peixe”, realizada na unidade curricular de Didática das Geociências I.

Este projeto facultou um maior conhecimento da realidade escolar atual, extremamente útil na formação de professores, com a convivência entre alunos e professores a ser particularmente favorecida.

5.4. Conselhos e reuniões de turma

Devido ao carácter piloto da turma do 7º ano, realizaram-se várias reuniões durante o período letivo, de forma a acompanhar a evolução dos vários alunos, tendo sido propostas diversas sugestões para minimizar as problemáticas relacionais e comportamentais. Os diretores de turma mantiveram um contacto próximo com todos os encarregados de educação, informando-os do progresso da turma em termos comportamentais e desempenho académico. Em comparação, os conselhos de turma do 11º ano foram frugais, com os diálogos entre professores a serem claros, objetivos e pertinentes.

5.5. Eventos científicos

Ao longo do ano, o professor estagiário participou em diferentes congressos: 1) Jornadas Autonomia e Flexibilidade Curricular, Aprendizagens Essenciais e Perfil dos Alunos, organizadas pela Associação Portuguesa de Professores de Biologia e Geologia (APPBG), em Coimbra, a 13 de outubro de 2018; 2) VI Encontro Nacional de Formadores- O jogo, curiosidade e prazer na aprendizagem, organizado por diferentes entidades, destacando-se a Associação Nacional da Formação e Ensino Profissional (ANFEP), em Leiria, a 17 de novembro de 2018; 3) I Seminário Nacional *eTwinning* TTI, apoiado por diferentes entidades, incluindo a Direção-Geral da Educação (DGE), em Santarém, a 22 de março; 4) IX Congresso Nacional da APPBG- Sustentabilidade na Terra, em Coimbra, entre 27 e 28 de abril de 2019.

5.6. Visita de estudo a Sintra

A 14 de março de 2019, os professores estagiários de Biologia e Geologia acompanharam os alunos do 11º ano numa visita de estudo a Sintra, onde houve oportunidade de visitar o Museu de História Natural de Sintra, que tem um património notável, composto por inúmeros fósseis (Fig. 91). Durante a tarde foi efetuado o Roteiro Queirosiano, que terminou no Palácio de Seteais.



Fig. 91- Corte longitudinal de amonite, presente no Museu de História Natural de Sintra.

6. Considerações finais

O ano de estágio pedagógico requereu uma mobilização de todos os conhecimentos anteriores, impulsionando-nos para uma melhoria constante do processo de ensino-aprendizagem.

O processo de transição de aluno para professor foi marcante, possibilitando uma nova perspetiva sobre o ensino, na qual se atestou toda a dedicação e trabalho necessário na preparação de aulas, algo “invisível” para os alunos, mas essencial na manutenção de uma prática letiva adequada.

Durante a prática letiva foram cometidos erros, algo normal e compreensível num processo de ensino-aprendizagem, pelo que valorizo os ensinamentos fornecidos por esses lapsos.

Cogito que os estudantes são o futuro da Humanidade, com os docentes a terem um papel preponderante na disseminação do Saber, viabilizando a formação de cidadãos racionais, cultos, empáticos e críticos.

Apesar de estar na última etapa do mestrado, depreendo que estou no começo de uma nova fase, que me trará crescimento pessoal e profissional. Todavia, não descuro as competências desenvolvidas ao longo do ano, que me tornaram num indivíduo mais autónomo e responsável.

7. Referências bibliográficas

Aronson, E. (2002). Building empathy, compassion, and achievement in the jigsaw classroom. In J. Aronson (Ed.), *Improving academic achievement* (pp. 209-225). San Diego, CA, USA: Academic Press.

Augustyn, A. (2019). *Indian Ocean tsunami of 2004*. Disponível em: <https://www.britannica.com/event/Indian-Ocean-tsunami-of-2004>.

Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. (2016). *Enquadramento Geodinâmico Regional do Território Continental Português*. Disponível em: <http://www.prociv.pt/pt-pt/RISCOSPREV/RISCOSNAT/SISMOS/Paginas/default.aspx#/collapse-1>.

Azevedo, V. (2009). *Evitar o desastre*. Disponível em: https://expresso.pt/dossies/dossiest_actualidade/dos_sismos_portugal/evitar-o-desastre=f553581#gs.7e56jh.

Ball, P. (2016). Man made: A history of synthetic life. *Distillations*, 2, 14-23.

Barreira, C., Boavida, J., & Araújo, N. (2006). Avaliação formativa: novas formas de ensinar e aprender. *Revista portuguesa de Pedagogia*, 40(3), 95-133.

Bartsch, R. A., & Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures. *Computers & education*, 41(1), 77-86.

Bessa, N., & Fontaine, A. (2002). *Cooperar para aprender- uma introdução à aprendizagem cooperativa*. Porto, Portugal: Asa Editores II, S.A.

Bobone, C. M. (2018). *Terramoto de 1755: a tragédia que arrasou Lisboa e também mudou o mundo*. Disponível em: <https://observador.pt/especiais/terramoto-de-1755-a-tragedia-que-arrasou-lisboa-e-tambem-mudou-o-mundo/>.

Bolt, B. A. (2019). *Earthquake*. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/earthquake-geology>.

Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita & J., & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*.

Disponível em:

https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cn_metas_curriculares_5_6_7_8_ano_0.pdf

Braga, J. (2014). *Memórias paroquiais: Índice*. Lisboa: Arquivo Nacional da Torre do Tombo.

Carrilho, F., Alves, P., & Marreiros, C. (2019). *Comissão para o inquérito microssísmico dos 50 anos do sismo de 1969*. Disponível em: <http://sismo1969.ipma.pt/>.

Cavas, B., Cavas, P., Karaoglan, B., & Kisla, T. (2009). A study on science teachers' attitudes toward information and communications technologies in education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(2), 20-32.

Cazelli, S., Marandino, M., & Studart, D. (2003). Educação e comunicação em museus de ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. In G. Gouvêa, M. Marandino, & M. C. Leal, (Org.). *Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências* (pp. 83-106). Rio de Janeiro: Access.

Chen, C. H., Lee, I. J., & Lin, L. Y. (2016). Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. *Computers in Human Behavior*, 55, 477-485.

Connor, J. J. (2003). *Structural motion control*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall Pearson Education.

Cortesão, L. (2002). Formas de ensinar, formas de avaliar: Breve análise de práticas correntes de avaliação. In P. Abrantes & F. Araújo (Coords). *Reorganização curricular do ensino básico: avaliação das aprendizagens: das concepções às novas práticas* (pp. 35-42). Lisboa, Portugal: Ministério da Educação.

Craig, R. J., & Amernic, J. H. (2006). PowerPoint presentation technology and the dynamics of teaching. *Innovative Higher Education*, 31(3), 147-160.

Dallimore, W., Albert, B. J., & Harrison, S. G. (1967). *A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae* (4th ed.). New York: St. Martin's Press.

Decreto-Lei nº 139/2012 de 5 de julho. Diário da República Eletrónico- Série I. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação e Ciência.

Decreto-Lei nº 53/2014 de 8 de abril. Diário da República Eletrónico- Série I. Lisboa, Portugal: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.

Decreto-Lei nº 17/2016 de 04 de abril. Diário da República Eletrónico- Série I. Lisboa, Portugal: Educação.

Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2011), *WikiCiências*, 2(5), 0325.

Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2013). Sismologia. *Revista de Ciência Elementar*, 1, 0018.

Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2014). Onda sísmica. *Revista de Ciência Elementar*, 2(1), 013.

Dias, A. J. G., Freitas, M. C. A. O., Guedes, F., & Bastos, M. C. (2015). Distância epicentral, *Revista de Ciência Elementar*, 3(4), 265.

Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais, 7º ano, 3º Ciclo do Ensino Básico, Ciências Naturais*. Disponível em:

http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf.

Euronews (2013). *Os riscos sísmicos associados à energia geotérmica*. Disponível em: <https://pt.euronews.com/2013/07/29/os-riscos-sismicos-associados-a-energia-geotermica>.

Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Raven Biology of plants* (8th ed.). New York: McGraw-Hill Higher Education.

Fernandes, D. (2006). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista portuguesa de educação*, 19(2), 21-50.

Ferreira, M. L. (2018). *Sismo dos Açores em 1980. A história do terramoto mais destrutivo dos últimos 200 anos em Portugal*. Disponível em: <https://observador.pt/2018/02/12/sismo-dos-aco-res-em-1980-a-historia-do-terramoto-mais-destrutivo-dos-ultimos-200-anos-em-portugal/>.

Finkbeiner, A. (2015). *The great quake and the great drowning*. Disponível em: <https://slate.com/technology/2015/09/earthquakes-and-tsunamis-in-the-pacific-northwest-native-american-myths-and-geoscience.html>.

Fox, D. (2007). Primordial Soup's on: Scientists repeat evolution's most famous experiment. *Scientific American*, 28.03.2007. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/primordial-soup-urey-miller-evolution-experiment-repeated/>

Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Vol. 9). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Gottdenker, P. (1979). Francesco Redi and the fly experiments. *Bulletin of the History of Medicine*, 53(4), 575-592.

Grotzinger, J. P., Jordan, T. H. (2014). *Understanding Earth* (7th ed.). New York: W.H. Freeman and Company.

Harrison, J. (2013). Professional learning and the reflective practitioner. In S. Dymoke (Ed.), *Reflective teaching and learning in the Secondary School* (2nd ed.) (pp. 6-46). London, UK: Sage Publications Ltd.

Heflin, H., Shewmaker, J., & Nguyen, J. (2017). Impact of mobile technology on student attitudes, engagement, and learning. *Computers & Education*, 107, 91-99.

Hein, G. (1991). Constructivist learning theory. *Institute for inquiry*. Disponível em: <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/constructivist-learning>.

Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., Anson, H., & Eisenhour, D. J. (2008). *Integrated principles of Zoology* (14th ed.). New York: McGraw-Hill Higher Education.

Hidi, S., & Anderson, V. (1986). Producing written summaries: Task demands, cognitive operations, and implications for instruction. *Review of educational research*, 56(4), 473-493.

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

Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in science education*, 40(5), 743-757.

IGUC. (s.d.). *Sismologia*. Disponível em: http://www1.ci.uc.pt/iguc/did_sismo.htm.

Karlovic, A. (2017). *Shinbashira- pagoda's exceptional earthquake resistance*. Disponível em: <https://medium.com/konsiteo-today/shinbashira-pagodas-exceptional-earthquake-resistance-9d7e3eac1d6d>.

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.

Lari, F. S. (2014). The impact of using PowerPoint presentations on students' learning and motivation in secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 98, 1672-1677.

Lebowitz, S. J. (1998). *Use of Vee maps in a College Science Laboratory*. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED419694.pdf>.

- Lee, Y.C. (2015). Science and society in teacher education. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 860-862). Dordrecht, the Netherlands: Springer Reference.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M, Sequeira *et al.* (Org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências* (pp. 91-108). Braga, Portugal: Universidade do Minho.
- Levine, R., & Evers, C. (1999). *The slow death of spontaneous generation (1668-1859)*. North Carolina State University, The National Health Museum. Disponível em: http://webprojects.oit.ncsu.edu/project/bio183de/Black/cellintro/cellintro_reading/Spontaneous_Generation.html
- Li, H. L. (1975). *Flora of Taiwan*, Vol.1, parts 1-8. Taipei: Epoch Publishing.
- Lima, F. V. Q. C. R. (1998). *Introdução à sismologia*. Aveiro, Portugal: TIPAVE, Indústrias Gráficas de Aveiro.
- Lima, M. C., & Neto, M. J. B. (2017). Duas catástrofes históricas: O grande incêndio de Londres e o terramoto de Lisboa de 1755—efeitos no Património Artístico e atitudes de recuperação. *Conservar património*, (25), 37-41.
- Lin, C. Y., & Chang, Y. M. (2015). Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities. *Research in developmental disabilities*, 37, 1-8.
- Ling, Y. C., Ming, L. L., Tong, C. S., & Jin, N. Y. (2013). The impact of PowerPoint on undergraduates' technical communication achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1088-1092.
- Lopes, J., & Silva, H.S. (2009). *A aprendizagem cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor*. Lisboa, Portugal: Lidel- Edições Técnicas, Lda.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. P., & Valente, R. A. (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano*. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação e Ciência. Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/biologia-e-geologia>.
- Miho, Y. (2012). *Tokyo Sky Tree: A traditional and modern structure*. Disponível em: <https://www.nippon.com/en/views/b01101/>.
- Moreira, C. (2014a). Multicelular. *Revista de Ciência Elementar*, 2(2),148.

- Moreira, C., (2014b). Ciclos de vida. *Revista de Ciência Elementar*, 2(4), 071.
- Moreira, C. (2015a). Ploidia. *Revista de Ciência Elementar*, 3(1), 064.
- Moreira, C. (2015b). Unicelular. *Revista de Ciência Elementar*, 3(2),116.
- Moreira, C. (2015c). Modelo autogenético. *Revista de Ciência Elementar*, 3(3),168.
- Moreira, C. (2015d). Modelo endossimbiótico. *Revista de Ciência Elementar*, 3(3),169.
- Moreno, R. (2010). *Educational psychology*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Natural Resources Canada. (2019). *Simplified seismic hazard map for Canada, the provinces and territories*. Disponível em: <http://earthquakecanada.nrcan.gc.ca/hazard-alea/simpfaz-en.php>.
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Investigating the factors that influence behavioral intention to use. *Computers & Education*, 109, 56-73.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Petruzzello, M. (2019). *Volvox*. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Volvox>.
- Pinto, A. (2001). Memória, cognição e educação: Implicações mútuas. In B. Detry, & F. Simas (Eds), *Educação, cognição e desenvolvimento: Textos de psicologia educacional para a formação de professores*. Lisboa, Portugal: Edinova.
- Pletcher, K., & Rafferty, J. P. (2019). *Japan earthquake and tsunami of 2011*. Disponível em: <https://www.britannica.com/event/Japan-earthquake-and-tsunami-of-2011>.
- PORDATA (2017). *Indivíduos com 16 e mais anos que utilizam computador e Internet em % do total de indivíduos: por grupo etário*. Disponível em: <https://www.pordata.pt/Portugal/Indivíduos+com+16+e+mais+anos+que+utilizam+computador+e+Internet+em+percentagem+do+total+de+indivíduos+por+grupo+etário-1139-9230>.
- PORDATA (2018). *Agregados domésticos privados com computador, com ligação à Internet e com ligação à Internet através de banda larga (%)*. Disponível em: [https://www.pordata.pt/Portugal/Agregados+domésticos+privados+com+computador++com+ligação+à+Internet+e+com+ligação+à+Internet+através+de+banda+larga+\(percentagem\)-1158-9361](https://www.pordata.pt/Portugal/Agregados+domésticos+privados+com+computador++com+ligação+à+Internet+e+com+ligação+à+Internet+através+de+banda+larga+(percentagem)-1158-9361).
- Powell, A. (2008). NYU chemist Robert Shapiro decries RNA-first possibility. *Harvard University Gazette*, 23.11.2008. Disponível em:

<https://news.harvard.edu/gazette/story/2008/10/nyu-chemist-robert-shapiro-decries-rna-first-possibility/>

Rafferty, J. P. (2019). *Tsunami*. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/tsunami>.

Reagan, A. B., & Walters, L. V. W. (1933). Tales from the Hoh and Quileute. *The Journal of American Folklore*, 46(182), 297-346.

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2015). *Biologia de Campbell* (10ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Artmed Editora, Ltda.

Reis, P. (2011). *Observação de aulas e avaliação do desempenho docente*. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação- Conselho Científico para a Avaliação de Professores.

República Portuguesa (2019). *Portugal INCoDe.2030- Eixos*. Programa Nacional de Reformas. Disponível em: <https://www.incode2030.gov.pt/eixos#inclusao>.

Rigg, J. (2018). *The ancient earthquake detector that puzzled modern historians*. Disponível em: <https://www.engadget.com/2018/09/28/backlog-zhang-heng-seismoscope/>.

Sadi, Ö., & Cakiroglu, J. (2011). Effects of hands-on activity enriched instruction on students' achievement and attitudes towards science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87-97.

Sagan, L. (1967). On the origin of mitosing cells. *Journal of theoretical biology*, 14(3), 225-274.

Schunk, D.H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). Boston, USA: Pearson.

Serra, P., & Galvão, C. (2015). Evolução do currículo de Ciências em Portugal: Será Bloom incontornável?. *Interacções*, 11(39), 255-271.

Sharan, S. (1980). Cooperative learning in small groups: Recent methods and effects on achievement, attitudes, and ethnic relations. *Review of educational research*, 50(2), 241-271.

Shearer, P. M. (2009). *Introduction to seismology* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Slavin, R.E. (1980). Cooperative learning. *Review of educational research*, 50(2), 315-342.

Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica. (2019). *A SPES*. Disponível em: <http://spes-sismica.pt/SPES/Apresentação>.

Stein, S., & Wysession, M. (2003). *An introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth structure*. USA: Blackwell Publishing.

Talixa, J. (2009). *Centenário do sismo de 1909 que arrasou Benavente e Samora Correia será assinalado com novo simulacro*. Disponível em:

<https://www.publico.pt/2009/04/12/jornal/centenario-do-sismo-de-1909-que-arrasou-benavente--e-samora-correia-sera-assinalado-com-novo-simulacro-302542>.

The Royal Society (2019). *The basics of climate change*. Disponível em:

<https://royalsociety.org/topics-policy/projects/climate-change-evidence-causes/basics-of-climate-change/>.

Thiessen, R. (1993). The Vee diagram: A guide for problem solving. *AIMS Newsletter*, 3-11.

Tikkanen, A. (2019). *Fault*. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/fault-geology>.

Tobriner, S. (2001). Compreender a importância da Gaiola Pombalina, o sistema anti-sísmico mais avançado do século XVIII. *Pedra & cal*, 3(11), 13-14.

USGS. (s.d.). *GSN- Global Seismographic Network*. Disponível em:

<https://earthquake.usgs.gov/monitoring/gsn/>.

Walker, E. H. (1976). *Flora of Okinawa and the southern Ryukyu Islands*. Washington, DC, USA: Smithsonian Institution Press.

Woese, C. R, Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87(12), 4576–4579.

Wood, P. (2013). *Classroom management*. In S. Dymoke (Ed.), *Reflective teaching and learning in the Secondary School* (2nd ed.). London, UK: Sage Publications Ltd.

ANEXOS

ANEXO I- Planificações a médio e longo prazo

Tabela 1- Planificação a longo prazo (anual) proposta para o 7º ano.

Planificação anual			Nº aulas	Σ
7º I	Subdomínios	Objetivos gerais		
1º Período 36 aulas	Dinâmica Externa	Compreender a diversidade das paisagens geológicas	9	
		Compreender os minerais como unidades básicas das rochas		
	Analisar os conceitos e os processos relativos à formação das rochas sedimentares			
2º Período 36 aulas	Estrutura e dinâmica interna da Terra	Compreender os fundamentos da estrutura e da dinâmica da Terra	27	
		Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas		
	Compreender a atividade vulcânica como uma manifestação da dinâmica interna da Terra			
	Interpretar a formação das rochas magmáticas			
	Compreender o metamorfismo como uma consequência da dinâmica interna da Terra			
	Conhecer o ciclo das rochas			
Consequências da dinâmica interna da Terra	36	93		
3º Período 21 aulas	A Terra conta a sua história	Compreender que as formações litológicas em Portugal devem ser exploradas de forma sustentada	15	
		Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra		
	Compreender a estrutura interna da Terra			
Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra	A Terra conta a sua história	Compreender a importância dos fósseis para a reconstituição da história da Terra	6	
		Compreender as grandes etapas da história da Terra		
		Compreender o contributo do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra		

Tabela 2- Planificação a médio prazo (1º período) proposta para o 7º ano.

1º Período		Metas curriculares (2013)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº aulas	Σ
Sub-domínios	Objetivos gerais	Metas curriculares (2013)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº aulas	Σ
Dinâmica externa	Compreender a diversidade das paisagens geológicas	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar paisagens de rochas vulcânicas e paisagens de rochas plutónicas através das suas principais características. -Dar dois exemplos de paisagens de rochas magmáticas em território português. -Referir as principais características das paisagens de rochas metamórficas. -Indicar dois exemplos de paisagens de rochas metamórficas em território nacional. -Descrever as principais características das paisagens de rochas sedimentares. -Apresentar dois exemplos de paisagens sedimentares em Portugal. -Identificar o tipo de paisagem existente na região onde a escola se localiza. 	<ul style="list-style-type: none"> -Caracterizar a paisagem envolvente da escola (rochas dominantes, relevo), a partir de dados recolhidos no campo. -Relacionar a ação de agentes de geomorfologia externa (água, vento e seres vivos) com a modelação de diferentes paisagens, privilegiando o contexto português. 	4	9
	Compreender os minerais como unidades básicas das rochas	<ul style="list-style-type: none"> -Enunciar o conceito de mineral. -Identificar minerais nas rochas (biotite, calcite, estauroilite, feldspato, moscovite, olivina, quartzo), correlacionando a algumas propriedades com o uso de tabelas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar alguns minerais (biotite, calcite, feldspato, moscovite, olivina, quartzo) em amostras de mão de rochas e de minerais. 	2	
Estrutura e dinâmica interna da Terra	Analisar os conceitos e os processos relativos à formação das rochas sedimentares	<ul style="list-style-type: none"> -Resumir a ação da água, do vento e dos seres vivos enquanto agentes geológicos externos. -Prever o tipo de deslocação e de deposição de materiais ao longo de um curso de água, com base numa atividade prática laboratorial. -Explicar as fases de formação da maior parte das rochas sedimentares. -Propor uma classificação de rochas sedimentares, com base numa atividade prática. -Identificar os principais tipos de rochas detriticas (arenito, argilito, conglomerado, margal), qui mtogénicas (calcário, gesso, sal-gema) e biogénicas (carvões, calcários), com base em atividades práticas. -Associar algumas características das areias a diferentes tipos de ambientes, com base numa atividade prática laboratorial. 	<ul style="list-style-type: none"> -Interpretar modelos que evidenciam a dinâmica de um curso de água (transporte e deposição de materiais), relacionando as observações efetuadas com problemáticas locais ou regionais de cariz CTSA. -Explicar processos envolvidos na formação de rochas sedimentares (sedimentogénese e diagénese) apresenta dos em suportes diversificados (esquemas, figuras, textos). -Distinguir rochas detriticas, de quimiogénicas e de biogénicas em amostras de mão. 	3	
	Compreender os fundamentos da estrutura e da dinâmica da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Apresentar argumentos que apoiaram e fragilizaram a Teoria da Deriva Continental. -Reconhecer o contributo da ciência, da tecnologia e da sociedade para o conhecimento da expansão dos fundos oceânicos. -Esquemizar a morfologia dos fundos oceânicos. -Explicar as evidências clássicas (oceânicas e continentais) que fundamentam a Teoria da Tectónica de Placas. -Relacionar a expansão e a destruição contínuas dos fundos oceânicos com a constância do volume da Terra. -Resolver um exercício que relacione a distância ao eixo da dorsal atlântica com a idade e o paleomagnetismo das rochas do respetivo fundo oceânico. -Identificar os contributos de alguns cientistas associados à Teoria da Deriva Continental e à Teoria da Tectónica de Placas. -Caraterizar placa tectónica e os diferentes tipos de limites existentes. -Inferir a importância das correntes de convecção como "motor" da mobilidade das placas tectónicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistematizar informação sobre a Teoria da Deriva Continental, explicitando os argumentos que a apoiaram e que a fragilizaram, tendo em conta o seu contexto histórico. -Caracterizar a morfologia dos fundos oceânicos, relacionando a idade e o paleomagnetismo das rochas que os constituem com a distância ao eixo da dorsal médio-oceânica. -Relacionar a expansão e a destruição dos fundos oceânicos com a Teoria da Tectónica de Placas (limites entre placas) e com a constância do volume e da massa da Terra. 	19	27
Estrutura e dinâmica interna da Terra	Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa atividade prática laboratorial. -Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa atividade prática laboratorial. -Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem. -Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas existentes nas paisagens. -Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas 	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar a deformação das rochas (dobras e falhas), tendo em conta o comportamento dos materiais (dúctil e frágil) e o tipo de forças a que são sujeitos, relacionando-as com a formação de cadeias montanhosas. 	8	

Tabela 3- Planificação a médio prazo (2º período) proposta para o 7º ano.

2º Período					
Sub-domínios	Objetivos Gerais	Metas curriculares (2013)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº aulas	Σ
Consequência da dinâmica interna da Terra	Compreender a atividade vulcânica como uma manifestação da dinâmica interna da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Esquematar a estrutura de um aparelho vulcânico. -Distinguir diferentes materiais expelidos pelos vulcões com base em amostras de mão. -Estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de magmas e os diversos tipos de atividade vulcânica, através de uma atividade prática. -Biemplificar manifestações de vulcanismo secundário. -Explicar os benefícios do vulcanismo (principal e secundário) para as populações. -Referir medidas de prevenção e de proteção de bens e de pessoas do risco vulcânico. -Inferir a importância da ciência e da tecnologia na previsão de erupções vulcânicas. -Reconhecer as manifestações vulcânicas como consequência da dinâmica interna da Terra. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. -Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem. -Identificar vantagens e desvantagens do vulcanismo principal e secundário para as populações locais, bem como os contributos da ciência e da tecnologia para a sua previsão e minimização de riscos associados. 	7	36
	Interpretar a formação das rochas magmáticas	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar a génese das rochas magmáticas plutónicas e vulcânicas. -Identificar diferentes tipos de rochas plutónicas (gabro e granito) e vulcânicas (basalto e riólito), com base em amostras de mão. -Relacionar a génese das rochas magmáticas com a respetiva textura, com base na dimensão e na identificação macroscópica dos seus minerais constituintes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir rochas magmáticas (granito e basalto) de rochas metamórficas (xistos, mármore e quartzito), relacionando as suas características com a sua génese. -Identificar aspetos característicos de paisagens magmáticas e metamórficas, relacionando-os com o tipo de rochas presentes e as dinâmicas a que foram sujeitas após a sua formação. 	4	
	Compreender o metamorfismo como uma consequência da dinâmica interna da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar o conceito de metamorfismo, associado à dinâmica interna da Terra. -Referir os principais fatores que estão na origem da formação das rochas metamórficas. -Distinguir metamorfismo de contacto de metamorfismo regional, com base na interpretação de imagens ou de gráficos. -Identificar diferentes tipos de rochas metamórficas (xistos e outras rochas com textura foliada e/ou bandada bem definida: mármore; quartzito, que apresentem textura granoblástica), com recurso a uma atividade prática. -Relacionar o tipo de estrutura que a rocha apresenta com o tipo de metamorfismo que lhe deu origem, em amostras de mão. 	<ul style="list-style-type: none"> -Interpretar informação relativa ao ciclo das rochas, integrando conhecimentos sobre rochas sedimentares, magmáticas e metamórficas e relacionando-os com as dinâmicas interna e externa da Terra. 	4	
	Conhecer o ciclo das rochas	<ul style="list-style-type: none"> -Descrever o ciclo das rochas. -Bnunciar os processos geológicos envolvidos no ciclo das rochas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar os principais grupos de rochas existentes em Portugal em cartas geológicas simplificadas e reconhecer a importância do contributo de outras ciências para a compreensão do conhecimento geológico. -Relacionar algumas características das rochas e a sua ocorrência com a forma como o Homem as utiliza, a partir de dados recolhidos no campo. -Analisar criticamente a importância da ciência e da tecnologia na exploração sustentável dos recursos litológicos, partindo de exemplos teoricamente enquadrados em problemáticas locais, regionais, nacionais ou globais. 	4	
	Compreender que as formações litológicas em Portugal devem ser exploradas de forma sustentável	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar os diferentes grupos de rochas existentes em Portugal, utilizando cartas geológicas. -Referir aplicações das rochas na sociedade. -Reconhecer as rochas utilizadas em algumas construções, na região onde a escola se localiza. -Defender que a exploração dos recursos litológicos deve ser feita de forma sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar os principais grupos de rochas existentes em Portugal em cartas geológicas simplificadas e reconhecer a importância do contributo de outras ciências para a compreensão do conhecimento geológico. -Relacionar algumas características das rochas e a sua ocorrência com a forma como o Homem as utiliza, a partir de dados recolhidos no campo. -Analisar criticamente a importância da ciência e da tecnologia na exploração sustentável dos recursos litológicos, partindo de exemplos teoricamente enquadrados em problemáticas locais, regionais, nacionais ou globais. 	3	
	Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra. -Associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas. -Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia. -Explicar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos. -Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional. -Identificar o risco sísmico de Portugal e da região onde a escola se localiza. -Caraterizar alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada. -Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo. -Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo. -Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica. -Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectónicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir hipocentro de epicentro sísmico e intensidade de magnitude e sísmica. -Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia. -Interpretar sismogramas e cartas de isossistas nacionais, valorizando o seu papel na identificação do risco sísmico de uma região. -Discutir medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após um sismo, bem como a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica. 	8	
	Compreender a estrutura interna da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Relacionar a inacessibilidade do interior da Terra com as limitações dos métodos diretos. -Bnumerar diversos instrumentos tecnológicos que permitem compreender a estrutura interna da Terra. -Explicar os contributos da planetologia, da sismologia e da vulcanologia para o conhecimento do interior da Terra. -Caraterizar, a partir de esquemas, a estrutura interna da Terra, com base nas propriedades físicas e químicas (modelo geoquímico e modelo geofísico). 	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar a distribuição dos sismos e dos vulcões no planeta Terra, tendo em conta os limites das placas tectónicas. -Relacionar os fenómenos vulcânicos e sísmicos com os métodos diretos e indiretos e com a sua importância para o conhecimento da estrutura interna da Terra, explicitando os contributos da ciência e da tecnologia para esse conhecimento. 	6	

Tabela 4- Planificação a médio prazo (3º período) proposta para o 7º ano.

3º Período		Objetivos Gerais	Metas curriculares (2013)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº aulas	Σ
Sub-domínios						
		Compreender a importância dos fósseis para a reconstituição da história da Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Definir paleontologia. -Apresentar uma definição de fóssil. -Explicar os diversos processos de fossilização, recorrendo a atividades práticas. -Relacionar a formação de fósseis com as condições físicas, químicas e biológicas dos respetivos ambientes. -Ordenar acontecimentos relativos a processos de fossilização, de acordo com a sequência em que estes ocorreram na Natureza. -Caraterizar os grandes grupos de fósseis, com base em imagens e em amostras de mão. -Explicar o contributo do estudo dos fósseis para a reconstituição da história da vida na Terra. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar as principais etapas da formação de fósseis e estabelecer as possíveis analogias entre as mesmas e o contexto real em que os fenómenos acontecem. -Explicar o contributo do estudo dos fósseis e dos processos de fossilização para a reconstituição da história da vida na Terra. 	9	
		A Terra conta a sua história	<ul style="list-style-type: none"> -Sistematizar informação, em formatos diversos, sobre o conceito de tempo. -Distinguir tempo histórico de tempo geológico, com base em documentos diversificados. -Explicar o conceito de datação relativa, com base nos princípios do raciocínio geológico e com recurso a uma atividade prática laboratorial. -Distinguir datação relativa de datação radiométrica. -Localizar as Eras geológicas numa Tabela Cronoestratigráfica. -Localizar o aparecimento e a extinção dos principais grupos de animais e de plantas na Tabela Cronoestratigráfica. -Inferir as consequências das mudanças cíclicas dos subsistemas terrestres (atmosfera, biosfera, geosfera, hidrosfera) ao longo da história da Terra, com base em documentos diversificados. -Caraterizar ambientes geológicos passados, através de uma atividade prática de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir tempo histórico de tempo geológico em documentos diversificados, valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: História). -Explicar os princípios do raciocínio geológico e de datação relativa e reconhecer a sua importância para a caracterização das principais etapas da história da Terra (eras geológicas). 	6	15
		Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra	<ul style="list-style-type: none"> -Associar as intervenções do ser humano aos impactos nos processos geológicos (atmosfera, hidrosfera e litosfera). -Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nas pessoas, nos animais e nas plantas que vivem nesse mesmo ambiente. -Extrapolar o impacto do crescimento populacional no consumo de recursos, no ambiente e na sustentabilidade da vida na Terra. -Referir três tipos de respostas (tecnológicas, socioeconómicas e educativas) a problemas de geologia ambiental. -Explicar o modo como as relações entre a geologia, a tecnologia e a sociedade podem contribuir para a formação de uma cultura de sustentabilidade da vida na Terra. 	<ul style="list-style-type: none"> -Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nas pessoas, nos animais e nas plantas que vivem nesse ambiente, partindo de questões problemáticas locais, regionais ou nacionais. -Explicar a importância do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra. 	6	6

Tabela 5- Planificação a longo prazo (anual) proposta para o 11º ano.

Planificação anual				
11º A	Subdomínios	Objetivos Gerais	Nº Aulas	
1º Período 36 aulas	Biologia - A vida e os seres vivos	Unidade 5	1. Crescimento e renovação celular. 1.1 DNA e síntese proteica 1.2 Mitose 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular	15
		Unidade 6	1. Reprodução assexuada. 1.1 Estratégias reprodutoras 2. Reprodução sexuada 2.1 Meiose e fecundação 2.2 Reprodução sexuada e variabilidade 3. Ciclos de vida: unidade e diversidade.	18
Unidade 7		1. Unicelularidade e multicelularidade 2. Mecanismos de evolução 2.1 Evolucionismo vs fixismo 2.2 Seleção natural, seleção artificial e variabilidade	15	
Unidade 8		1. Sistemas de classificação 1.1 Diversidade de critérios 1.2 Taxonomia e Nomenclatura 2. Sistema de classificação de Whittaker modificado.	6	
2º Período 36 aulas				
3º Período 21 aulas	Geologia	Tema IV	1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento: 1.1 Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema). 1.2 Zonas costeiras (Análise de uma situação-problema). 1.3 Zonas de vertente (Análise de uma situação-problema). 2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres. 2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra. 2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas. 2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras. 2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas. 3. Exploração sustentada de recursos geológicos.	35

Tabela 6- Planificação a médio prazo (1º período) proposta para o 11º ano.

1º Período						
11ºA	Unidade	Conteúdos conceituais (2003)	Conteúdos procedimentais (2003)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº Aulas	Σ
Biologia - A vida e os seres vivos	Unidade 5	Crescimento e renovação celular	-Discutir a necessidade de constante renovação de alguns dos constituintes celulares (ex. proteínas).	Relacionar crescimento, regeneração e especialização (células/tecidos) com a regulação dos processos de síntese e de divisão celular.	2	33
		DNA e síntese proteica	-Explicar como a expressão da informação contida no DNA se relaciona com o processo de síntese de proteínas. -Analisar e interpretar dados de natureza diversa (em tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução. -Interpretar procedimentos laboratoriais e experimentais relacionados com estudos de síntese proteica e ciclo celular. -Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de factores ambientais sobre o ciclo celular.	-Explicar processos de replicação, transcrição e tradução, distinguindo os diferentes tipos de ácidos nucleicos em termos de composição, estrutura e função. -Relacionar a expressão da informação genética com as características das proteínas e o metabolismo das células. -Interpretar gráficos de teor de ADN (ciclo celular) e realizar exercícios de leitura de código genético. -Interpretar situações relacionadas com mutações génicas, com base em conhecimentos de expressão genética.	7	
		Mitose	-Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de factores ambientais sobre o ciclo celular. -Conceber, executar e interpretar procedimentos laboratoriais simples, de cultura biológica e técnicas microscópicas, conducentes ao estudo da mitose. -Interpretar, esquematizar/ou descrever imagens de mitose em células animais e vegetais, identificando acontecimentos celulares e reconstituindo a sua sequencialidade.	-Explicar o ciclo celular e a sequência de acontecimentos que caracterizam mitose e citocinese em células animais e vegetais. -Realizar procedimentos laboratoriais para observar imagens de mitose em tecidos vegetais.	4	
		Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular	-Avaliar o papel da mitose nos processos de crescimento, reparação e renovação de tecidos e órgãos em seres pluricelulares. -Explicar que o crescimento de seres multicelulares implica processos de diferenciação celular. -Discutir a possibilidade dos processos de diferenciação celular poderem ser afectados por agentes ambientais (ex. raios x; drogas; infecções virais; ...).	-Relacionar a diferenciação celular com a complexidade estrutural e funcional de seres multicelulares.	2	
	Unidade 6	Reprodução assexuada	-Recolher, interpretar e organizar dados de natureza diversa, relativamente a processos de reprodução assexuada em diferentes tipos de organismos	-Explicar a importância da diversidade dos processos de reprodução e dos ciclos de vida no crescimento das populações, sua variabilidade e sobrevivência.	6	
		Estratégias reprodutoras	-Relacionar a mitose com os processos de reprodução assexuada. -Planificar e executar actividades laboratoriais e experimentais. -Avaliar implicações da reprodução assexuada ao nível da variabilidade e sobrevivência de populações.	-Discutir potencialidades e limitações biológicas da reprodução assexuada e sua exploração com fins económicos. -Planificar e realizar procedimentos laboratoriais e/ou de campo sobre processos de multiplicação vegetativa.		
		Reprodução sexuada	-Prever em que tecidos de um ser vivo se poderão observar imagens de meiose.	-Relacionar o carácter aleatório dos processos de fecundação e meiose com a variabilidade dos seres vivos. -Identificar e sequenciar fases de meiose, nas divisões I e II. -Comparar os acontecimentos nucleares de meiose (divisões reducional e equacional) com os de mitose.		
		Meiose e fecundação	-Interpretar, esquematizar e legendar imagens relativas aos principais acontecimentos da meiose. -Discutir de que modo meiose e fecundação contribuem para a variabilidade dos seres vivos.			
		Reprodução sexuada e variabilidade	-Recolher e organizar dados de natureza diversa, relativamente às estratégias de reprodução utilizadas por seres hermafroditas			
		Ciclos de vida: unidade e diversidade	-Aplicar conceitos básicos para interpretar diferentes tipos de ciclos de vida. -Localizar e identificar os processos de reprodução presentes num ciclo de vida, prevendo a existência ou não de alternância de fases nucleares.			

Tabela 7- Planificação a médio prazo (2º período) proposta para o 11º ano.

2º Período							
11ºA	Unidade	Conteúdos conceituais (2003)	Conteúdos procedimentais (2003)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº Aulas	Σ	
Biologia - A vida e os seres vivos	Unidade 7	Unicelularidade e multicelularidade	-Comparar e avaliar os modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes. -Discutir a origem da multicelularidade tendo em conta a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais. -Relacionar a pluricelularidade com a diferenciação celular.	-Distinguir modelos (autogénico e endossimbiótico) que explicam a génese de células eucarióticas.	2	36	
		Mecanismos de evolução	-Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo.	-Explicar aspetos básicos do pensamento de Lamarck, de Darwin e da perspetiva neodarwinista, em oposição ao fixismo.	6		
		Evolucionismo vs fixismo					
	Unidade 8	Seleção natural, seleção artificial e variabilidade	-Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de seleção natural e artificial. -Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.	-Interpretar situações que envolvam processos de evolução divergente/ convergente e seleção natural/artificial. -Sistematizar informação relativa a controvérsias, contextualizadas, sobre evolução. -Explicar a diversidade biológica com base em modelos e teorias aceites pela comunidade científica.	6		
		Sistema de classificação	-Integrar e contrastar perspectivas e argumentos associados aos diferentes sistemas de classificação que foram sendo elaborados.	-Distinguir sistemas de classificação fenéticos de filogenéticos, identificando vantagens e limitações.	4		
		Diversidade de critérios	-Distinguir sistemas de classificação práticos/ racionais, artificiais/ naturais e filogenéticos.	-Explicar vantagens e limitações inerentes a sistemas de classificação e regras de nomenclatura biológica.	2		
		Taxonomia e nomenclatura	-Utilizar chaves dicotómicas simples e regras básicas de nomenclatura.	-Classificar seres vivos, laboratorialmente e/ou no campo, utilizando chaves dicotómicas simples e aplicando regras básicas de nomenclatura.	3		
	Geologia	Ocupação antrópica	Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema)	- Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas. - Observar e interpretar dados.			4
			Zonas costeiras (Análise de uma situação-problema).	- Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.			4
			Zonas de vertente (Análise de uma situação-problema).	- Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.			3

Tabela 8- Planificação a médio prazo (3º período) proposta para o 11º ano.

3º Período						
11º A	Unidade	Conteúdos conceituais (2003)	Conteúdos procedimentais (2003)	Aprendizagens essenciais (2018)	Nº Aulas	Σ
Geologia	Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres	- Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.		<ul style="list-style-type: none"> - Explicar características litológicas e texturais de rochas sedimentares com base nas suas condições de génese. - Caracterizar rochas detríticas, quimiogénicas e biogénicas (conglomerado/brecha, areia/arenito, siltito/argilito, calcários, gesso, sal-gema, carvões, petróleo), com base em tamanho, forma/origem de sedimentos, composição mineralógica/química. - Explicar a importância de fósseis (de idade/de fácies) em datação relativa e reconstituição de paleoambientes. - Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão. - Identificar laboratorialmente rochas sedimentares em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas. - Realizar procedimentos laboratoriais para identificar propriedades de minerais e sua utilidade prática. 	5	20
		- Magmatismo. Rochas magmáticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas. - Observar e interpretar dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese. - Classificar rochas magmáticas com base na composição dos magmas (teor de sílica) e ambientes de consolidação. - Caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riolito e granito (cor, textura, composição mineralógica e química). - Relacionar a diferenciação magmática e cristalização fracionada com textura e composição de rochas magmáticas. - Distinguir isomorfismo de polimorfismo, dando exemplos de minerais (estrutura interna e propriedades físicas). - Identificar laboratorialmente rochas magmáticas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas. 	6	
		- Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.	<ul style="list-style-type: none"> - Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação. - Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar deformações com base na mobilidade da litosfera e no comportamento dos materiais. - Relacionar a génese de dobras e falhas com o comportamento (dúctil/ frágil) de rochas sujeitas a tensões. - Interpretar situações de falha (normal/inversa/desligamento) salientando elementos de falha e tipo de tensões associadas. - Interpretar situações de dobra (sinforma/ antiforma) e respetivas macroestruturas (sinclinal/anticlinal). - Planificar e realizar procedimentos laboratoriais para simular deformações, identificando analogias e escalas. 		
		- Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.		<ul style="list-style-type: none"> - Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas metamórficas com base nas suas condições de génese. - Relacionar fatores de metamorfismo (regional e de contacto) com características texturais (presença ou ausência de foliação) e mineralógicas de rochas metamórficas. - Caracterizar ardósia, micaxisto, gnaiss, mármore, quartzito (cor, textura, composição mineralógica e química). - Identificar laboratorialmente rochas metamórficas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas. 	4	
		- Exploração sustentada de recursos geológicos.		<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar situações-problema de exploração de recursos geológicos, suas potencialidades, limitações e impactes. - Distinguir recurso, reserva e jazigo, tendo em conta aspetos de natureza geológica e económica. - Interpretar dados relativos a processos de exploração de recursos geológicos (minerais, rochas, combustíveis fósseis, energia nuclear e energia geotérmica) e seus impactes nos subsistemas da Terra. - Relacionar as características geológicas de uma região com as condições de formação de aquíferos (livres e cativos). - Analisar dados e formular juízos críticos sobre a exploração sustentada de recursos. 	2	

ANEXO II- Critérios de correção da atividade “Resumindo Sismologia”



Este Coimbra
Agrupamento de Escolas

E.S. D. Duarte

3º ciclo do Ensino Básico
Ciências Naturais
7ºI
Ano letivo de 2018/2019

Critérios de classificação para atividade “Resumindo Sismologia”

7º ano de escolaridade

Critérios gerais:

Respostas ilegíveis são classificadas com zero pontos.

A atribuição de cotações tem em conta 3 parâmetros:

- Conteúdo
- Rigor científico
- Sintaxe

Os critérios de classificação propostos para estes parâmetros estão organizados por níveis de desempenho. Respostas com um nível de desempenho inferior a 1 são classificadas com zero pontos.

A atribuição de zero pontos à componente do conteúdo implica a atribuição de zero pontos aos parâmetros relativos ao rigor científico e sintaxe.

Sinónimias relativas a conceitos científicos podem ser aceites, desde que estejam devidamente enquadradas pelos documentos curriculares de referência (ex: aluno refere-se a sismo como terramoto).

Fig. 92- Atividade “Resumindo Sismologia” de Ciências Naturais (7º ano): critérios de classificação.

Critérios específicos:

1. 100 pontos

Nível	Descritores de nível de desempenho	Pontuação
15	Nos princípios teóricos são apresentados 7 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	100
14	Nos princípios teóricos são apresentados 7 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	95
13	Nos princípios teóricos são apresentados 6 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	85
12	Nos princípios teóricos são apresentados 6 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	80
11	Nos princípios teóricos são apresentados 5 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	70
10	Nos princípios teóricos são apresentados 5 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	65
9	Nos princípios teóricos são apresentados 4 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	55
8	Nos princípios teóricos são apresentados 4 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	50
7	Nos princípios teóricos são apresentados 3 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	40
6	Nos princípios teóricos são apresentados 3 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	35
5	Nos princípios teóricos são apresentados 2 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	25

Fig. 92 (continuação)- Atividade “Resumindo Sismologia” de Ciências Naturais (7º ano): critérios de classificação.

4	Nos princípios teóricos são apresentados 2 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	20
3	Nos princípios teóricos são apresentados 1 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	10
2	Nos princípios teóricos são apresentados 1 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	5
1	Nos princípios teóricos não são apresentados tópicos.	0

Tópicos a referir (7 de 10):

- Aluno caracteriza sismo.
- Aluno distingue hipocentro/foco de epicentro sísmico.
- Aluno distingue intensidade sísmica de magnitude sísmica.
- Aluno faz distinção de EMS-98 e Escala de Richter.
- Aluno menciona sismógrafos, sismogramas e cartas de isossistas.
- Aluno indica medidas de proteção de bens e pessoas, antes, durante e após um sismo.
- Aluno faz relação correta entre distribuição de sismos e limites de placas tectónicas.
- Aluno distingue sismos de origem natural e de origem artificial.
- Aluno distingue riscos sísmicos diretos de riscos sísmicos indiretos.
- Aluno distingue previsão de prevenção.

Fig. 92 (continuação)- Atividade “Resumindo Sismologia” de Ciências Naturais (7º ano): critérios de classificação.

ANEXO III- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III) e V de Gowin



ES D. Duarte

Curso Científico-Humanístico
Biologia e Geologia
11ºA
2018/2019

Uma descoberta biológica

Componente 1- Critérios de classificação para grupo I e III

Critérios gerais

Respostas ilegíveis são classificadas com zero pontos.

No caso de apresentação de várias respostas ao mesmo item, apenas a primeira resposta é considerada e classificada.

Evidências de conduta fraudulenta implicam a anulação da componente.

Itens de resposta aberta e fechada

A atribuição de cotações tem em conta 3 parâmetros:

- Conteúdo
- Rigor científico
- Sintaxe

Os critérios de classificação propostos para estes parâmetros estão organizados por níveis de desempenho. Respostas com um nível de desempenho inferior a 1 são classificadas com zero pontos.

A atribuição de zero pontos à componente do conteúdo implica a atribuição de 0 pontos aos parâmetros relativos ao rigor científico e sintaxe.

Sinónimas relativas a conceitos científicos podem ser aceites, desde que estejam devidamente enquadradas pelos documentos curriculares de referência.

Fig. 93- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III).

Critérios específicos:

Grupo I

1.

1.1. 7 pontos

Tópicos a referir (1 de 1):

- Reconhecimento adequado de estróbilos masculinos e femininos.

Tabela 1- Descritores de desempenho da pergunta 1.1.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta tópico sem erros de identificação	6
	1	Apresenta tópico parcialmente correto	3
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

1.2. 7 pontos

Tópicos a referir (2 de 2):

- Estróbilo feminino possui forma similar a cone e estróbilo masculino possui formato alongado.

- Diferenças entre estróbilos masculinos e femininos permitem uma distinção inequívoca.

Fig. 93 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III).

Tabela 2- Descritores de desempenho da pergunta 1.2.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	6
	1	Apresenta um tópico	3
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

1.3. 7 pontos

Tópicos a referir (2 de 2):

- Substância libertada denomina-se por pólen.
- Estróbilo feminino protege os gâmetas femininos e sementes (caso ocorra fecundação).

Tabela 3- Descritores de desempenho da pergunta 1.3.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	6
	1	Apresenta um tópico	3
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

2. 11 pontos

Tópicos a referir (1 de 1):

- Identificação correta dos elementos presentes nas fotografias.

Fig. 93 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11^º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III).

Tabela 4- Descritores de desempenho da pergunta 2.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta tópico sem erros de identificação	10
	1	Apresenta tópico parcialmente correto	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

Subtotal: 32 pontos

Grupo III

1.

1.1. 7 pontos

Tópicos a referir (1 de 1):

- Identificação correta dos elementos presentes nas fotografias.

Tabela 5- Descritores de desempenho da pergunta 1.1.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta tópico sem erros de identificação	6
	1	Apresenta tópico parcialmente correto	3
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

Fig. 93 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11^o ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III).

1.2. 11 pontos

Tópicos a referir:

- Elemento não identificado é um bugalho.

Tabela 6- Descritores de desempenho de pergunta 1.2.

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	1	Identificação correta	10
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	0,5
	1	Apresenta falhas científicas	0,25
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	0,5
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,25

TPC

Tabela 7- Descritores de desempenho de TPC

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	4*	Aluno faz uma análise criteriosa do tema proposto, aplicando os conhecimentos adquiridos de forma lógica	35
	3	Aluno aplica os conhecimentos adquiridos de forma lógica.	28
	2	Aluno demonstra uma compreensão dos conceitos analisados.	21
	1	Aluno demonstra um baixo nível de conhecimento.	14
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	10
	1	Apresenta falhas científicas	5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	5
	1	Apresenta erros de sintaxe	2,5

*- tendo em conta a Taxonomia de Bloom

Subtotal: 68 pontos

Fig. 93 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): critérios de classificação da componente 1 (grupo I e III).

Uma descoberta biológica

A flor de *Lilium* sp. - Descritores para correção do relatório em formato V de Gowin

Descritores de nível de desempenho - Formulação de questão-problema

Nível	Descritores de nível desempenho	Pontuação
5	Formula uma questão-problema relacionada com os conteúdos, sem falhas linguísticas ou científicas.	20
4	Formula uma questão-problema relacionada com os conteúdos, mas com falhas linguísticas ou científicas.	15
3	Formula uma questão problema, todavia sem relação com os conteúdos.	10
2	Formula uma questão problema, todavia sem relação com os conteúdos, possuindo falhas linguísticas ou científicas	5
1	Não formula uma questão problema	0

Descritores de nível de desempenho - Princípios teóricos

Nível	Descritores de nível de desempenho	Pontuação
13	São apresentados 6 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	40
12	São apresentados 6 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	35
11	São apresentados 5 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	30
10	São apresentados 5 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	28
9	São apresentados 4 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	25
8	São apresentados 4 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	20
7	São apresentados 3 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	18
6	São apresentados 3 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	15
5	São apresentados 2 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	13

Fig. 94- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11^º ano): descritores para correção do relatório em formato V de Gowin.

4	São apresentados 2 tópicos com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	10
3	É apresentado 1 tópico com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	7
2	É apresentado 1 tópico com organização, mas com falhas na coerência dos conteúdos ou com linguagem científica desadequada.	5
1	Não são apresentados tópicos.	0

Tópicos a apresentar (6 de 10)

1. Nas angiospérmicas, a estrutura floral é responsável pela reprodução sexuada.
2. Nos ciclos de vida de angiospérmicas, as flores são essenciais.
3. Os estames são os órgãos masculinos das flores, os carpelos são os órgãos femininos.
4. As sépalas, pétalas, receptáculo e pedúnculo são órgãos acessórios, que conferem maior proteção e suporte às componentes reprodutoras.
5. Para que ocorra a fecundação, o grão de pólen terá de encontrar o óvulo, formando-se posteriormente o ovo.
6. Existem diversos agentes de polinização, tais como: vento, água, animais, etc.
7. Após a fecundação, a flor sofre diversas transformações, que culminam na formação do fruto.
8. Os frutos, normalmente, possuem uma ou mais sementes no seu interior.
9. As sementes quando encontram condições ideais germinam, originando uma nova planta e conseqüentemente novas flores.
10. As plantas também se podem reproduzir assexuadamente.

Conceitos a apresentar:

Carpelos; ciclo de vida; estames; flor; fruto; germinação; grão de pólen; óvulo; pedúnculo; pétalas; polinização; receptáculo; reprodução; semente; sépalas

Descritores de nível de desempenho - Procedimentos

Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
5	Apresenta procedimento completo com sequência lógica.	15
4	Apresenta procedimento completo sem sequência lógica ou com linguagem científica desadequada.	10
3	Apresenta procedimento incompleto.	7,5
2	Apresenta procedimento incompleto sem sequência lógica ou com linguagem científica desadequada.	5
1	Não apresenta procedimento.	0

Fig. 94 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): descritores para correção do relatório em formato V de Gowin.

Descritores de nível de desempenho - Registo de resultados

Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
9	São apresentadas 2 fotografias da observação com legenda, sem erros científicos.	60
8	São apresentadas 2 fotografias da observação sem legenda, todavia apresenta identificação de componentes patentes nas imagens.	52,5
7	São apresentadas 2 fotografias da observação sem legenda, todavia apresenta identificação de componentes patentes nas imagens com erros científicos e/ou de linguagem.	45
6	São apresentadas 2 fotografias da observação sem legenda, todavia não é apresentada qualquer identificação de componentes patentes nas imagens.	37,5
5	É apresentada 1 fotografia da observação com legenda, sem erros científicos.	30
4	É apresentada 1 fotografia da observação sem legenda, todavia apresenta identificação de componentes patentes nas imagens.	22,5
3	É apresentada 1 fotografia da observação sem legenda, todavia apresenta identificação de componentes patentes nas imagens com erros científicos e/ou de linguagem.	15
2	É apresentada 1 fotografia da observação sem legenda, todavia não é apresentada qualquer identificação de componentes patentes nas imagens.	7,5
1	Não são apresentados resultados.	0

Descritores de nível de desempenho - Conclusão

Nível	Descritores de desempenho	Pontuação
9	São apresentados 4 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	65
8	São apresentados 4 tópicos, mas sem organização coerente dos conteúdos ou linguagem científica desadequada.	60
7	São apresentados 3 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	50
6	São apresentados 3 tópicos, mas sem organização coerente dos conteúdos ou linguagem científica desadequada.	40

3

Fig. 94 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): descritores para correção do relatório em formato V de Gowin.

5	São apresentados 2 tópicos com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	30
4	São apresentados 2 tópicos, mas sem organização coerente dos conteúdos ou linguagem científica desadequada.	20
3	É apresentado 1 tópico com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	15
2	É apresentado 1 tópico, mas sem organização coerente dos conteúdos ou linguagem científica desadequada.	10
1	Não são apresentados tópicos na conclusão.	0

Tópicos a apresentar (4 de 7)

- 1- A flor é uma novidade evolutiva importante.
- 2- As paredes do ovário irão dar origem ao fruto.
- 3- Na observação com auxílio de lupa é possível observar os óvulos.
- 4- O tamanho inferior dos estames em relação ao carpelo minimiza a probabilidade de autofecundação.
- 5- A variedade de odores, cores e tamanhos são fatores importantes na polinização por insetos.
- 6- A flor permite uma maior proteção dos óvulos.
- 7- É possível inferir o agente de polinização com base na flor apresentada.

Fig. 94 (continuação)- Atividade prática de lápis e papel “Uma descoberta biológica” de Biologia (11º ano): descritores para correção do relatório em formato V de Gowin.

ANEXO IV- Matrizes de provas escritas de avaliação propostas

Objeto de avaliação		Características e estrutura do teste		Material		
		Tipologia dos itens	Cotação (em pontos)			
Objetivos gerais	Subdomínios (conteúdos)	Cotação (pontos)	Cotação (em pontos)		Critérios gerais de classificação	
			Por item	Por tipologia		
<p>Interpretar diferentes textos e esquemas.</p> <p>Distinguir entre intensidade sísmica e magnitude de um sismo.</p> <p>Relacionar conceitos adquiridos em aula com ocorrências reais de sismos.</p> <p>Reconhecer importância das construções antissísmicas e respetiva legislação na minimização de casualidades humanas.</p> <p>Destacar medidas a efetuar na preparação de um eventual terramoto; atitudes a ter durante um sismo e medidas a tomar após a ocorrência de um abalo sísmico.</p>	<p>Consequências da dinâmica interna da Terra:</p> <p>11- Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</p>	100	<p>Grupo I 1.1. a 1.5. – 5 x 5= 25</p> <p>Grupo II 4. – 8</p>	33	<p>Escolha múltipla Atribuída cotação total às respostas que apresentem, de forma inequívoca, a única opção correta.</p> <p>Ordenação Atribuída cotação total apenas a respostas integralmente corretas.</p> <p>Itens de construção Salienta-se: - Qualidade da construção frásica. - Utilização correta de linguagem científica. - Interpretação efetuada pelo aluno. - Mobilização de conhecimentos. - Em caso de ilegibilidade a resposta deverá ser cotada em zero pontos.</p>	<p>- Esferográfica com tinta de cor preta ou azul.</p> <p>Material não permitido - Corretor - Esferográfica com cor não autorizada.</p>
			<p>Grupo II 1. a 3. – 4 x 9= 36</p> <p>Grupo III 1. – 5 x 3= 15 2. – 16</p>	67		

Fig. 95- Matriz da proposta de prova escrita sumativa de Ciências Naturais (7º ano).

Matriz de teste sumativo

Curso Científico-Humanístico
Biologia e Geologia
11ºA
2018/2019

Tempo de realização: 90 min

Objeto de avaliação		Características e estrutura do teste			Critérios gerais de classificação	Material
		Subdomínios (conteúdos)	Cotação (pontos)	Tipologia dos itens		
Objetivos gerais - Interpretar diferentes experiências com base nos dados disponibilizados; - Distinguir diferentes tipos de ciclos de vida; - Relacionar conhecimentos adquiridos em contexto de sala de aula com casos do quotidiano; - Reconhecer impactos humanos na biosfera; - Expor hipóteses que tentam explicar o aparecimento da vida na Terra - Destacar vantagens evolutivas do aparecimento de colónias e, posteriormente, organismos multicelulares.	Geologia	5	Itens de seleção - Escolha múltipla (21) - Ordenação (2)	Grupo I 1. - 8 2.1. a 2.2. - 5 x 2 = 10 Grupo II 1.1. a 1.5. - 5 x 5 = 25 2. - 5	Escolha múltipla Atribuída cotação total às respostas que apresentem, de forma inequívoca, a única opção correta. Ordenação Atribuída cotação total apenas a respostas integralmente corretas.	- Esferográfica com tinta de cor preta ou azul. Material não permitido - Corretor - Esferográfica com cor não autorizada.
	Biologia	10		Grupo III 2.1. a 2.5. - 5 x 5 = 25 Grupo IV 1.1. a 1.7. - 5 x 7 = 35 2. - 5 3. - 8	Itens de construção Salienta-se: - Qualidade da construção frásica - Utilização correta de linguagem científica. - Interpretação efetuada pelo aluno. - Mobilização de conhecimentos. - Em caso de ilegibilidade a resposta deverá ser cotada em zero pontos.	
	Unidade I- Obtenção de matéria	10				
	Unidade II- Distribuição de matéria	5				
	Unidade VI- Reprodução	73				
	Unidade VII- Evolução Biológica	87				
	Unidade VIII- Sistemática dos seres vivos	10				
					79	

Fig. 96- Matriz da proposta de prova escrita sumativa de Biologia (11º ano).

ANEXO V- Critérios e sugestões de correção para provas escritas sumativas propostas



Este Coimbra
Agrupamento de Escolas

E.S. D. Duarte

3º ciclo do Ensino Básico
Ciências Naturais
7ºI
Ano letivo de 2018/2019

Critérios de classificação para proposta de teste sumativo

7º ano de escolaridade

Critérios gerais:

A ausência de presença da versão do teste implica uma classificação de zero pontos para todas as respostas de escolha múltipla e de organização.

Respostas ilegíveis são classificadas com zero pontos.

No caso de apresentação de várias respostas ao mesmo item, apenas a primeira resposta é considerada e classificada.

Evidências de conduta fraudulenta implicam a anulação do teste.

Itens de seleção

A cotação só é atribuída às respostas integralmente corretas e completas. As restantes respostas são cotadas com zero pontos.

Itens de resposta aberta e fechada

A atribuição de cotações tem em conta 3 parâmetros:

- Conteúdo
- Rigor científico
- Sintaxe

Fig. 97- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Ciências Naturais (7º ano).

Os critérios de classificação propostos para estes parâmetros estão organizados por níveis de desempenho. Respostas com um nível de desempenho inferior a 1 são classificadas com zero pontos.

A atribuição de zero pontos à componente do conteúdo implica a atribuição de zero pontos aos parâmetros relativos ao rigor científico e sintaxe.

Sinonímias relativas a conceitos científicos podem ser aceites, desde que estejam devidamente enquadradas pelos documentos curriculares de referência (ex: aluno refere-se a sismo como terramoto).

Critérios específicos:

Grupo I

1. (5 x 5 pontos) 25 pontos

Tabela 1- Proposta de correção para os itens 1.1. a 1.5.

Itens	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.
Versão 1	C	D	D	C	C
Versão 2	D	C	D	D	D

Subtotal: 25 pontos

Grupo II

1. (4 x 4 pontos) 16 pontos

a) Intensidade máxima de VIII

b) Sacramento e Carson City



d) Isossistas

Fig. 97 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Ciências Naturais (7º ano).

2. (3 x 4 pontos) **12 pontos**

- a) Ondas sísmicas
- b) Sismógrafos
- c) Sismogramas

3. (2 x 4 pontos) **8 pontos**

- a) **Tópicos a referir (1 de 3):** Variações do substrato; qualidade do edificado; distância ao epicentro.
- b) **Tópicos a referir (1 de 2):** Ausência de estruturas antrópicas nos fundos marinhos; impossibilidade de aplicar escala macrossísmica europeia em fundos marinhos.

4. **8 pontos**

Versão 1- E, D, B, C, A

Versão 2- D, C, B, E, A

Subtotal: 44 pontos

Grupo III

1.(3 x 5 pontos) **15 pontos**

- a) **Tópicos a referir (2 de 4):** Armazenar água e enlatados para 2-3 dias; fixar estantes e móveis; ensinar familiares a desligar gás, eletricidade e água; possuir estojo de primeiros socorros.
- b) **Tópicos a referir (2 de 4):** Não se precipitar para o exterior; não utilizar elevadores; manter-se afastado de objetos frágeis; proteger-se num vão, canto da sala ou debaixo de um móvel.
- c) **Tópicos a referir (2 de 4):** Manter a calma; afastar-se de margens (rios ou costa); cortar o gás, eletricidade, água; não reocupar edifícios danificados.

Fig. 97 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Ciências Naturais (7º ano).

2. 16 pontos

Tópicos a referir (2 de 3):

- Criaria legislação mais rígida relativamente à construção de novos edifícios e reabilitação de edificado antigo, por forma a que cumprissem requisitos modernos de engenharia antissísmica.
- Criaria planos nacionais de educação, por forma a sensibilizar as populações.
- Efetuaria vistorias em edificado do estado, a fim de avaliar potenciais riscos/defeitos estruturais.

Tabela 2- Descritores de desempenho da pergunta 2

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	3
	1	Apresenta falhas científicas	1,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	3
	1	Apresenta erros de sintaxe	1,5

Subtotal: 31 pontos

Tabela 3- Cotações totais

Grupo	Itens e cotações (em pontos)										
I	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.					25	
	5	5	5	5	5						
II	1.a)	1.b)	1.c)	1.d)	2.a)	2.b)	2.c)	3.a)	3.b)	4.	44
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	
III	1.a)	1.b)	1.c)	2.						31	
	5	5	5	16							
Total											100

Fig. 97 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Ciências Naturais (7º ano).

Critérios de classificação para proposta de teste sumativo

11º ano de escolaridade

Critérios gerais:

A ausência de presença da versão do teste implica uma classificação de zero pontos para todas as respostas de escolha múltipla e de organização.

Respostas ilegíveis são classificadas com zero pontos.

No caso de apresentação de várias respostas ao mesmo item, apenas a primeira resposta é considerada e classificada.

Evidências de conduta fraudulenta implicam a anulação do teste.

Itens de seleção

A cotação só é atribuída às respostas integralmente corretas e completas. As restantes respostas são cotadas com zero pontos.

Itens de resposta aberta e fechada

A atribuição de cotações tem em conta 3 parâmetros:

-Conteúdo

-Rigor científico

-Sintaxe

Os critérios de classificação propostos para estes parâmetros estão organizados por níveis de desempenho. Respostas com um nível de desempenho inferior a 1 são classificadas com zero pontos.

A atribuição de zero pontos à componente do conteúdo implica a atribuição de 0 pontos aos parâmetros relativos ao rigor científico e sintaxe.

Sinónimas relativas a conceitos científicos podem ser aceites, desde que estejam devidamente enquadradas pelos documentos curriculares de referência (ex: aluno refere-se à teoria de Oparin-Haldane como teoria da sopa primordial).

Fig. 98- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Tabela 2- Descritores de desempenho da pergunta 3

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

Nota: Caso o discente não concorde com afirmação, o docente deverá cotar a resposta com zero pontos.

4. 11 pontos

Tópicos a referir (2 de 4):

- Evitar consumo de sushi
- Consumir produtos de origem controlada
- Aplicar normas de higiene, de modo a evitar a contaminação de outros produtos.
- Congelar peixe durante a noite (dado que o congelamento elimina substancialmente o perigo de contaminação por *Anisakis simplex*).

Tabela 3- Descritores de desempenho da pergunta 4

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	9
	1	Apresenta um tópico	4,5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

Subtotal: 41 pontos

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Grupo II

1. (5 x 5 pontos) 25 pontos

Tabela 4- Proposta de correção para os itens 1.1. a 1.5.

Itens	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.
Versão 1	D	A	D	C	D
Versão 2	A	B	C	D	B

2. 5 pontos

Versão 1- D

Versão 2- C

3. 12 pontos

Tópicos a referir (2 de 5):

- Plantas são essenciais na alimentação humana.
- Plantas são vitais na indústria farmacêutica.
- Plantas são importantes na construção civil e mobiliário.
- Plantas são relevantes no sequestro de CO₂.
- Plantas são marcantes em termos de saúde mental e lazer.

Tabela 5- Descritores de desempenho da pergunta 3

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

Subtotal: 42 pontos

4

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Grupo III

1. 8 pontos

Tópicos a referir:

Variável independente- presença de ferro (Fe^{2+}) e carbonatos (CO_3^{2-})

Variável dependente- conservação de aminoácidos

Tabela 6- Descritores de desempenho da pergunta 1

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	8
	1	Apresenta um tópico	4

2.1. a 2.5. (5 x 5 pontos) 25 pontos

Tabela 7- Proposta de correção para os itens 2.1. a 2.5.

Itens	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.
Versão 1	D	B	D	D	B
Versão 2	C	A	C	D	D

3. 12 pontos

Tópicos a referir:

- A obtenção de compostos orgânicos nesta experiência demonstra que a afirmação é falsa.

- Atualmente vários compostos orgânicos são sintetizados artificialmente.

Tabela 8- Descritores de desempenho da pergunta 3

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

5

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Nota: Caso o discente concorde com afirmação, o docente deverá cotar a resposta com zero pontos.

Subtotal: 45 pontos

Grupo IV

1. (7 x 5 pontos) 35 pontos

Tabela 9- Proposta de correção para os itens 1.1. a 1.7.

Itens	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.
Versão 1	D	D	D	D	B	A	D
Versão 2	C	D	C	C	A	B	D

2. 5 pontos

Versão 1- B
Versão 2- A

3. 8 pontos

Versão 1- F, G, E, A, D, B, C
Versão 2- D, G, E, A, F, B, C

4. 12 pontos

Tópicos a referir (2 de 3):

- Colónias permitiram uma divisão de processos e conseqüente especialização de funções.
- Colónias demonstraram o quão vantajoso um maior tamanho é em termos de predação e proteção.
- Colónias obrigatórias terão um elo de ligação com os primeiros organismos multicelulares.

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Tabela 10- Descritores de desempenho da pergunta 4

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

5. 12 pontos

Tópicos a referir (2 de 3):

- Mutações permitiram uma maior adaptação dos organismos ao meio ambiente.
- Mutações permitiram radiações evolutivas a partir de um ancestral comum.
- Mutações ainda são uma componente essencial na evolução das espécies.

Tabela 11- Descritores de desempenho da pergunta 5

Parâmetro	Nível	Descritores	Pontuação
Conteúdo	2	Apresenta dois tópicos	10
	1	Apresenta um tópico	5
Rigor científico	2	Apresenta rigor científico	1
	1	Apresenta falhas científicas	0,5
Sintaxe	2	Apresenta sintaxe de qualidade	1
	1	Apresenta erros de sintaxe	0,5

Subtotal: 72 pontos

7

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

Tabela 12- Cotações totais

Grupo	Itens e cotações (em pontos)											
I	1.	2.1.	2.2.	3.	4.							41
	8	5	5	12	11							
II	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	2.	3.					42
	5	5	5	5	5	5	12					
III	1.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	3.					45
	8	5	5	5	5	5	12					
IV	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	2.	3.	4.	5.	72
	5	5	5	5	5	5	5	5	8	12	12	
Total											200	

Fig. 98 (continuação)- Critérios de classificação para prova escrita sumativa proposta de Biologia (11º ano).

ANEXO VI- Documento de apoio a título ilustrativo

Apoio extra para realização de V de Gowin

Princípios teóricos

- Para que serve a estrutura floral?
- Importância da estrutura floral no ciclo de vida das angiospérmicas.
- Quais os órgãos masculinos das flores? E os femininos?
- Quais as funções dos diferentes elementos da flor?
- O que é necessário para que ocorra fecundação?
- Quais os agentes de polinização?
- Importância dos frutos em termos evolutivos.
- Importância das sementes em termos evolutivos.

Conceitos

Ver material de apoio ao estudo, páginas 12, 13 e 14.

Procedimentos

O que foi feito durante a aula, como ocorreu a dissecação da flor.

Registo de resultados

Colocar fotografia com legenda.

Conclusão

Que conclusões se podem tirar relativamente ao aparecimento das flores?

Que conclusões se podem ter com base nas observações à lupa?

É possível inferir o agente de polinização com base na flor apresentada?

Fig. 99- Apoio extra para a realização de V de Gowin.

Atenção

Não te esqueças de realizar a componente 1.

Enviar documentos para o mail [REDACTED]

Só serão aceites documentos em PDF (ver guia para transformar documentos Word em PDF).

Ver documento de apoio para realização de "V de Gowin" e ficha de trabalho da aula nº 28, que possui as cotações devidamente estipuladas.

Componente 2 a entregar até 15 de março (Componente relativa ao V de Gowin).

Fig. 99 (continuação)- Apoio extra para a realização de V de Gowin.