

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**Potencialidades da heteroavaliação na capacitação de alunos do
8.º ano de escolaridade para a aprendizagem ao longo da vida**

GERSON LEONEL ASPER AMARAL

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

Relatório de Prática de Ensino Supervisionada orientado pela
Professora Doutora Cecília Galvão

2023

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui um agradecimento simples, mas honesto, às pessoas que contribuíram diretamente para a consecução deste trabalho académico. Este relatório tem um pouco de todos vós.

Em primeiro lugar, um agradecimento aos meus alunos, do tamanho do carinho com o qual me acolheram. Sem eles, nada disto teria sido possível. Foram fantásticos, para lá do que podia esperar, são as estrelas deste trabalho! Recordar-vos-ei sempre.

Um grande obrigado à professora Paula Serra, tive muita sorte por poder contar consigo nesta jornada. Obrigado pelos seus muitos votos de confiança e pela liberdade que me concedeu, isso foi mais importante do que imagina para eu ter sido tão feliz neste estágio. Obrigado pela sua enorme generosidade, pelos seus conselhos, conversas e críticas, que me enriqueceram enquanto profissional. Um grande obrigado por ter partilhado a sua turma comigo, privando-se da sua relação com os alunos em prole da minha. Não há agradecimento possível para isso.

Um agradecimento à professora doutora Cecília Galvão, pela grande partilha de sabedoria, pelas críticas certeiras, pela sua sinceridade cabal, por ter lido ao detalhe este relatório e também pelas suas palavras elogiosas que tanto me tocaram. É uma fonte de inspiração e foi um privilégio trabalhar consigo.

Um obrigado muito sentido também à professora doutora Cláudia Faria, pelo seu contributo de valor inestimável para este trabalho. Obrigado por ter tratado esta investigação com tanto carinho e amor ao conhecimento quanto eu.

Um agradecimento especial à professora doutora Ana Rita Matos, que, com generosidade e gentileza, sabendo que apenas iria ter trabalho e nada mais, aceitou ser a minha revisora científica. O seu contributo foi fundamental para a melhoria da qualidade deste relatório, mas a prontidão e amabilidade com que o fez foi o que me marcou. É um orgulho para mim poder referir o seu nome neste trabalho.

Obrigado, Vera. O Universo não me podia ter presenteado com melhor companheira de jornada; uma amiga para a vida e uma pessoa incrível. Gratidão pelo teu apoio incondicional, amizade, ajuda, conselhos, companheirismo, bondade, pela segurança que sempre me transmitiste e que tanto me ajudou em momentos chave. Cresci contigo e com a nossa amizade neste duro processo. Foste fundamental. O que teria sido de mim sem ti!

Um agradecimento à Filomena, amiga de uma vida. Obrigado pelo apoio, amizade, entusiasmo pelo meu trabalho, conselhos valiosos, obrigado por tirares o tempo da tua ocupada vida para o dedicares a mim, sem nunca dizeres que não e nunca me oferecendo nada mais do que puro entusiasmo, apoio incondicional e críticas honestas. Obrigado por te teres oferecido para ler, sem eu nunca to ter pedido... e obrigado por o teres feito com toda a dedicação. Obrigado por me fazeres acreditar que aquilo que eu faço tem valor; vindo de uma professora admirável e admirada como tu, ultrapassa o elogio.

Muito obrigado Kiko. Foste a viga mestra que me deu sustentação nesta longa etapa. Obrigado pela ajuda, pelo apoio, pela presença constante, por acreditares em mim, pelas boleias, pelo teu esforço pessoal sem nunca hesitares, e pelas sugestões práticas de grande valor. Obrigado por me suportares em todos os meus baixos. Acima de tudo, obrigado por teres sido a presença constante e segura que me equilibrou em todo este processo. Se por vezes me dei ao luxo de sentir seguro e confiante, foi porque sabia que estavas lá.

Obrigado aos meus colegas de mestrado, em especial à Ana Viana. Que sorte que tivemos todos! Obrigado pela amizade, apoio, pelos jantares e gargalhadas.

Em último lugar, mas de forma igualmente imbuída de verdade, agradeço à Sandra, à Maggie e à minha mãe. Obrigado por, cada uma de uma forma diferente, terem também tornado possível o sucesso desta etapa. São a última pincelada, tão importante quanto as outras, que compõe este belo quadro ao qual tenho o enorme privilégio de pertencer. Gratidão.

RESUMO

A aprendizagem ao longo da vida (ALV) é fundamental para o exercício de uma cidadania plena na sociedade atual, caracterizada pelo rápido avanço científico e tecnológico. As competências de desenvolvimento pessoal e autonomia (DPA) destacam-se na capacitação dos alunos para a ALV, havendo estudos que indicam a heteroavaliação como promotora deste tipo de competências, assim como de capacidades de autoavaliação nos alunos, as quais, por sua vez, são também promotoras de competências de DPA. Neste sentido, foi estudado o contributo da heteroavaliação na promoção de capacidades de autoavaliação e de competências de DPA, assim como na aprendizagem, numa turma de vinte alunos do 8.º ano de escolaridade de uma escola lisboeta, na leção da unidade “Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria”, no âmbito da disciplina de Ciências Naturais.

Os alunos realizaram quatro atividades abertas, nas quais ocorreu heteroavaliação, com recurso a rubricas com níveis e descritores, analisando e trocando *feedback* oral acerca dos trabalhos dos pares com vista à sua melhoria e reformulação antes da entrega final para classificação. Os dados da investigação foram recolhidos através da aplicação de questionários, observação direta, entrevistas a alguns alunos e da análise documental de alguns produtos.

Os resultados mostram que a heteroavaliação melhorou as capacidades de autoavaliação dos alunos, tornando-se estes mais rigorosos e passando a utilizar critérios no processo; desenvolveu as competências de DPA, principalmente autorregulação, concedendo-lhes um maior controlo sobre a sua aprendizagem; conduziu a melhorias cada vez maiores nos trabalhos, devidas maioritariamente ao *feedback* dos colegas, apesar de ter havido aproveitamento diferencial, com os alunos com pior desempenho a terem beneficiado mais do *feedback* dos pares. Os alunos consideraram a heteroavaliação equiparável à avaliação realizada por um professor em parâmetros como justiça ou utilidade, mas menos fidedigna, tendo sentido como maior dificuldade a motivação para reformular os trabalhos.

Palavras-chave: aprendizagem ao longo da vida (ALV); heteroavaliação; autoavaliação; desenvolvimento pessoal e autonomia (DPA); fluxo de energia; ciclos de matéria.

ABSTRACT

Lifelong learning (LLL) is fundamental for the exercise of full citizenship in today's society, characterized by rapid scientific and technological advancement. Personal development and autonomy skills (PDA) stand out in the empowerment of students for LLL, and there are studies that indicate peer-assessment as a promoter of this type of skills in students, as well as self-assessment capabilities, which, in turn, are also promoters of PDA skills. Therefore, the contribution of peer-assessment in promoting self-assessment capabilities and PDA skills, as well as learning, was studied in a class of twenty 8th grade students from a school in Lisbon, while teaching the unit “Flow of Energy and Matter Cycling”, within the subject of Natural Sciences.

The students carried out four open activities, in which peer-assessment occurred, using rubrics with levels and descriptors, analyzing and exchanging oral feedback on the work of peers in order to improve and reformulate it before the final delivery for grading. The research data were collected through the application of questionnaires, direct observation, interviews with some students, and the document analysis of some products.

The results show that peer-assessment improved the students' self-assessment capabilities by making them more rigorous, making use of criteria in the process; it developed PDA skills, mainly self-regulation, giving them more control over their learning; it led to increasing improvements in the assignments, mostly due to peer feedback, although there was differential benefit, with the worst performing students benefiting more from peer feedback. Students found the peer-assessment to be comparable to a teacher's evaluation in parameters such as fairness or usefulness, but less reliable, and felt the motivation to reformulate their assignments to be the greatest difficulty.

Keywords: lifelong learning (LLL); peer-assessment; self-assessment; personal development and autonomy (PDA); energy flow; matter cycling.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
INTRODUÇÃO	1
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
A ALV E A AUTO E HETEROAVALIAÇÃO	4
<i>FEEDBACK</i>	5
A HETEROAVALIAÇÃO E AS SUAS MAIS-VALIAS	6
MAIS-VALIAS PARTILHADAS COM A AUTOAVALIAÇÃO	7
HETEROAVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO: COMPARAÇÃO E FRAGILIDADES	8
UTILIZAÇÃO EFICAZ DA HETEROAVALIAÇÃO	9
RELAÇÃO ENTRE HETEROAVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO	11
HETEROAVALIAÇÃO E COMPETÊNCIAS DE DPA	14
FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA	17
AUTOTROFISMO E HETEROTROFISMO	17
ECOSSISTEMAS: PRODUTORES, CONSUMIDORES E DECOMPOSITORES	19
CADEIAS E TEIAS ALIMENTARES	20
FLUXO DE ENERGIA E CICLOS DE MATÉRIA NOS ECOSISTEMAS	22
CICLO DA ÁGUA	25
CICLO DO CARBONO	28
CICLO DO OXIGÊNIO	30
SER HUMANO: INTERFERÊNCIA NAS TEIAS ALIMENTARES E CICLOS DE MATÉRIA	33
Interferência nas teias alimentares	33
Interferência nos ciclos de matéria: água, carbono e oxigênio	40
Mitigação dos impactos da ação humana	43
INTERVENÇÃO DIDÁTICA	47
ENQUADRAMENTO CURRICULAR	47
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	49
DESCRIÇÃO DAS AULAS	53
MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	68
CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO E PARTICIPANTES	68
Escola	68
Participantes	68
METODOLOGIA	69
INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	70
ANÁLISE DE DADOS	73
QUESTÕES DE NATUREZA ÉTICA	74
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	75
QUAL O CONTRIBUTO DA HETEROAVALIAÇÃO PARA A PROMOÇÃO DE CAPACIDADES DE AUTOAVALIAÇÃO?	75
QUAL O CONTRIBUTO DA HETEROAVALIAÇÃO PARA A PROMOÇÃO DE COMPETÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO PESSOAL E AUTONOMIA?	80
QUAL O CONTRIBUTO DA HETEROAVALIAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DOS ALUNOS?	88

QUAIS AS OPINIÕES DOS ALUNOS ACERCA DA HETEROAVALIAÇÃO E SEUS CONTRIBUTOS?	102
1. <i>Comparação entre heteroavaliação e a avaliação feita por um professor</i>	103
2. <i>Dificuldades</i>	108
3. <i>Opinião dos alunos e contributos da heteroavaliação</i>	110
CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
PRINCIPAIS CONCLUSÕES.....	117
BALANÇO REFLEXIVO	118
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES A – PLANIFICAÇÕES DAS AULAS	135
APÊNDICE A1 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 1	136
APÊNDICE A2 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 2	138
APÊNDICE A3 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 3	140
APÊNDICE A4 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 4	141
APÊNDICE A5 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 5	143
APÊNDICE A6 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 6	145
APÊNDICE A7 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 7	147
APÊNDICE A8 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 8	149
APÊNDICE A9 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 9	151
APÊNDICE A10 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 10	153
APÊNDICE A11 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 11	155
APÊNDICE A12 – PLANIFICAÇÃO DA AULA 12	157
APÊNDICES B – APRESENTAÇÕES EM SUPORTE POWERPOINT UTILISADAS NAS AULAS	159
APÊNDICE B1 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 2	160
APÊNDICE B2 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 3	163
APÊNDICE B3 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 4	164
APÊNDICE B4 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 6	169
APÊNDICE B5 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 7	171
APÊNDICE B6 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 8	172
APÊNDICE B7 – APRESENTAÇÃO REFERENTE À AULA 10	175
APÊNDICES C – MATERIAIS REFERENTES ÀS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS COM OS ALUNOS	177
APÊNDICE C1 – TABELA DE IMPACTES DA AÇÃO HUMANA - AULA 2	178
APÊNDICE C2 – ILUSTRAÇÃO ARTÍSTICA - AULA 4.....	179
APÊNDICE C3 – PROTOCOLO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL - AULA 7.....	180
APÊNDICE C4 – NOTÍCIA ACERCA DA FLORAÇÃO PRECOCE DAS AMENDEIROSAS EM ESPANHA - AULA 10	179
APÊNDICE C5 – PALAVRAS OBRIGATÓRIAS E SUGESTÕES DE INCLUSÃO - AULA 10.....	180
APÊNDICE C6 – NOTÍCIA “O AVISO DAS ÁRVORES” E QUESTÕES RELACIONADAS - AULA 11	180
APÊNDICES D – RUBRICAS DE AVALIAÇÃO	185
APÊNDICE D1 – RUBRICA DE AVALIAÇÃO DA TAREFA 1 “TEXTO INTERPRETATIVO ACERCA DE UMA ILUSTRAÇÃO ARTÍSTICA”	186
APÊNDICE D2 – RUBRICA DE AVALIAÇÃO DA TAREFA 2 “CARTA AS NAÇÕES UNIDAS”	187
APÊNDICE D3 – RUBRICA DE AVALIAÇÃO DA TAREFA 3 “AS AMENDEIROSAS E O CICLO DO CARBONO”	188
APÊNDICE D4 – RUBRICA DE AVALIAÇÃO DA TAREFA 4 “O AVISO DAS ÁRVORES”.....	189
APÊNDICE E – TESTE DE AVALIAÇÃO SUMATIVO	190
APÊNDICES F – INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	194

APÊNDICE F1 - QUESTIONÁRIO APLICADO EM DOIS MOMENTOS (PRÉ E PÓS INTERVENÇÃO).....	195
APÊNDICE F2 - QUESTIONÁRIO FINAL.....	198
APÊNDICE F3 - GUIÃO DE ENTREVISTA.....	201
APÊNDICE F4 - TABELA COMPLETA DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ENTREVISTAS AOS ALUNOS.....	202
APÊNDICE F5 - TRANSCRIÇÕES DAS ENTREVISTAS AOS ALUNOS.....	206
ANEXO I – ATIVIDADE “CADEIAS TRÓFICAS AQUÁTICAS”	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ciclo de Avaliação de Reinholz	13
Figura 2.	Exemplos de cadeias alimentares	21
Figura 3.	Exemplo de teia alimentar	22
Figura 4.	Dinâmica do fluxo de energia e dos ciclos de matéria num ecossistema	25
Figura 5.	Esquematização dos principais processos que caracterizam o ciclo da água	27
Figura 6.	Principais componentes do ciclo do carbono na atualidade	29
Figura 7.	Ciclo do oxigénio em interligação com os ciclos da água e do carbono	32
Figura 8.	Alguns exemplos de espécies exóticas invasoras em Portugal	37
Figura 9.	Principais trocas de carbono na atualidade com impacte no clima global	42
Figura 10.	Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Autoavaliação	77
Figura 11.	Comparação das tendências mais relevantes nas autoavaliações escritas dos alunos, no início e no final da intervenção	79
Figura 12.	Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Autorregulação	80
Figura 13.	Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Motivação	83
Figura 14.	Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Responsabilidade	85
Figura 15.	Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Resiliência	86
Figura 16.	Comparação entre a média das classificações finais dos trabalhos dos alunos, antes e após heteroavaliação	89
Figura 17.	Evolução da média de melhoria da turma, aquando da heteroavaliação e reformulação, em cada trabalho	89
Figura 18.	Distribuição das percentagens de melhoria dos trabalhos em	90

	cada tarefa	
Figura 19.	Respostas à questão sobre a razão da melhoria das notas dos alunos e respectivas médias	93
Figura 20.	Evolução da percentagem de melhoria nos trabalhos e da média da classificação atribuída ao feedback recebido	97
Figura 21.	Respostas à questão sobre o critério usado para classificação do feedback, e respectivas médias	99
Figura 22.	Evolução e tendência linear das classificações finais dos trabalhos de cada tarefa, nos diferentes grupos de alunos	100
Figura 23.	Comparação entre as médias das respostas na secção de comparação entre heteroavaliação e avaliação feita por um professor	103
Figura 24.	Respostas à questão acerca da preferência na modalidade de avaliação	104
Figura 25.	Dificuldades sentidas no processo de heteroavaliação	109
Figura 26.	Opinião dos alunos acerca dos contributos da heteroavaliação – Parte 1	114
Figura 27.	Opinião dos alunos acerca dos contributos da heteroavaliação – Parte 2	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Fases do Ciclo de Avaliação e a forma como estas podem promover a autoavaliação	14
Tabela 2.	Classificação dos seres vivos quanto ao modo de nutrição	18
Tabela 3.	Tendências esperadas em ecossistemas sob stresse	40
Tabela 4.	Distribuição das atividades desenvolvidas com os alunos conforme a sequência didática	49
Tabela 5.	Principais atividades desenvolvidas nas aulas	51
Tabela 6.	Questões de investigação e instrumentos de recolha de dados, tendo em vista a sua resposta	71
Tabela 7.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Capacidades de autoavaliação	76
Tabela 8.	Exemplos da evolução nas autoavaliações escritas dos alunos	79
Tabela 9.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Autorregulação	82
Tabela 10.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Motivação	83
Tabela 11.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Responsabilidade	85
Tabela 12.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Resiliência	87
Tabela 13.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Melhorias nos trabalhos	92
Tabela 14.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Comparação entre feedbacks	94
Tabela 15.	Categorização das respostas sobre a razão da preferência da avaliação feita pelo professor	105
Tabela 16.	Categorização das respostas sobre a razão da preferência da heteroavaliação	105
Tabela 17.	Categorização das respostas à questão “Que diferenças há, para ti, entre a heteroavaliação e a avaliação feita por um	106

	professor?”	
Tabela 18.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Preferência entre avaliações	108
Tabela 19.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Dificuldades	110
Tabela 20.	Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – primeiras três categorias do domínio Processo de heteroavaliação	111
Tabela 21.	Categorização das respostas à questão “O que gostaste mais acerca da heteroavaliação?”	112
Tabela 22.	Categorização das respostas à questão “O que gostaste menos acerca da heteroavaliação?”	113

INTRODUÇÃO

Nas sociedades atuais, cada vez mais é destacado o desenvolvimento de capacidades, conhecimentos e atitudes, que se articulam para formar competências (Martins et al., 2017), e não apenas o conhecimento factual, o qual facilmente se alcança com um computador e ligação à Internet. Hoje em dia, o envolvimento dos alunos com os conteúdos específicos de cada disciplina funciona não só como forma de obter conhecimento, mas também como veículo que o professor utiliza para promover o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício de uma “(...) cidadania plena, ativa e criativa na sociedade da informação e do conhecimento em que estamos inseridos” (Martins et al., 2017, p. 10), numa perspetiva de aprendizagem ao longo da vida. Aliás, capacitar os alunos para a aprendizagem ao longo da vida (ALV) constitui uma das formas de resolver a tensão causada pela necessidade de preparar os alunos, neste mundo em tão rápido avanço, para uma sociedade que se desconhece, devendo constar das principais preocupações das escolas (Gavrilyuk, 2015; Lüftenegger et al., 2012). Recomendações como estas vigoram internacionalmente, através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para o séc. XXI, presentes na resolução A/RES/70/1 (2015) das Nações Unidas.

As competências de desenvolvimento pessoal e autonomia (DPA) são consideradas essenciais para a contínua autoatualização que o mundo em rápido avanço nos exige (Gavrilyuk, 2015; Smethurst, 1995) e fundamentais para a aprendizagem ao longo da vida (Gavrilyuk, 2015; Lüftenegger et al., 2012). Considera-se que, para o desenvolvimento deste tipo de competências e outras, os alunos precisam de ter um papel ativo na sua aprendizagem (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Cowan, 2005; Topping, 2009); a auto e heteroavaliação constituem processos através dos quais é promovido esse papel ativo (Nicol, 2010; Topping, 2009). Concretamente, a heteroavaliação está associada ao desenvolvimento de competências de DPA como autorregulação, autoconfiança, responsabilidade pela própria aprendizagem e motivação (Brignell et al., 2019; Butler & Winne, 1995; Falchikov, 2007; Gavrilyuk, 2015; Panadero & Alonso-Tapia, 2013; Panadero et al., 2017; Shen et al., 2020; Topping, 2009; Zimmerman, 2002). Da mesma forma, a autoavaliação parece estar também envolvida no desenvolvimento destas competências (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Sadeghi et al., 2015; Topping, 2009) e na melhoria das aprendizagens, à semelhança da heteroavaliação (Double et al., 2020), no entanto, com menor eficácia do que esta última (Ashraf & Mahdinezhad,

2015; Stančić, 2021). Simultaneamente, estudos afirmam que os alunos têm dificuldades em se autoavaliarem (Dunlosky & Lipko 2007; Dunning et al., 2004), ao passo que manifestam melhor desempenho e uma predisposição para a heteroavaliação (Llandó et al., 2014; Reinholz, 2016), o que pode estar relacionado com a dificuldade de distanciamento e objetividade da análise do próprio trabalho (Black et al., 2003; Reinholz, 2016). A par destas pesquisas que atribuem vantagem à heteroavaliação, autores como Reinholz (2016) e Stančić (2021) afirmam e mostram, respetivamente, que a utilização da heteroavaliação promove a autoavaliação nos alunos, com o primeiro a apresentar um modelo prático de sustentação e promoção dessa relação, o Ciclo de Avaliação.

Tendo em linha de conta esta informação, parece haver bases suficientes que sustentem uma investigação do papel da heteroavaliação na promoção de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia, e no fortalecimento das menos desenvolvidas capacidades de autoavaliação dos alunos, as quais são importantes, não só pelo seu valor intrínseco, mas também porque promovem a melhoria das competências de DPA, incontornáveis para a vivência no século XXI, onde a aprendizagem ao longo da vida assume um papel de destaque. Estamos, portanto, perante uma tríade sinérgica. Apesar disso, a investigação nesta área é ainda limitada quando comparada com outros campos da educação, especialmente no que toca ao ensino não-universitário, sendo também mais escassa, de uma forma mais abrangente, no que concerne às formas concretas de como desenvolver as já bem conhecidas competências (Nicol, 2010). Com este trabalho, pretendeu-se contribuir para a necessária melhor compreensão das estratégias concretas que promovem competências para o séc. XXI, nomeadamente que capacitem os alunos para a ALV, num contexto de ensino não-universitário, utilizando a heteroavaliação como forma de desenvolvimento de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia, e de capacidades de autoavaliação, na lecionação da unidade didática “Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria”, da disciplina de Ciências Naturais, no 8.º ano de escolaridade obrigatória do ensino básico português. A problemática intitula-se “Potencialidades da heteroavaliação na capacitação de alunos do 8.º ano de escolaridade para a aprendizagem ao longo da vida” e subdivide-se em quatro questões de investigação:

- Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de capacidades de autoavaliação?

- Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia?
- Qual o contributo da heteroavaliação para a aprendizagem dos alunos?
- Quais as opiniões dos alunos acerca da heteroavaliação e seus contributos?

Este relatório final encontra-se subdividido em sete componentes principais: Introdução, Fundamentação Teórica, Fundamentação Científica, Intervenção Didática, Métodos e Procedimentos, Apresentação e Análise de Resultados, e Considerações Finais. A **Introdução** contempla a apresentação global do relatório, com contextualização da problemática em estudo, assim como a explicitação das questões de investigação; na **Fundamentação Teórica** é aprofundada a temática que orienta a investigação, com recurso à revisão da literatura de referência; na **Fundamentação Científica** consta a exploração dos conceitos científicos integrantes da unidade didática lecionada, com recurso a literatura de referência nas áreas da Biologia e das Ciências Naturais; na **Intervenção Didática** são apresentados o enquadramento curricular, a planificação da unidade de ensino e a concretização da sequência didática; na componente **Métodos e Procedimentos** são explicadas as opções metodológicas estruturantes do trabalho, tanto didáticas como investigativas, apresentando-se também o contexto e os participantes do estudo, assim como as questões de natureza ética; na secção de **Apresentação e Análise de Resultados**, como o nome indica, os dados da investigação são apresentados, analisados e discutidos; por fim, na secção de **Considerações Finais**, são apresentadas as conclusões do estudo, assim como um balanço reflexivo sobre o trabalho realizado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ALV e a Auto e Heteroavaliação

Atualmente, com o rápido avanço da tecnologia, cada um de nós é obrigado a atualizar-se continuamente e a expandir e cuidar do seu desenvolvimento pessoal (Gavrilyuk, 2015). Para se ter sucesso, hoje em dia, é necessário não só conhecimento, mas também competências, como por exemplo, pensamento livre e autonomia (Smethurst, 1995). Para tal, nas escolas, é necessário que nos afastemos de uma visão de aprendizagem que é controlada exteriormente ao indivíduo, para uma visão da aprendizagem que é controlada internamente pelo próprio indivíduo (Overly et al., 1980). Envolver os alunos na sua própria aprendizagem e na dos seus pares desenvolve capacidades relevantes para o desenvolvimento pessoal e aprendizagem ao longo da vida, tais como capacidades sociais e interpessoais, receptividade à crítica e a capacidade de fornecer *feedback* bem estruturado (Carnell, 2015). Além disso, quando os alunos têm um papel ativo na sua aprendizagem, tal facto contribui para o desenvolvimento da capacidade de pensar crítica e autonomamente, necessária para o exercício da cidadania no séc. XXI (Carnell 2015; Nações Unidas, 2015).

Alguns autores acreditam que a avaliação é o motor que propulsiona a aprendizagem dos alunos (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Cowan, 2005). Uma avaliação bem desenhada pode encorajar os alunos a terem um papel ativo na sua aprendizagem, especialmente quando a aplicação dessa avaliação é inovadora e envolvente (Ashraf & Mahdinezhad, 2015) e, aqui, a avaliação formativa assume destaque. A avaliação formativa tem um impacto positivo significativo, demonstrado, na aprendizagem dos alunos (Black et al., 2003; Black & Wiliam, 1998). Dentro da prática formativa, a auto e a heteroavaliação, especificamente, são vistas cada vez mais como componentes importantes (Black & Wiliam, 2009). Uma utilização formativa da auto e heteroavaliação pretende ajudar os alunos a planear a sua própria aprendizagem, identificar os seus pontos fortes e fracos, identificar áreas onde precisam de reformulação, e desenvolverem capacidades metacognitivas, pessoais e outras capacidades relevantes para a aprendizagem ao longo da vida (Topping, 2009). No entanto, a mudança de um paradigma de “avaliação das aprendizagens” para um outro de “avaliação para as aprendizagens” é ainda um processo em desenvolvimento (Stančić, 2021); a avaliação formativa e o *feedback* são ainda

adições ocasionais à prática tradicional de avaliação, ou até mesmo um luxo, para muitos professores em escolas e universidades (Stančić, 2021). O contexto geralmente presente nas salas de aula, que nutre a regulação externa e o atender ao reconhecimento formal através de uma nota, não é favorável à participação dos alunos nas atividades de auto e de heteroavaliação, pois nessa situação conduz à falta de empenho, uma vez que as tarefas formativas não serão tidas em conta para efeitos classificatórios. Stančić (2021) demonstrou, contudo, que este obstáculo é ultrapassável, mas requer investimentos significativos da parte dos professores e alunos, nomeadamente no tempo e compromisso com o processo de aprendizagem.

Nicol (2010) defende que o requisito base para o desenvolvimento de todas as competências é a capacidade dos alunos avaliarem criticamente a qualidade e impacto do seu próprio trabalho. Segundo o autor, se o ensino for desenhado de modo a promover esta experiência de avaliação crítica, tal resultará no desenvolvimento simultâneo de múltiplas competências, transferíveis para várias áreas da vida. Nicol (2010) adianta também que, em termos de investigação, tem sido feito um esforço considerável, internacionalmente, para descobrir que capacidades, qualidades pessoais e conhecimentos (a cuja articulação se dá o nome de competências) devem ser desenvolvidos nos alunos, de modo a que estes se preparem para o exercício da cidadania no século XXI, no entanto, muito menos atenção tem sido dedicada à forma como estas competências irão ser desenvolvidas, e aqui, o presente trabalho pretende fornecer um contributo. A auto e a heteroavaliação constituem processos nos quais os alunos desempenham o referido papel ativo na aprendizagem, fundamental para o desenvolvimento de competências necessárias à vida nas sociedades atuais (Ashraf & Mahdinezhad, 2015).

Feedback

A heteroavaliação é um processo no qual os indivíduos consideram a quantidade, nível, valor, adequabilidade, qualidade ou sucesso dos produtos ou resultados da aprendizagem dos seus pares (Panadero & Alqassab, 2019). Já a autoavaliação, segundo Reinholz (2016), é o processo que envolve o indivíduo comparar o seu desempenho com um objetivo definido, de modo a ajustar e melhorar a sua prática. Central em ambos os processos, e na avaliação formativa em geral, está o *feedback*. Topping (2009), inclusivamente, afirma que o principal objetivo da heteroavaliação é o de fornecer *feedback*. Distribuir *feedback* eficaz, que orienta e

apoia as aprendizagens, é uma atividade cognitivamente complexa que requer a compreensão dos objetivos da tarefa e dos critérios para o sucesso, e a capacidade para efetuar julgamentos sobre a relação do produto ou desempenho com esses objetivos (Topping, 2009). É o *feedback* que efetiva a transformação de “avaliação das aprendizagens” em “avaliação para as aprendizagens”, contudo, deve ficar claro que receber *feedback* sem oportunidade para reformulação limita o seu valor (Reinholz, 2016), de maneira que essa realidade deve ser acautelada. Já no que toca à sua forma, o *feedback* escrito pode ser fornecido eficientemente por alguns alunos, mas também limita o desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal, ao passo que o *feedback* oral confere maior importância aos aspetos sociais da interação e fornece oportunidades aos alunos de explicarem as suas ideias, mas também requer mais tempo de aula (Reinholz, 2016).

A Heteroavaliação e as suas mais-valias

Apesar das ressalvas já referidas neste texto, a heteroavaliação tem sido aplicada com sucesso em escolas primárias, básicas e secundárias (Scruggs & Mastropieri, 1998). Há evidências significativas de que a heteroavaliação pode melhorar a eficácia e qualidade das aprendizagens, bem como a compreensão conceptual, ajudando os alunos a desenvolver o conhecimento prévio, gerar inferências, integrar ideias, emendar mal-entendidos e explicar e comunicar os seus entendimentos, havendo ganhos tanto para o avaliador como para o avaliado (Black et al., 2003; Dochy, et al., 1999; Double et al., 2020; Falchikov, 2013; Park & Williams, 2016; Roscoe & Chi, 2007; Sadeghi et al., 2015; Topping, 2009). Porém, as vantagens da heteroavaliação não se esgotam na melhoria das aprendizagens; quando utilizada de forma formativa, podem estender-se ao desenvolvimento/promoção de muitos outros processos cognitivos e comportamentos: maiores níveis de *time on task* (Topping, 2009); a identificação e análise precoces de erros e equívocos, o que pode levar à deteção de falhas no conhecimento e à sua posterior colmatação (Topping, 2009); maiores capacidades de autoavaliação e uma maior consciência metacognitiva (Reinholz, 2016; Topping, 2009); ganho de capacidades específicas do domínio em estudo (van Zundert et al., 2010); um efeito positivo no relacionamento interpessoal e melhoria das capacidades de comunicação, quando envolve mais interações entre os pares (Panadero, 2016; Reinholz, 2016); maior motivação para a aprendizagem (Topping, 2009); uma

melhor compreensão das forças e fraquezas pessoais, fornecendo também uma avaliação mais abrangente ao professor (Sadeghi et al., 2015); e melhoria da relação professor-aluno com aumento da autoconfiança dos estudantes (Sadeghi et al., 2015). Segundo Harris (como citado em Sadeghi et al, 2015, p. 1010), o professor é responsável não só por ensinar, mas também por desenvolver a confiança em sala de aula, devendo criar um ambiente de aprendizagem seguro onde os alunos se sintam confortáveis para errar e ajudar a corrigir esses erros, sendo também aqui pertinente a utilização de dinâmicas de heteroavaliação.

Mais-valias partilhadas com a Autoavaliação

Para além destes benefícios descritos pela literatura, há ainda outros, partilhados com o processo de autoavaliação, nomeadamente: conferir um maior sentido de responsabilidade pela própria aprendizagem (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Sadeghi et al., 2015; Topping, 2009); maior autonomia (Ashraf & Mahdinezhad, 2015); melhoria das capacidades de reflexão e de pensamento crítico (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Cassidy, 2007; Lavrysh, 2016; Topping, 2009); melhoria das capacidades de avaliação do próprio desempenho e do dos pares, assim como uma maior compreensão do processo de avaliação em geral (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Sluijsmans et al., 2004); promoção do sentido de propriedade dos alunos relativamente aos critérios de avaliação e à avaliação em geral (Tai et al., 2018; Topping, 2009); e uma maior consciência de si próprios (Ashraf & Mahdinezhad, 2015). Adicionalmente a estas vantagens comumente descritas na literatura, a auto e heteroavaliação, quando cuidadosamente organizadas, podem melhorar problemas interpessoais e os alunos podem desenvolver capacidades sociais e de comunicação, negociação e diplomacia, bem como de trabalho em equipa; além disso, aprender a fornecer e a receber críticas, justificar a sua posição e aceitar sugestões constituem capacidades sociais úteis e transferíveis, sendo, portanto, integrantes de uma aprendizagem ao longo da vida (Boud, 2000; Topping, 2009). Falchikov, nos seus estudos, mostrou, no contexto do ensino superior, que mais de 80% dos alunos que participaram em atividades de heteroavaliação afirmam que tal os fez pensar e aprender mais, que se tornaram mais organizados, tendo considerado a experiência benéfica, no entanto, acharam o processo de heteroavaliação desafiante e consumidor de tempo (Falchikov, 1986). Além disso, as perceções dos alunos relativamente ao *feedback* dos pares revelam que este terá sido útil e que a

heteroavaliação foi mais vantajosa do que o processo de avaliação apenas pelo professor, com as suas maiores forças a residirem na melhoria da reflexão, capacidade de análise e de gerar críticas construtivas (Falchikov, 1995). Observações importantes para o contexto específico deste trabalho são ainda que os alunos apresentam uma predisposição para a heteroavaliação, o que facilita a aprendizagem (Planas Lladó et al., 2014), e que os mesmos podem beneficiar da auto e heteroavaliação, mesmo sem treino prévio ou outras medidas (Hanrahan & Isaacs, 2001).

A utilização da heteroavaliação em sala de aula confere vantagens também ao professor. A heteroavaliação pode conduzir a um maior escrutínio e clarificação, por parte do docente, dos objetivos e propósitos de avaliação, critérios e escalas de classificação (Topping, 2009) e permite que este reveja o seu ensino à luz do *feedback* dos alunos (Sadeghi et al., 2015). Também, e tal como a autoavaliação, neste caso, pode fornecer um retrato mais completo do desempenho de um aluno (Resta & Lee, 2010) e permite que os professores avaliem os alunos menos vezes, mas melhor (Ashraf & Mahdinezhad, 2015).

Apesar do contexto universitário, inerente a vários dos estudos referenciados, mas não a todos, as descobertas são relevantes para outros contextos, como afirma Carnell (2015).

Heteroavaliação e Autoavaliação: comparação e fragilidades

Comparando as duas atividades formativas aqui revistas, Double et al. (2020), numa meta-análise de 54 estudos, encontraram um efeito pequeno a médio no desempenho académico dos alunos, trazido pela heteroavaliação, comparativamente a uma situação em que existe avaliação apenas por parte do professor e também a uma situação na qual não existe sequer avaliação; porém, não verificaram diferenças nessa eficácia entre auto e heteroavaliação. Stančić (2021), contudo, mostrou que a heteroavaliação é mais benéfica do que a autoavaliação, em alunos da universidade. Os resultados de Double et al. (2020) sugerem adicionalmente que a eficácia da heteroavaliação é robusta em diversos contextos (ensino à distância, presencial, maior ou menor frequência, nível escolar).

Apesar de todas as vantagens, existem limitações e fragilidades inerentes a estas atividades de avaliação. Para além do já referido maior investimento de tempo, existe também o facto de os processos sociais poderem influenciar e contaminar a

validade das heteroavaliações: as heteroavaliações podem ser parcialmente determinadas por laços de amizade, inimizade, a popularidade dos indivíduos, ou outras dinâmicas sociais, assim como da capacidade de aceitação das críticas (Topping, 2009). Carlsson Hauff & Nilsson (2022) mostraram, por exemplo, que os alunos que consideram possuir mais conhecimento e que têm baixa confiança nos seus pares reagem de forma mais negativa à heteroavaliação do que os alunos que pensam possuir menos conhecimento. Apesar disto, alguns autores analisaram e confirmaram a validade e confiabilidade da heteroavaliação relativamente a vários produtos, tais como apresentações, atividades de grupo, projetos e ensaios escritos (Billington 1997; Topping, 2005). Segundo Sadeghi et al. (2015), a confiabilidade não constitui um problema, também porque os alunos podem tornar-se cada vez mais precisos na sua avaliação à medida que a praticam. De modo similar, a desconfiança em relação às competências de avaliação dos pares, tensão na comunicação de *feedback*, competição e falta de preparação podem reduzir o envolvimento dos alunos no fornecimento de *feedback* aos pares (To & Panadero, 2019). Para contornar estas dificuldades, é crucial, segundo To & Panadero (2019), que os professores acalmem as ansiedades dos alunos através do desenvolvimento de um estado de espírito reflexivo durante a hetero e a autoavaliação. Outra limitação apontada é o da desresponsabilização inerente à não-prestação de contas por parte de quem avalia (Panadero & Alqassab, 2019). Para contornar o problema, Panadero & Alqassab (2019) sugerem que quem avalia seja, por sua vez, também avaliado quanto à utilidade dos seus comentários e ajuda prestada.

Utilização eficaz da heteroavaliação

Para uma utilização eficaz destas atividades de avaliação em sala de aula, é necessário ter em linha de conta algumas recomendações da literatura. Uma característica em comum nas atividades de auto e de heteroavaliação bem-sucedidas é a utilização explícita de critérios de avaliação claros (Falchikov, 1995; Stefani, 1998). Com a discussão, negociação e construção conjunta de critérios de avaliação claros e objetivos, com os alunos, é esperado que seja aprofundada a compreensão por parte destes, que a validade e fiabilidade das avaliações sejam aumentadas, e que, através de discussão em pequeno grupo dos critérios propostos pelo professor, que deverá também levar a uma quantidade modesta de sugestões de alteração, sejam conduzidos a um maior sentimento de propriedade (Karegianes et al., 1980;

MacArthur et al., 1991). Topping (2009) afirma que os alunos precisam de estar envolvidos no desenvolvimento dos critérios, de modo a sentirem uma diminuição da ansiedade avaliativa, mesmo que acabem por surgir com algo muito semelhante ao que o professor iria aplicar. A compreensão dos critérios de avaliação por parte dos alunos pode ser desenvolvida através da utilização de rubricas de avaliação, que os ajudam não só a compreender os critérios, como também os objetivos a alcançar, desde que estejam ativamente envolvidos na sua aplicação, sendo que a participação por parte dos alunos na sua criação pode melhorar a compreensão, autorregulação e precisão da autoavaliação (Panadero & Romero, 2014; Reinholz, 2016).

Para a aplicação de atividades de heteroavaliação bem-sucedidas, Topping (2009) refere ainda que este processo é geralmente mais preciso quando apoiado por treino, *checklists*, exemplificação, assistência e monitorização do professor. É necessário também inculcar aos alunos alguma responsabilidade, pois ao torná-los responsáveis pela aprendizagem dos seus pares, é mais provável que estes se envolvam de forma significativa na heteroavaliação (Featherstone et al., 2011).

O fornecimento de *feedback*, como já foi aqui mencionado, é essencial, tanto de aluno para aluno como do professor para os alunos. A este respeito, receber *feedback* que refira apenas qual a resposta certa tem pouco valor (Aleven et al., 2004) e a atribuição de classificações pode distrair os alunos da tarefa de criarem um *feedback* elaborado (Butler, 1988), daí que seja importante clarificar com os alunos o tipo de *feedback* que devem fornecer, neste caso referido a critérios de avaliação claros e objetivos, com níveis e descritores. No que concerne ao professor, este deve distribuir um tipo específico de *feedback*: fornecer aos alunos informação sobre as suas observações relativas ao desempenho dos discentes como avaliadores; se os alunos não possuírem esta informação, a sua capacidade para fornecer *feedback* útil não melhorará (Topping, 2009). Ainda, Stančić (2021) refere que é importante recolher informação acerca das perceções dos alunos sobre o *feedback* dos pares e da sua utilidade para a aprendizagem.

Em relação ao tipo de atividades mais propícias à consecução eficaz de dinâmicas de heteroavaliação, Swan (2006) mostrou que quando os alunos podem comparar diferentes soluções para o mesmo problema, torna-se mais fácil identificar os pontos fortes e fracos nas soluções, levando a uma compreensão conceptual mais profunda. Isto sugere que as atividades abertas serão as mais indicadas como alvo de heteroavaliação.

Um último ponto de importante consideração é ainda o anonimato relativo ao *feedback* entre pares. Uma revisão de Panadero & Alqassab (2019) acerca do anonimato na heteroavaliação, que teve em linha de conta 14 estudos que utilizaram grupos controlo, concluiu que a literatura evidencia resultados mistos em relação ao assunto. Alguns autores defendem que o anonimato permite a ambas as partes envolvidas no processo focarem-se na qualidade da sua avaliação, independentemente dos aspetos sociais existentes (Peterson & Peterson, 2011). Apesar de Strijbos et al. (2009) afirmarem que a heteroavaliação anónima é preferível em situações de avaliação sumativa, uma meta-análise de Li et al. (2015) mostrou que a heteroavaliação não-anónima é mais precisa, demonstrando uma maior correlação com as notas atribuídas pelo professor. Além disso, o problema que o anonimato tenta resolver, o dos efeitos interpessoais, representa uma realidade bastante complexa, pelo que esperar que o anonimato melhore todos os fatores em jogo numa interação social deste tipo é provavelmente irrealista (Panadero & Alqassab, 2019).

Relação entre Heteroavaliação e Autoavaliação

Postulada esta informação, e com vários benefícios em comum, qual a relação entre a heteroavaliação e a autoavaliação? Reinholz (2016) publicou um artigo que se foca na forma como a heteroavaliação pode ajudar os alunos a regularem a sua própria aprendizagem, sugerindo um modelo descritivo de como a heteroavaliação apoia a autoavaliação: o Ciclo de Avaliação (Figura 1). É, portanto, atribuída à heteroavaliação a faculdade de desenvolver capacidades de autoavaliação nos alunos, afirmando ainda o autor que a heteroavaliação fornece aos discentes oportunidades para autorreflexão sobre o seu entendimento dos conceitos e ideias, característica comum à autoavaliação, pois To & Panadero (2019), num estudo que envolveu 11 alunos do 1.º ano de faculdade, mostrou que, ao participarem em tarefas de autoavaliação, os alunos enriquecem o seu entendimento de qualidade, relativa aos seus trabalhos, refinam o seu julgamento subjetivo e aprofundam a autorreflexão. Também Stančić (2021), num estudo que envolveu 103 alunos, num período de quatro anos, envolvidos em atividades de heteroavaliação, concluiu que esta atividade pode apoiar os alunos a autoavaliarem. A auto e heteroavaliação contribuem para que os alunos compreendam melhor os objetivos e requisitos de aprendizagem, que reflitam sobre o seu trabalho e considerem formas de o melhorar,

mas também os torna solidários com a aprendizagem de cada um (Stančić, 2021), o que ajuda na criação do ambiente de sala de aula seguro que Harris refere (como citado em Sadeghi et al., 2015, p. 1010). Outro ponto importante é o de que os estudos indicam que os alunos, normalmente, têm uma fraca prestação na correta avaliação do seu próprio trabalho, sobrestimando sistematicamente as suas capacidades (Dunlosky & Lipko, 2007; Dunning et al., 2004). Na autoavaliação, o avaliador está demasiado próximo ao trabalho, faltando-lhe uma perspetiva distanciada e objetiva (Black et al., 2003). No entanto, mesmo com informação limitada, os pares são frequentemente melhores a avaliar as capacidades e características de outros do que as suas (Reinholz, 2016), possivelmente porque podem ver os trabalhos de uma perspetiva mais distanciada (Black et al., 2003). Estes factos tornam pertinente a utilização da heteroavaliação como forma de melhorar as capacidades de autoavaliação dos alunos, geralmente não tão bem desenvolvidas. Para além do distanciamento, há outros fatores em jogo. Por norma, quando um indivíduo é questionado sobre se sabe ou não algo, em vez de tentar recordar informação ou gerar a informação requerida, manifesta um comportamento que Kahneman (2011) intitula de *cognitive ease*, que consiste na confiança num sentimento visceral do quão bem um indivíduo acha que sabe ou não algo, o que resulta em avaliações imprecisas. A precisão na autoavaliação pode ser aumentada ao estimular explicitamente os indivíduos a recordarem a informação relevante (Dunlosky & Lipko, 2007), ou seja, utilizando critérios de avaliação; para conceitos mais complexos, a precisão pode ser aumentada através da explicação do seu raciocínio a outras pessoas, atividade que integra muitas vezes o processo de heteroavaliação (Reinholz, 2016). Além disso, a prática analítica da heteroavaliação ajuda os alunos a desenvolverem um sentido de distanciamento e objetividade, os quais poderão aplicar ao seu próprio trabalho (Reinholz, 2016).

Para entender como o modelo proposto por Reinholz (2016) se propõem a fazer uso da heteroavaliação para apoiar a autoavaliação (Tabela 1), é necessário compreender primeiro os três componentes de Sadler (1989), referentes à autoavaliação:

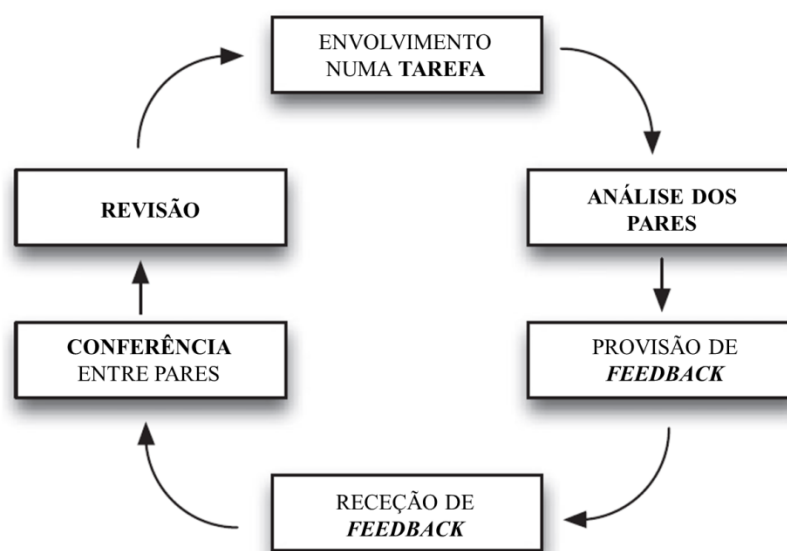
1. *Goal awareness*: é uma compreensão do que se pretende alcançar. Quando os alunos analisam o trabalho de outros, têm acesso a uma variedade de exemplos que os podem ajudar a detetar melhor as gradações na qualidade. A

heteroavaliação parece promover a autoavaliação por tornar processos avaliativos invisíveis mais explícitos e transparentes (Reinholz, 2016).

2. *Self-awareness*: é a capacidade de avaliar com precisão a qualidade do próprio trabalho.
3. *Gap closure*: é a redução da discrepância entre o desempenho atual e o desejado. Os alunos podem reduzir o *gap closure* com estratégias como, por exemplo, o aumento do esforço, motivação e envolvimento, a procura de informação/ajuda do professor, colegas ou de outra fonte (Reinholz, 2016).

Figura 1

Ciclo de Avaliação de Reinholz



Nota. **Envolvimento numa tarefa**: tarefas abertas, com múltiplas soluções, apoiam a aprendizagem através da análise, pois fornecem aos alunos mais oportunidades para comparar e interligar soluções (resolução de um problema, ensaio escrito, apresentação...); **Análise dos pares**: processo analítico de heteroavaliação; **Provisão de feedback**: os alunos fornecem *feedback*, escrito ou oral; **Receção de feedback**: os pares recebem e analisam o *feedback* recebido pelos colegas; **Conferência entre pares**: discussão entre pares, que permite aos alunos conferenciar acerca dos seus *feedbacks* e análises; **Revisão**: reformulação do trabalho, antes da entrega final ao professor. Adaptado de Reinholz (2016).

Tabela 1

Fases do Ciclo de Avaliação e a forma como estas podem promover a autoavaliação

FASE	EXEMPLOS DE COMO A FASE APOIA A AUTOAVALIAÇÃO
Envolvimento numa Tarefa	<u>Consciência de performance</u> : os alunos explicam as suas ideias <u>Gap closure</u> : reformulações durante a resolução de problemas
Análise dos Pares	<u>Goal awareness</u> : através da análise de vários exemplos
Provisão de <i>feedback</i>	<u>Consciência de performance</u> : explicar as suas ideias e receber <i>feedback</i> acerca das suas explicações <u>Gap closure</u> : desenvolvimento de <i>feedback</i> construtivo com vista à melhoria do trabalho
Receção de <i>feedback</i>	<u>Consciência de performance</u> : os alunos veem o seu trabalho sob a perspetiva de outra pessoa
Conferência entre pares	Oportunidades para <u>discutir</u> análises e <i>feedbacks</i> podem aumentar o impacto das análises dos pares, a provisão de <i>feedback</i> e a receção de <i>feedback</i>

Nota. Adaptado de Reinholz (2016).

Heteroavaliação e Competências de DPA

Para além da possibilidade da heteroavaliação apoiar a menos desenvolvida (ou mais complexa) autoavaliação, outra questão deste trabalho diz respeito à relação entre a heteroavaliação e o desenvolvimento de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia. Esta área de competências, elencada no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), Martins et al. (2017), está intimamente relacionada com o desenvolvimento do indivíduo numa perspetiva de constante atualização e a aprendizagem ao longo da vida. Considerando-se a ALV como uma forma de educação iniciada pelo próprio, focada no desenvolvimento pessoal, é evidente a relevância da área de competências em causa. A autonomia em sala de aula está associada ao aumento da motivação para aprender, persistência e comportamento autorregulado, que constituem os pilares da ALV (Gavrilyuk, 2015; Lüftenegger et al, 2012). A motivação, associada à perceção de maior controlo sobre a aprendizagem por parte do aluno, numa sala de aula que encoraja o desempenho determinado pelo próprio estudante como agente ativo, promove por parte deste a monitorização e avaliação da sua própria aprendizagem, isto é, a autonomia

(Lüftenegger et al., 2012). A autonomia é vantajosa tanto para o desempenho escolar, como para o conforto psicológico, sendo benéfica tanto para o desenvolvimento pessoal dos alunos, como dos professores (Gavrilyuk, 2015).

Quando falamos de desenvolvimento pessoal e autonomia, referimo-nos a capacidades de autorregulação (como identificação dos pontos fortes e fracos; a capacidade de pedir ajuda e expressar as necessidades; desenhar, implementar e avaliar, com autonomia, estratégias para alcance dos objetivos), autoconfiança, motivação para aprender, responsabilidade pela própria aprendizagem e resiliência (resiliência e persistência no alcance das próprias metas) (Martins et al., 2017). Não há, contudo, desenvolvimento da autonomia sem que haja a sua promoção nos atores escolares, alunos e professores (Gavrilyuk, 2015).

A heteroavaliação estimula os alunos a desenvolverem-se como avaliadores realistas do seu próprio desempenho, permitindo-lhes monitorizar a sua própria aprendizagem de uma forma eficaz, em vez de se apoiarem totalmente em outros para este papel (Sambell et al., 2006). Há também um consenso geral de que a autoavaliação está intimamente relacionada com a autorregulação, desempenhando aí um papel importante (Panadero & Alonso-Tapia, 2013; Zimmerman, 2002), daí a importância desta triangulação sinérgica: heteroavaliação, autoavaliação, desenvolvimento pessoal e autonomia. Gholami (2016) mostrou, no seu estudo, que a utilização da autoavaliação aumenta a autonomia dos alunos, em geral, e que os alunos universitários manifestam uma atitude positiva face à utilização da técnica. No entanto, um estudo comparativo entre heteroavaliação e autoavaliação em estudantes universitários verificou que, apesar de ambos os grupos terem beneficiado, o grupo que praticou a heteroavaliação melhorou mais a sua autonomia, com uma diferença significativa, inclusivamente (Ashraf & Mahdinezhad, 2015), pelo que não é descabido olhar para a heteroavaliação como tendo aqui o papel preponderante e maior potencialidade. Também Shen et al. (2020), utilizando alunos de inglês da faculdade ao longo de um semestre, mostraram que a heteroavaliação, aplicada em substituição da avaliação pelo professor, pode melhorar a autonomia dos alunos no seu processo de aprendizagem, com efeitos marcados na redução da dependência do professor e aumento da sua autoconfiança, à semelhança de Falchikov (2007), que demonstrou também que a utilização da heteroavaliação diminui a dependência do professor. Relativamente à autoconfiança, para além do estudo anterior, Sadeghi et al. (2015), através da comparação entre grupos de alunos

que praticaram heteroavaliação e outros que receberam avaliações apenas do professor, concluíram que a heteroavaliação é mais eficaz a aumentar a autoconfiança, mas também a motivação dos alunos, o envolvimento com a aprendizagem (especialmente no estabelecimento e clarificação de objetivos, bem como na responsabilidade pela própria aprendizagem) e maior confiança na avaliação dos pares. Stančić (2021) mostrou ainda que é possível desenvolver motivação autónoma e mais internalizada nos alunos para que estes se envolvam nas atividades de auto e de heteroavaliação, apesar do contexto educativo geral. No que concerne à autorregulação, para Nicol (2010), desenvolver a capacidade de autorregulação dos alunos requer fundamentalmente que estes disponham de oportunidades regulares para: (i) avaliarem criticamente a qualidade e impacte do seu próprio trabalho durante e após a sua produção e (ii) avaliarem criticamente a qualidade e impacte do trabalho dos seus pares. A literatura refere que a receção de *feedback* associado à heteroavaliação pode reduzir a quantidade de erros e ter efeitos positivos na aprendizagem, sendo que esta prática avaliativa é essencial no desenvolvimento e aplicação de capacidades de autorregulação (Brignell et al., 2019; Panadero et al., 2017; Topping, 2009). Como já foi referido, Swan (2006) mostrou que a heteroavaliação, aplicada a atividades abertas, permite aos alunos tomarem consciência dos seus pontos fortes e fracos. Crucialmente, o *gap closure*, um dos componentes de Sadler (1989) da autoavaliação, requer do aluno a monitorização contínua do seu desempenho e autorregulação (Butler & Winne, 1995), ou seja, é necessário o desenvolvimento de competências de autonomia e desenvolvimento pessoal para uma correta autoavaliação e melhoria do desempenho académico. Afigura-se pertinente, portanto, o desenvolvimento deste tipo de competências, se quisermos que os alunos autoavaliem com qualidade, numa perspetiva de desenvolvimento pessoal e aprendizagem ao longo da vida.

FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Autotrofismo e Heterotrofismo

A vida no planeta Terra é baseada em carbono, que é, na sua maioria, proveniente da redução de CO₂ (Gutekunst, 2018). A fixação do carbono, presente neste gás, em compostos orgânicos terá sido um passo crucial na evolução das primeiras formas de vida (Fuchs, 2011). Para assegurar as suas funções vitais e manutenção, um ser vivo necessita de uma fonte de carbono, átomo que constituirá a base molecular do seu funcionamento e estrutura, e de uma fonte de energia, essencial para os processos que caracterizam os fenómenos biológicos (Reece et al., 2015). Na classificação mais abrangente quanto ao modo como obtêm o carbono e a energia dos quais necessitam, os seres designam-se por autotróficos ou heterotróficos (Agrawal & Gopal, 2013; Gutekunst, 2018; Kiesow, 1964; Reece et al., 2015).

Os seres autotróficos (do grego *autos* “próprio” e *trophos* “alimentação”) são capazes de produzir o seu próprio alimento, fixando o carbono presente no CO₂ e produzindo os seus próprios compostos orgânicos, os quais serão utilizados na respiração e nas suas necessidades estruturais (Agrawal & Gopal, 2013; Gutekunst, 2018; Reece et al., 2015). São seres como plantas e algas, mas também procariontes como cianobactérias (Alber, 2009; Claasens et al., 2016; Reece et al., 2015). Os seres heterotróficos (do grego *hetero* “outro” e *trophos* “alimentação”) são incapazes de produzir o seu próprio alimento, obtendo energia através dos compostos orgânicos presentes noutros organismos (Reece et al., 2015).

Apesar da aparente simplicidade desta classificação, como tudo em Biologia, esta encerra várias camadas de complexidade, como se pode concluir pela análise da Tabela 2.

Tabela 2

Classificação dos seres vivos quanto ao modo de nutrição

Designação	Fonte de energia	Fonte de carbono	Seres vivos
AUTOTRÓFICOS			
Fotoautotróficos	Luz	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ ou compostos relacionados	Plantas; alguns protistas (p. ex. algas); procariontes fotossintéticos (p. ex. cianobactérias)
Quimioautotróficos	Compostos inorgânicos (p. ex. H ₂ S, NH ₃ ou Fe ²⁺)	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ ou compostos relacionados	Alguns procariontes (p. ex. <i>Sulfolobus</i>)
HETEROTRÓFICOS			
Fotoheterotróficos	Luz	Compostos orgânicos	Alguns protistas aquáticos e halófilos (p. ex. <i>Rhodobacter</i> , <i>Chloroflexus</i>)
Quimioheterotróficos	Compostos orgânicos	Compostos orgânicos	Animais; Fungos; algumas plantas; muitos protistas e procariontes (p. ex. <i>Clostridium</i>)

Nota. Adaptado de Reece et al., 2015.

Nem o CO₂ é a única molécula que os seres autotróficos utilizam para obterem carbono, nem a luz é a única fonte de energia que utilizam nessa fixação. Já no tocante aos heterotróficos, também há aqueles que conseguem utilizar a luz como fonte de energia, à semelhança dos seres fotossintéticos (plantas, algas e cianobactérias), não tendo contudo a capacidade, ao contrário destes, de obter todo o seu carbono a partir da molécula de CO₂, necessitando, para isso, de compostos orgânicos como todos os seres heterotróficos. No entanto, para o nível de ensino a que se reporta este trabalho, basta a distinção entre autotrófico e heterotrófico, considerando-se os seres fotoautotróficos e os quimioheterotróficos como os representantes respectivos desses dois grupos, por força da sua maior abundância. É importante, acima de tudo, que fique claro que os seres autotróficos produzem as suas próprias moléculas orgânicas a partir do CO₂ e outros compostos inorgânicos do

meio ambiente constituindo, em última instância, a fonte de compostos orgânicos para todos os organismos heterotróficos (Reece et al., 2015).

Ecosistemas: Produtores, Consumidores e Decompositores

Os organismos desempenham três funções basilares nos ecossistemas, relacionadas com o seu modo de nutrição: produtores, consumidores e decompositores (Agrawal & Gopal, 2013). Os produtores da biosfera (seres autotróficos), assim designados por serem os únicos capazes de produzir alimento a partir de materiais inorgânicos, produzem os seus próprios compostos orgânicos através do processo de fotossíntese ou quimiossíntese; são muitas vezes chamados de produtores primários (Agrawal & Gopal, 2013; Kiesow, 1964; Kiesow, 1967; Reece et al., 2015). Focando-nos nos seres fotoautotróficos, estas plantas, algas e cianobactérias realizam o processo de fotossíntese, no qual a energia luminosa do Sol é convertida em energia química armazenada nas substâncias orgânicas, como açúcares, sintetizadas a partir de água, minerais absorvidos do solo e CO₂ obtido da atmosfera (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015). Nos ambientes de mar profundo onde a luz solar não consegue penetrar existem ecossistemas hidrotermais, nos quais os produtores primários (bactérias quimiossintéticas) fabricam compostos orgânicos a partir do H₂S, por exemplo, que é libertado nas fontes hidrotermais (Agrawal & Gopal, 2013). Os consumidores (seres heterotróficos) são organismos que se alimentam de outros organismos, pois não são capazes de produzir o seu próprio alimento como os produtores (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015). Grosso modo, os consumidores que se alimentam de produtores, como plantas, têm a designação de herbívoros, os que se alimentam de outros animais chamam-se carnívoros e os que se alimentam tanto de produtores como de outros consumidores, como nós humanos, têm a designação de omnívoros (Agrawal & Gopal, 2013). Alguns seres heterotróficos consomem resíduos orgânicos num processo que se designa por decomposição; estes seres heterotróficos são designados por decompositores (Reece et al., 2015). A maioria dos procariontes e fungos são seres decompositores, decompondo portanto, compostos orgânicos complexos, tais como celulose e lignina, restos orgânicos e matéria morta, como carcaças, fezes e folhas mortas, entre outros. A conversão destes compostos em compostos inorgânicos, que são libertados nos ecossistemas em formas que podem ser utilizadas novamente pelos produtores, permite a sua reciclagem (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015).

Por aqui se deduz que os decompositores desempenham funções ecológicas de extrema importância: o *turnover* da matéria orgânica e a reciclagem de nutrientes, sendo determinantes para a fertilidade do solo e para a absorção de nutrientes pelas plantas (Bradford et al., 2002; Scheu 2003; Wardle et al., 2004). Sem os decompositores, a vida como a conhecemos não seria possível e terminaria (Reece et al., 2015). Aqui é importante distinguir os verdadeiros decompositores dos seres detritívoros. Apesar da literatura consultada ser relativamente ambígua nesta questão, o manual escolar adotado e a opinião do autor deste relatório convergem neste ponto. Os verdadeiros decompositores, bactérias e fungos, iniciam e executam o processo de decomposição, como já foi dito, enquanto os organismos detritívoros, animais como minhocas e artrópodes de pequenas dimensões, consomem a matéria orgânica em decomposição, contribuindo assim para a reciclagem de nutrientes (Eisenhauer et al., 2010), ou alternativamente, ajudam o processo de outras formas, como por exemplo ao espalharem esporos fúngicos, aumentando a sua distribuição, como é o caso específico das minhocas (Gormsen et al., 2004); no entanto, estes organismos detritívoros não decompõem a matéria orgânica *per se*. Apesar disso, a interação entre os decompositores verdadeiros e os organismos detritívoros é fundamental para os ecossistemas, tendo um impacto sinérgico positivo nas plantas, propagando-se estes efeitos aos herbívoros (Eisenhauer et al., 2010).

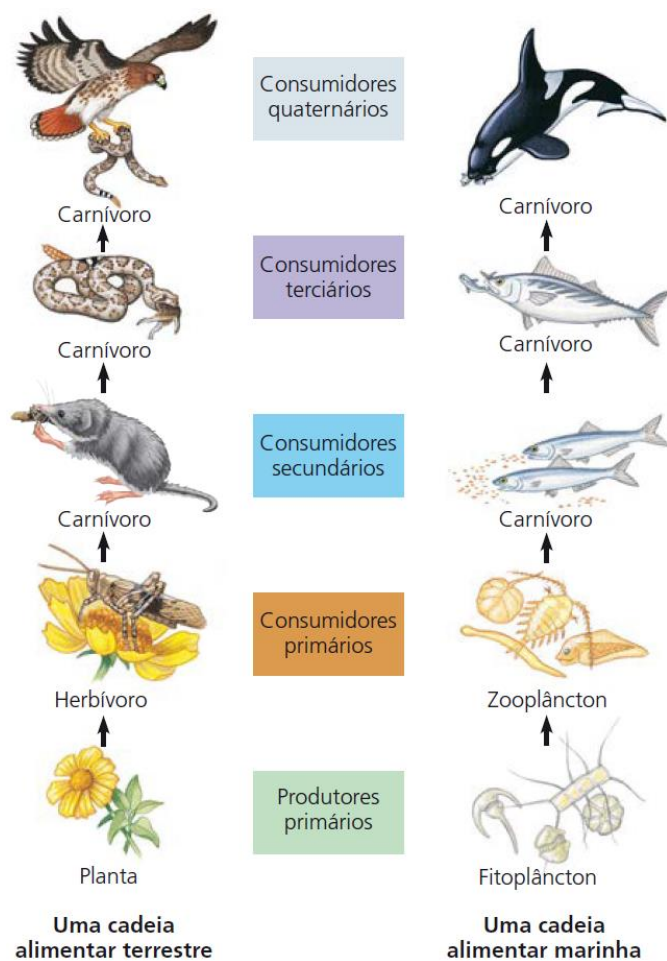
Cadeias e Teias Alimentares

A transferência da matéria e energia das plantas e outros seres autotróficos (produtores primários) para os herbívoros (consumidores primários) e destes para os carnívoros (consumidores secundários, terciários e quaternários), terminando nos decompositores, é designada por cadeia alimentar (Reece et al., 2015). Os ecólogos esquematizam as relações tróficas de uma comunidade, fazendo uso de setas que ligam as espécies de acordo com a relação alimentar estabelecida. Uma cadeia alimentar (Figura 2), portanto, representa uma sucessão de organismos que estabelecem relações alimentares entre si (Agrawal & Gopal, 2013; Pimm et al., 1991). No entanto, as cadeias alimentares não existem como unidades isoladas na natureza, até porque os animais têm tipicamente uma dieta variada e, por sua vez, servem também de alimento para uma variedade de criaturas (Agrawal & Gopal, 2013). Apresentam-se, antes, sob a forma do que se designa por teias alimentares (Reece et al., 2015). Uma teia alimentar (Figura 3) é um conjunto interligado de

cadeias alimentares de um ecossistema (Agrawal & Gopal, 2013), descrevendo as relações alimentares existentes na comunidade de organismos (Briand & Cohen, 1987), geralmente esquematizadas sob a forma de redes de espécies, bem como as ligações energéticas que se estabelecem entre elas (Thompson et al., 2012). Uma espécie está ligada a outra quando a energia (e matéria) flui de uma para a outra, ou seja, quando uma se alimenta da outra (Briand & Cohen, 1987). Os decompositores não são normalmente incluídos nas teias alimentares, mas, se o forem, marcam o seu final (Lisowski et al., 2004). A posição que um organismo ocupa numa cadeia alimentar denomina-se nível trófico (Agrawal & Gopal, 2013); as cadeias começam no nível trófico 1 (produtores), seguindo-se os herbívoros (nível trófico 2), predadores no nível trófico 3 e geralmente terminam nos carnívoros ou predadores de topo nos níveis tróficos 4 ou 5 (Agrawal & Gopal, 2013).

Figura 2

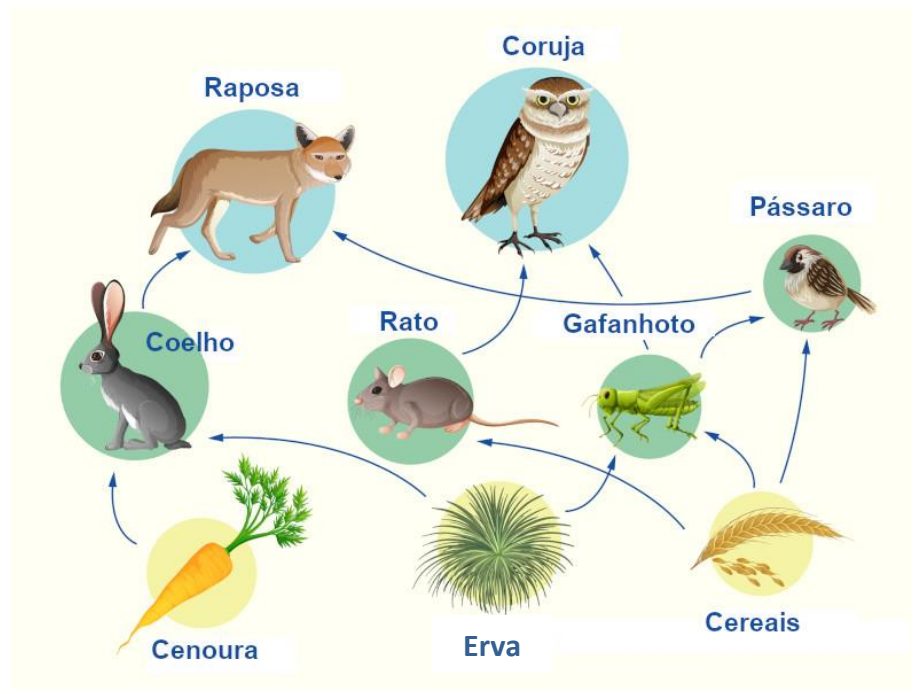
Exemplos de cadeias alimentares



Nota. A sucessão de seres vivos pode ser representada com orientação vertical, como a que consta neste esquema, mas também, e até mais comumente, na horizontal. Retirado de Reece et al. (2015).

Figura 3

Exemplo de teia alimentar



Nota. Adaptado de Dos Santos, V. S. [Teia alimentar]. Escola Kids. <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/cadeia-alimentar.htm>

Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria nos Ecossistemas

Segundo Reichle et al. (1975) os ecossistemas são sistemas de processamento de energia, onde processos ecológicos vitais, tais como a reciclagem de nutrientes e o fluxo de energia dos níveis tróficos inferiores para os superiores ocorrem. São as interações tróficas, tais como relações consumidor-recurso e predador-presa, que impulsionam os ciclos de matéria e o fluxo de energia, formando a base dos ecossistemas (Fukui et al., 2012).

A vida na Terra, com a exceção dos já referidos ecossistemas hidrotermais, é movida a energia solar, o que significa que a fotossíntese alimenta direta ou indiretamente a maior parte das formas de vida do planeta ao transformar a energia luminosa, energeticamente inútil para os seres heterotróficos, em energia química armazenada em moléculas orgânicas. Os seres fotossintéticos conseguem isso ao utilizar o CO₂ no processo de fotossíntese, convertendo o carbono inorgânico em formas orgânicas que, estas sim são utilizáveis pelos consumidores (animais, fungos, protistas heterotróficos e procariontes heterotróficos) (Reece et al., 2015). Como subentendido, a energia proveniente do Sol é transferida pela cadeia trófica do nível

mais baixo para o nível mais alto (Butz, 2002; Reece et al., 2015), estando cada nível trófico relacionado com o que o precede, pois absorve alguma da sua energia, sendo sustentado por ele (Agrawal & Gopal, 2013). Esta energia é transferida entre os níveis sob a forma de biomassa; a eficiência com que essa biomassa/energia é transferida de um nível trófico para o seguinte é chamada de eficiência ecológica (Agrawal & Gopal, 2013). No tocante a este último aspeto, e porque os ecossistemas, como todo o Universo, estão sujeitos às leis da termodinâmica, que implicam que não existam processos energeticamente eficientes a 100%, os consumidores, em cada nível, convertem uma média de apenas 10% da energia química presente no seu alimento para os seus próprios tecidos orgânicos; é por esta razão que as cadeias alimentares raramente excedem os cinco ou seis níveis tróficos (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015). Isto acontece, pois a respiração celular utiliza os compostos orgânicos para produzir energia sob a forma de ATP (adenosina trifosfato), dissipando também uma parte da energia sob a forma de calor. O ATP produzido é depois usado como fonte energética em incontáveis processos vitais. Ainda, quando um organismo utiliza a energia química para desempenhar as suas funções, como a contração muscular, divisão celular, entre outras, um pouco dessa energia é sempre perdida sob a forma de calor para o ambiente circundante (Reece et al., 2015). Dessa forma, considera-se que a energia percorre um ecossistema num fluxo unidirecional e contínuo, entrando sob a forma, geralmente, de luz e saindo sob a forma de calor (Reece et al., 2015). A consequência é a de que, embora possa dar entrada muita energia num determinado nível trófico, a energia que acaba por aí ficar armazenada (a qual representa o alimento disponível para o próximo nível trófico) é muito menor (Agrawal & Gopal, 2013). Os consumidores de topo, enquanto grupo, têm muito menos energia disponível para os sustentar do que os níveis mais próximos dos produtores, daí que se encontrem em relativamente pequeno número na maioria das comunidades; eventualmente, a quantidade de energia disponível não é suficiente para suportar outro nível (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015). Em suma, existe um fluxo de energia unidirecional nos ecossistemas: durante a fotossíntese, os produtores convertem a energia luminosa em energia química, que é utilizada pelos próprios produtores e pelos outros organismos nas suas funções vitais e que, por fim, acaba por ser eliminada do ecossistema sob a forma de calor, obedecendo às leis físicas da termodinâmica. Já no que concerne aos compostos

químicos, estes são reciclados entre os organismos e o meio, processo que a seguir se detalha.

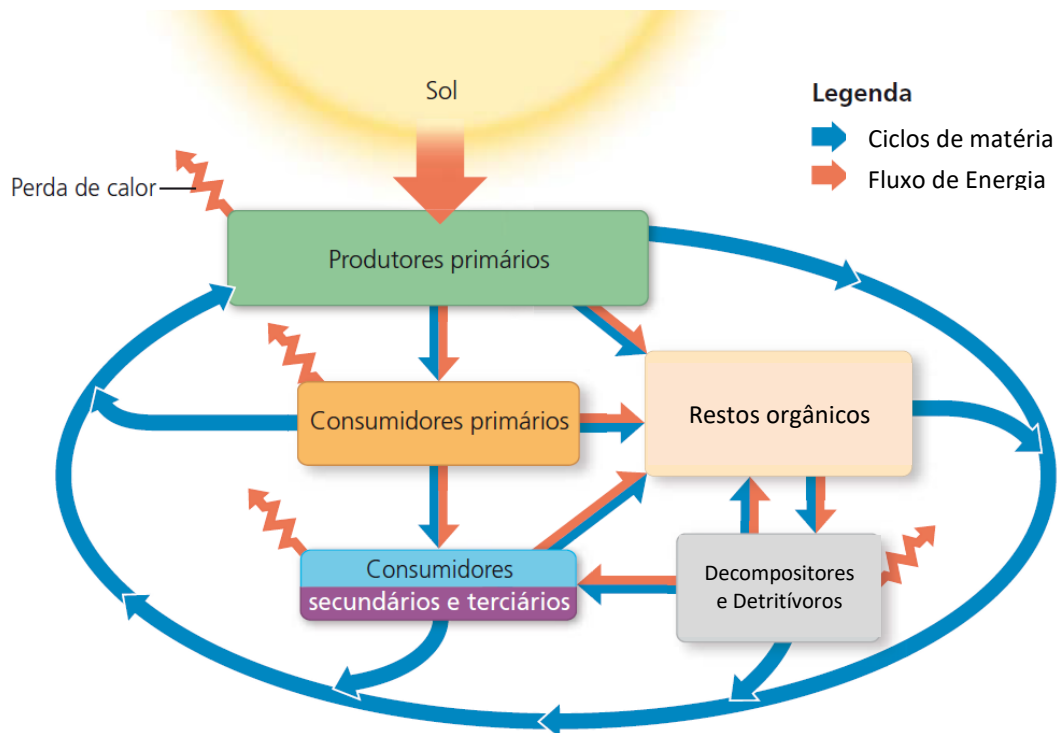
Além da energia, os ecossistemas dependem da contínua reciclagem dos elementos químicos entre as componentes biótica e abiótica (Reece et al., 2015). Os decompositores desempenham aqui um papel fundamental de reciclagem, pois ao decomporem os organismos mortos e os produtos residuais do metabolismo, tornam o carbono e os outros elementos novamente disponíveis para os produtores, devolvendo os nutrientes ao solo ou à água, e o CO₂ à atmosfera (ou solo, ou água) completando dessa forma o ciclo de matéria (Agrawal & Gopal, 2013; Reece et al., 2015). Rigler (1975) define reciclagem, dentro do campo da ecologia, como a reutilização de substâncias inorgânicas ou matéria orgânica por um organismo do mesmo nível trófico que o organismo que libertou as substâncias originalmente, ou de um nível trófico inferior. Portanto, os nutrientes absorvidos pelas plantas e outros produtores a partir do ar, solo ou água, ao serem incorporados nas suas células ou tecidos e irão passar para um animal que deles se alimente, e desse animal para outro que dele se alimente, e assim sucessivamente até aos predadores/consumidores de topo. Por fim, esses nutrientes irão regressar à componente abiótica do ecossistema pela ação dos seres decompositores, que decompõem, por exemplo, a matéria fecal e urina depositados no solo (Pastor & Cohen, 1997). Esses nutrientes tornam-se, então, disponíveis para serem novamente absorvidos pelas plantas, completando-se assim o ciclo e iniciando-se um novo (Reece et al., 2015). Esta dinâmica encontra-se esquematizada na Figura 4.

Produtores, consumidores e decompositores interligam-se numa dança biológica tal que, apenas por intermédio da ação de um, o outro pode otimizar a sua existência. Os animais não poderiam existir isoladamente, de forma alguma, uma vez que, como já foi referido, não conseguem processar matéria inorgânica. Já as plantas conseguiriam existir, no entanto, participariam de um ciclo de matéria muito lento, uma vez que a decomposição da matéria vegetal morta e a sua reconstituição em CO₂ é bastante morosa na ausência de animais, que a consomem e oxidam no interior dos seus corpos (Pastor & Cohen, 1997). Aliás, numerosas investigações sugerem que os herbívoros aumentam quase sempre as taxas de fluxo de nutrientes e de energia nos ecossistemas terrestres, ao devolverem ao solo matéria fecal e urina com um maior *turnover* que o da decomposição da matéria vegetal (Pastor & Cohen, 1997). Portanto, a transformação conjunta da matéria entre plantas e animais (produtores e

consumidores) é muito mais eficaz do que se existissem apenas plantas (Loreau, 1995). Os decompositores, naturalmente, não ficam de fora desta sinergia, o sucesso populacional destes seres é influenciado pela produção primária (que é influenciada pela existência de consumidores, como referido acima), a qual fornece carbono orgânico e nutrientes aos decompositores, por via dos restos orgânicos (Wardle, 1992).

Figura 4

Dinâmica do fluxo de energia e dos ciclos de matéria num ecossistema



Nota. A dimensão das caixas de texto é indicativa da biomassa existente nesse nível trófico. Adaptado de Reece et al. (2015).

De seguida, apresentam-se os elementos principais para a compreensão de alguns dos ciclos de matéria mais importantes no nosso planeta: os ciclos da água, do carbono e do oxigénio.

Ciclo da Água

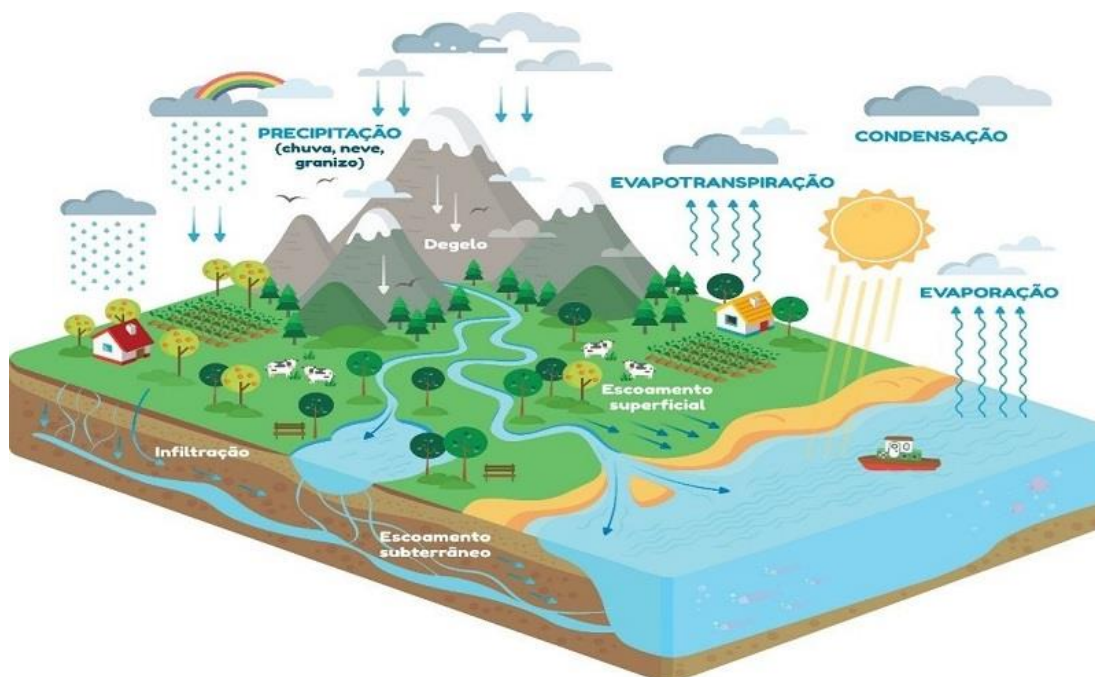
Um dos factos que tornam o planeta Terra especial é o de possuir água nos três estados da matéria: água líquida, vapor de água e gelo (Oki et al., 1999). Se considerarmos apenas os oceanos, que contêm aproximadamente 97% de toda a água

no planeta, cerca de 70% da superfície da Terra está coberta por água (Reece et al., 2015; Rossow et al., 1993). Na atmosfera, a quantidade de água é comparativamente pequena, todavia em média 60% da superfície do planeta está sempre coberta por nuvens (Reece et al., 2015; Rossow et al., 1993). Além disso, e talvez mais importante no âmbito das Ciências Naturais, a água é essencial para todos os seres vivos e sua disponibilidade influencia os processos que ocorrem nos ecossistemas, particularmente a produção primária e a decomposição em ecossistemas terrestres (Reece et al., 2015).

A água (H₂O) circula na natureza entre os seus vários reservatórios e o seu ciclo representa a componente mais ativa e de maior importância na circulação global de massa e energia no planeta (Al-Tameemi & Chukin, 2016; Oki et al, 1999). Os principais processos impulsionadores do ciclo da água são a evaporação da água líquida pela energia solar, a condensação do vapor de água nas nuvens e a precipitação. A evapotranspiração, que inclui a transpiração por parte das plantas terrestres, move grandes volumes de água, devolvendo-a à atmosfera; a infiltração da água no solo nem sempre acaba em reservatórios subterrâneos, acabando por vezes a regressar à atmosfera por via da evapotranspiração (Oki et al., 1999; Reece et al., 2015; Schlesinger & Jasechko, 2014). Já o escoamento superficial e subterrâneo devolvem água aos oceanos, o primeiro através dos rios, água essa que poderá sofrer novamente evaporação, completando assim o ciclo, como esquematizado na Figura 5 (Oki et al., 1999; Reece et al., 2015).

Figura 5

Esquematisação dos principais processos que caracterizam o ciclo da água



Nota. Retirado do *website* EPAL (Grupo Águas de Portugal).

A precipitação é o motor do ciclo hidrológico (Oki et al., 1999), mas um outro processo é também de extrema relevância neste ciclo, a evapotranspiração. A evapotranspiração constitui o fluxo de água que regressa à atmosfera a partir da superfície da Terra, sendo afetada pelas condições atmosféricas, do solo e principalmente pela vegetação (Oki et al., 1999). A vegetação pode transpirar água proveniente de camadas profundas do solo e afetar o ciclo diurno e sazonal de evapotranspiração, assim como o balanço hídrico, ao interceptar a precipitação e assim aumentando a infiltração de água no solo, que pode vir a fazer parte da escorrência subterrânea, de lençóis freáticos ou regressar à atmosfera novamente pela ação da evapotranspiração (Oki et al., 1999). Porque não distinguir entre evaporação e transpiração, esta última que também está presente nos animais? A evapotranspiração é o termo utilizado quando falamos da transpiração das plantas, pois inclui duas componentes difíceis de medir separadamente: uma física correspondente à evaporação pelas superfícies e uma biológica correspondente à transpiração, nomeadamente a vegetal, que envolve a absorção de água pelas raízes e a perda de alguma dessa água, sob a forma de vapor de água, pelos estomas das folhas (Schlesinger & Jasechko, 2014). Uma análise de 81 estudos concluiu que a

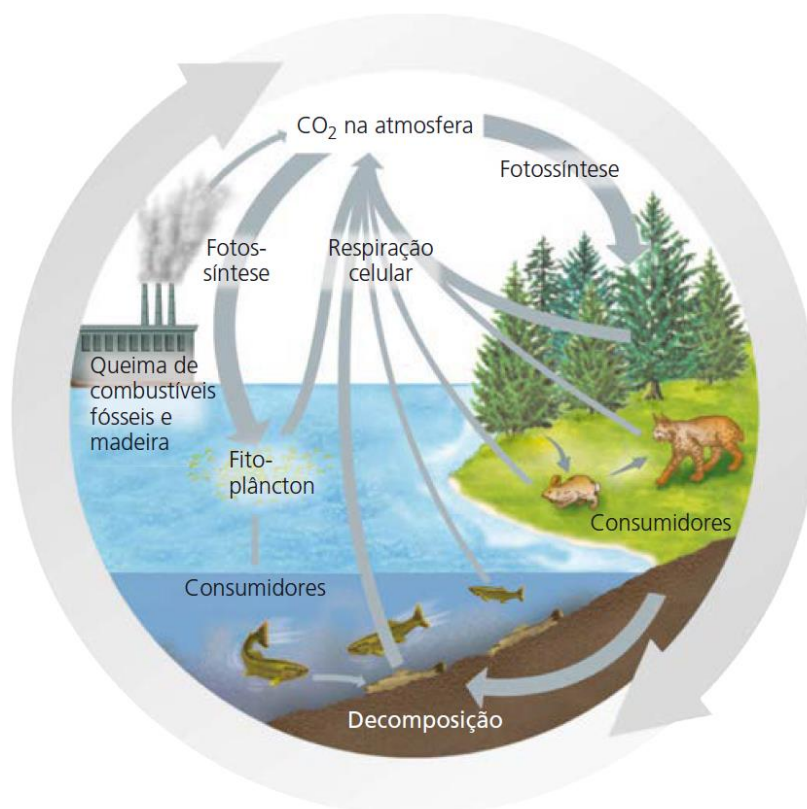
componente dominante da evapotranspiração corresponde à transpiração, em média de 61%, sendo este valor mais elevado nas florestas tropicais e menor nas estepes, matagais e desertos (Schlesinger & Jasechko, 2014). É, portanto, notório o papel fundamental das plantas no ciclo da água.

Ciclo do Carbono

O carbono, como já referido, forma a estrutura das moléculas orgânicas essenciais para todos os organismos (Reece et al., 2015). Este elemento químico, fixado na matéria orgânica através da fotossíntese, circula continuamente entre os seres vivos, a atmosfera e os oceanos, com a autotrofia a representar o processo biossintético quantitativamente mais relevante no seu ciclo (Alber, 2009; Normile, 2009). Também os consumidores desempenham um papel importante; os animais, ao consumirem outros organismos e usarem a sua matéria orgânica para obterem energia na respiração, libertam CO₂, tal como na decomposição após a sua morte (Agrawal & Gopal, 2013; Normile, 2009; Pastor & Cohen, 1997; Reece et al., 2015), CO₂ que poderá voltar a ser utilizado pelos produtores no fabrico do seu alimento, fechando-se o ciclo (Figura 6). Acresce à importância deste ciclo o facto de estar estreitamente ligado ao sistema climático; o carbono atmosférico, sob a forma de CO₂, representa o segundo gás com efeito de estufa mais prevalente a seguir ao vapor de água, tendo a sua concentração na atmosfera importantes consequências para o sistema climático global (Heimann, 1993; Huang et al., 2021). O metano (CH₄) também representa um importante gás de estufa (Heimann, 1993; Huang et al., 2021).

Figura 6

Principais componentes do ciclo do carbono na atualidade



Nota. Retirado de Reece et al. (2015).

O carbono terrestre está presente em quantidades muito relevantes em outros reservatórios para além da biosfera, rica em matéria orgânica. Na verdade, o carbono encontra-se armazenado na sua maior parte em rochas sedimentares marinhas, especialmente as rochas carbonatadas, como os calcários, mas também se encontra em quantidades apreciáveis nos combustíveis fósseis, solos, oceanos, e na atmosfera, nesta última sob a forma de CO_2 , essencialmente (Reece et al., 2015). A fotossíntese levada a cabo pelas plantas e pelo fitoplâncton, nos ambientes aquáticos, remove anualmente uma quantidade de CO_2 da atmosfera aproximadamente igual à quantidade de CO_2 que é adicionado a esta por via da respiração celular dos produtores, consumidores e decompositores, existindo desta forma um equilíbrio dinâmico deste elemento (Reece et al., 2015). Contudo, a queima de combustíveis fósseis, em primeiro lugar, e, em segundo lugar, a expansão da agricultura e pecuária que levam à desflorestação, estão a afetar este equilíbrio, nomeadamente ao causar o

aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, mas também de metano, conduzindo ao aquecimento global (Heimann, 1993; Kamiuto, 1994; Normile, 2009).

Importa aqui reforçar, até como possível contrabalanço para as consequências da atividade humana, o papel dos produtores aquáticos no ciclo do carbono. Cerca de metade ou mais da produção primária global e de oxigénio (Chami et al., 2019) é proveniente da atividade fotossintética do fitoplâncton (Naselli-Flores & Padisák, 2022) e cerca de 20 a 35% das emissões anuais de CO₂ são diretamente sequestradas por este grupo de organismos (Khaliwala et al., 2009), com algumas estimativas a chegarem aos 40% (Chami et al., 2019). Estima-se que, no total, a quantidade de CO₂ capturada anualmente pelo fitoplâncton seja a equivalente à capturada por quatro florestas amazónicas (Chami et al., 2019) e que, a cada duas inspirações de um ser humano, uma terá sido possível graças aos produtores oceânicos (Chami et al., 2019). Além disso, quando estes organismos morrem no oceano, os seus restos orgânicos afundam na coluna de água aprisionando, dessa forma, o carbono no fundo do oceano em sedimentos marinhos (Normile, 2009). As diatomáceas (algas unicelulares com parede siliciosa), que são o principal constituinte do fitoplâncton, afetam os níveis globais de dióxido de carbono (Reece et al., 2015). Em geral, as diatomáceas são consumidas por uma diversidade de protistas e invertebrados, mas durante um evento de rápido crescimento, muitas não são consumidas, afundando então até ao fundo oceânico, como referido, levando décadas a séculos para que sejam degradadas por bactérias e outros decompositores, podendo inclusivamente não o ser, acabando por dar origem a rochas. Como consequência, o carbono presente nos seus corpos permanece no fundo oceânico por bastante tempo. O efeito cumulativo é o de que muito do CO₂ absorvido pelas diatomáceas durante a fotossíntese é transportado ou “bombeado” para o fundo oceânico, funcionando este mecanismo como um autêntico sumidouro de carbono (Reece et al., 2015).

Ciclo do Oxigénio

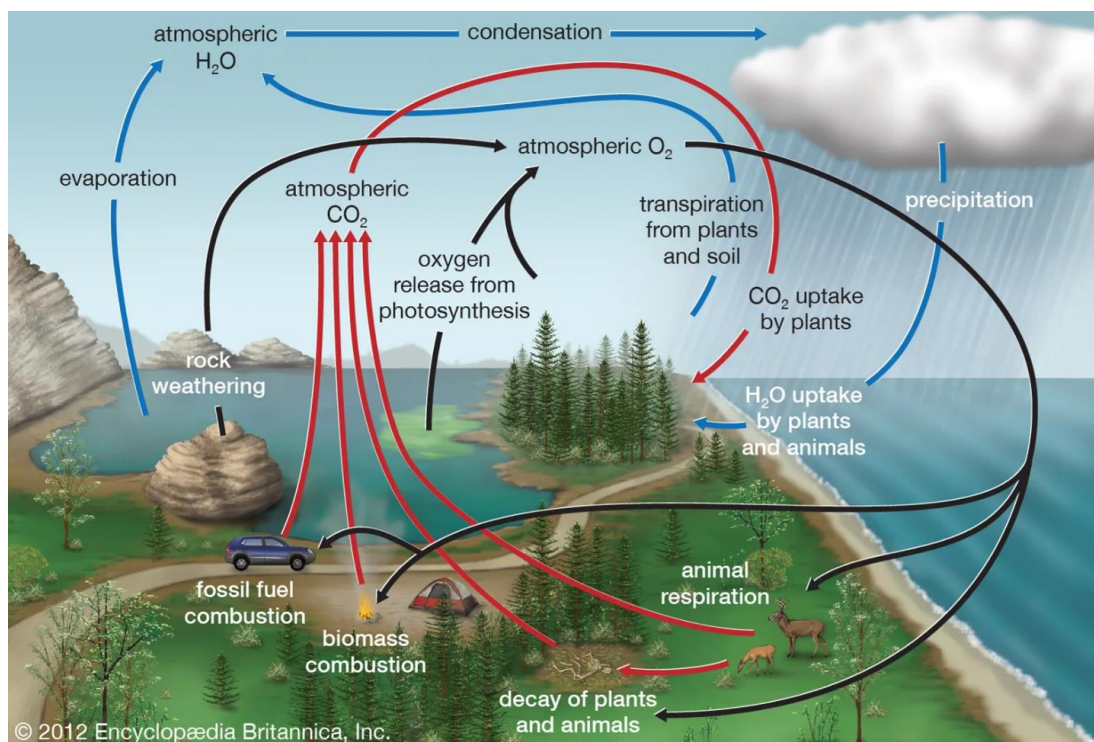
O oxigénio é o elemento mais abundante na crosta terrestre e o segundo mais abundante na atmosfera (Huang et al., 2021). Sobre este último facto, a concentração atual de O₂ (oxigénio molecular) na atmosfera do nosso planeta (21%) é única, não tendo sido ainda encontradas concentrações semelhantes em nenhum outro planeta num raio de pelo menos 65 anos-luz ao redor do nosso Sistema Solar (Buis, 2019; Falkowski & Godfrey, 2008). O aparecimento desta grande quantidade e acumulação

de oxigénio atmosférico está intimamente ligado à emergência e expansão da vida na Terra, nomeadamente através do processo de fotossíntese (Berner et al., 2007; Huey & Ward, 2005; Reece et al., 2015). Esta oxigenação da atmosfera e, mais tarde, do oceano, pelos seres fotossintéticos, constitui um fenómeno relativamente recente, tendo acontecido há 700 a 540 Ma (Canfield et al., 2005), no entanto, a vida atual não seria possível sem a abundância deste elemento. A evolução dos seres vivos no nosso planeta desenrolou-se de tal forma que, nos dias de hoje, a existência de O₂ em grandes quantidades constitui uma necessidade para grande parte dos organismos, todos os que realizam a respiração celular como forma de obtenção de energia a partir de compostos orgânicos (Canfield et al., 2005; Huang et al., 2021; Reece et al., 2015). O oxigénio molecular permitiu que existisse uma muito maior eficiência termodinâmica na oxidação da matéria orgânica por via da respiração aeróbia, obtendo assim o maior ganho energético possível e, em simultâneo, que se formasse uma camada de ozono (O₃) estratosférico que absorve radiação UV, à qual os organismos terrestres estão particularmente expostos (Alber, 2009; Farquhar et al., 2000). A importância deste elemento é difícil de ignorar.

A dependência, direta ou indireta, de quase todos os seres heterotróficos, incluindo os seres humanos, da existência dos seres fotoautotróficos, diz respeito não só ao alimento, mas também ao oxigénio, subproduto da fotossíntese (Reece et al., 2015). Durante o processo de fotossíntese, os seres fotossintéticos consomem CO₂ e H₂O e libertam O₂, o qual será posteriormente utilizado na oxidação da matéria orgânica via respiração celular, processo que liberta novamente CO₂, cumprindo-se o ciclo, apesar destas interações serem frequentemente mais complexas (Horwood, 1973; Huang et al., 2021; Reece et al., 2015). O ciclo do oxigénio está, portanto, interligado com os ciclos do carbono e da água, até pelo facto de estar presente tanto na molécula de água como na molécula de dióxido de carbono, mas não só: em teoria, qualquer substância que possa ser oxidada pelo O₂ constitui um reservatório do ciclo do oxigénio global, portanto, este ciclo encontra-se interligado com vários outros ciclos biogeoquímicos da Terra, envolvendo interações complexas entre a biosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a geosfera (Huang et al., 2021), das quais se esquematizam as principais na Figura 7.

Figura 7

Ciclo do oxigénio em interligação com os ciclos da água e do carbono



*Nota. **Legenda das setas azuis:** evaporation-evaporação; atmospheric H₂O-vapor de água (H₂O); condensation-condensação; precipitation-precipitação; H₂O uptake by plants and animals-absorção ou ingestão de H₂O pelas plantas e animais; transpiration from plants and soil-evapotranspiração. **Legenda das setas pretas:** rock weathering-meteorização das rochas; atmospheric O₂-oxigénio atmosférico; oxygen release from photosynthesis-libertação de oxigénio pela fotossíntese; animal respiration-respiração dos animais; decay of plants and animals-decomposição da matéria orgânica; biomass combustion-combustão de biomassa/incêndios; fossil fuel combustion-combustão/queima de combustíveis fósseis. **Legenda das setas vermelhas:** atmospheric CO₂-CO₂ atmosférico; CO₂ uptake by plants-absorção de CO₂ pelas plantas. Retirado de Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2014, junho 5).*

A longo prazo, a produção de oxigénio e de matéria orgânica é compensada pelo seu consumo através de processos de mineralização, como a formação de óxidos de ferro nos minerais das rochas (Canfield et al., 2005).

Como todos os organismos efetuam trocas gasosas com o seu ambiente, a rede de ciclos de matéria é mantida no planeta pelo movimento de substratos e produtos entre a atmosfera, a biosfera, a hidrosfera e a geosfera, pelo que a interferência no ciclo de um elemento trará consequências, diretas e/ou indiretas, para os outros, bem como para as teias alimentares que, por sua vez, afetam os ciclos

de matéria novamente, assim como o fluxo de energia através das cadeias alimentares (Falkowski, 2006). É particularmente relevante a interferência do ser humano, devido à sua intensidade e gravidade das consequências.

Ser Humano: Interferência nas Teias Alimentares e Ciclos de Matéria

Atualmente existem duas crises ecológicas globais interligadas, a crise da biodiversidade, com números sem comparação de perda de espécies em todos os ecossistemas, e a crise da desregulação dos processos ecológicos e dos seus serviços, com processos como a produção primária e os ciclos de matéria a serem severamente alterados pela atividade humana (Reid et al., 2005). De todos os impactes que a ação humana tem no nosso planeta, talvez o mais desastroso, pela abrangência e gravidade dos seus efeitos seja o aquecimento global. As emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis, em primeiro lugar e, em segundo lugar, da desflorestação e expansão agrícola, alteram as concentrações de CO₂ na atmosfera, tendo consequências no clima do planeta, nomeadamente o aumento da temperatura média global, pondo em risco a segurança alimentar e hídrica, assim como a sobrevivência de várias espécies, levando à extinção de, por exemplo, variados grupos de vertebrados (Barnosky et al., 2011; Ceballos et al., 2015; Heimann, 1993; Kamiuto, 1994; Normile, 2009). A seguir detalham-se os principais impactes da atividade humana nos ecossistemas, mais precisamente nas teias alimentares e nos ciclos de matéria.

Interferência nas teias alimentares

A enorme expansão da população humana tornou-se uma força geofísica global, causando alterações na Terra tão relevantes, ou mais, do que forças naturais como o vulcanismo, a erosão e especialmente a extinção de espécies (Ehrlich et al., 2013). Estima-se que 30 a 50% da superfície da Terra tenha sido modificada substancialmente pelo ser humano (Pongratz et al., 2009). Muito embora tenham ocorrido avanços socioeconómicos e tecnológicos de enorme proporção no último século, as perturbações ambientais associadas à atividade humana podem ter, segundo alguns autores, dado início a uma extinção em massa (Barnosky et al., 2011; Ceballos et al., 2015). Nos dias de hoje, o ser humano tornou-se na maior ameaça à biodiversidade em toda a biosfera (Reece et al., 2015). Dentre os impactes da ação humana mais relevantes, optou-se, neste texto, por incidir de forma breve sobre a

poluição, a perda de habitats, a introdução de espécies exóticas, a sobreexploração e a desflorestação, embora a delimitação entre estes conceitos seja por vezes artificial, como apanágio de variadas classificações humanas, havendo pontos de interseção entre os diversos impactes e entre estes e os ciclos de matéria.

Poluição

Com o rápido avanço tecnológico e demográfico das últimas décadas, a poluição tem vindo a aumentar em várias frentes, deteriorando severamente o equilíbrio das teias alimentares, seja através de poluentes inorgânicos, tais como azoto, fósforo e metais, seja através de poluentes orgânicos, como os presentes nos resíduos urbanos não tratados e os provenientes da agricultura (du Plessis, 2019; Zhao et al., 2021). A poluição difusa que entra nos rios polui a água, degradando a sua qualidade, assim como a saúde dos ecossistemas aquáticos (Coll et al., 2011; Garay-Narváez et al., 2013; Perkins et al., 2010). Tem vindo também a haver uma acumulação de plástico sem precedentes nos ecossistemas aquáticos, tendo sido já detetados em todos os principais ambientes deste tipo no globo, desde megaplásticos até aos microplásticos; os plásticos conduzem ao emaranhar de seres vivos que pode levar à sua morte, provocam efeitos toxicológicos via ingestão, sufocamento, impossibilidade de ingestão de alimento e podem ser responsáveis pela dispersão de organismos conduzindo por vezes à introdução de espécies em novos habitats, tornando-se invasoras (Law, 2007; Thushari & Senevirathna, 2020).

Uma das maiores preocupações relativas à integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos é a contaminação por elementos tóxicos, especialmente o mercúrio (Hg), um potente neurotóxico (de Almeida Rodrigues et al., 2019). Embora a sua presença aconteça naturalmente, proveniente das erupções vulcânicas ou meteorização e erosão das rochas, por exemplo, existem também, e de forma mais preocupante, as fontes antropogénicas, tais como a mineração, tintas fabris, atividade metalúrgica e queima de carvão (de Almeida Rodrigues et al., 2019). O mercúrio tem a capacidade de se ir acumulando nos tecidos dos organismos, levando ao fenómeno de bioacumulação, que consiste no processo através do qual substâncias xenobióticas são transferidas do alimento para um organismo, resultando em concentrações mais altas dessa substância comparativamente à fonte (Bienfang et al., 2013; de Almeida Rodrigues et al., 2019; Gray, 2002). Mais do que isso, com este elemento acontece também o fenómeno de bioampliação, que consiste no aumento da concentração de

uma substância em níveis tróficos sucessivos, desde os produtores primários até aos consumidores de topo, particularmente vulneráveis a este fenómeno, nos quais se inclui o ser humano (Coelho et al., 2013; de Almeida Rodrigues et al., 2019). Estes fenómenos ocorrem particularmente com o mercúrio, pois a sua forma orgânica, metil-mercúrio, possui uma grande biodisponibilidade e é facilmente absorvida, sendo a sua excreção muito mais lenta, ao contrário dos outros metais (Bienfang et al., 2013; Connell, 1990; de Almeida Rodrigues et al., 2019; Rand et al., 1995).

Perda de habitats

A principal forma como o ser humano interfere nos ecossistemas é através da degradação de habitats, que acontece devido à desflorestação, fragmentação, conversão de terrenos para agricultura e pecuária, instalação de monoculturas, construção de infraestruturas, mineração ou poluição (Ehrlich et al., 2013; Reece et al., 2015). As alterações climáticas, decorrentes do aquecimento global provocado pelo Homem, já estão a alterar habitats em todo o mundo e terão um efeito maior ainda no século atual. Quando não existe um habitat alternativo disponível ou quando uma espécie é incapaz de se deslocar, a perda do habitat pode significar extinção. A UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) indica a perda de habitats como a razão para a extinção de 73% das espécies que foram extintas, classificadas como em perigo, vulneráveis ou raras nos últimos séculos (Reece et al., 2015). Outros habitats não são perdidos, mas são fragmentados, muitas vezes devido à construção de estradas (Ehrlich et al., 2013; Reece et al., 2015). Na maioria das vezes, a fragmentação de habitats conduz à perda de espécies, uma vez que as populações de menores dimensões, neste tipo de habitats, possuem uma maior probabilidade de extinção local (Reece et al., 2015). A perda de habitats é também uma ameaça importante à biodiversidade aquática: cerca de 70% dos recifes de coral, que formam o habitat onde se instalam algumas das comunidades mais ricas da Terra, têm sido danificados devido às atividades humanas (Reece et al., 2015). Os habitats de água doce também estão a ser perdidos, muitas vezes como consequência da instalação de barragens, reservatórios, modificação de canais e regulação de fluxo que hoje estão presentes na maioria dos rios de todo o mundo.

Introdução de espécies exóticas

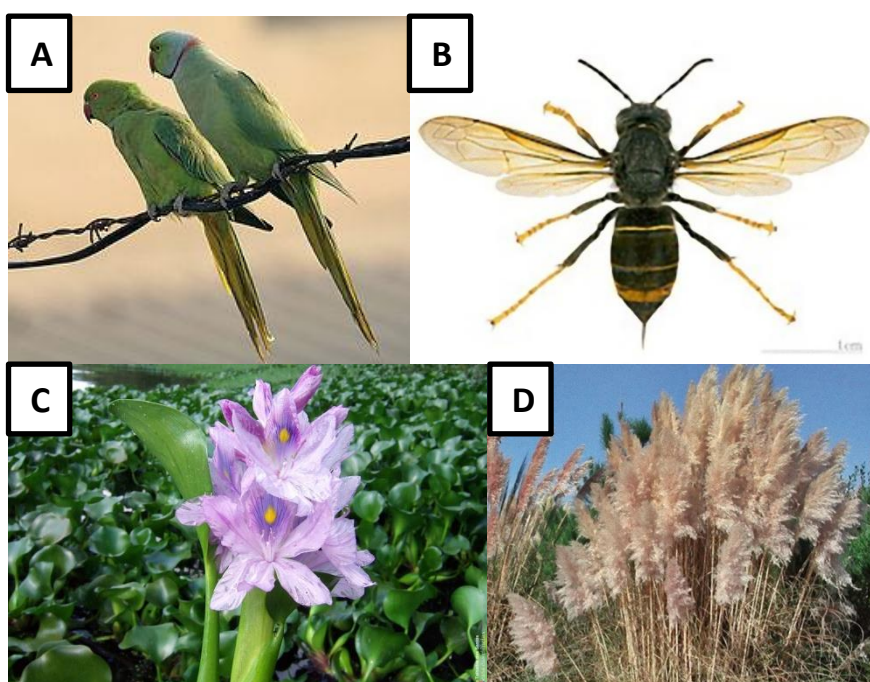
As espécies exóticas são aquelas que os seres humanos, intencional ou acidentalmente, transferem dos locais onde são nativas para novas regiões geográficas, onde não existiam previamente (Reece et al., 2015). As viagens da humanidade, através dos navios e dos aviões aceleraram esta transferência de espécies. O problema está no facto de que, muitas vezes, estas espécies se veem livres de predadores, parasitas e/ou agentes patogénicos nas novas regiões, não havendo fatores revelantes que limitem as suas populações; como consequência, essas espécies exóticas podem aumentar o número de indivíduos muito rapidamente transtornando a sua nova comunidade e muitas vezes servindo como predadores de organismos nativos ou competindo com estes por recursos, tornando-se espécies invasoras (Reece et al., 2015). A introdução de espécies exóticas constitui um problema mundial, contribuindo para, aproximadamente, 40% das extinções registadas desde 1750 e tendo um custo anual de milhares de milhão de dólares em danos e esforços para o seu controlo; só nos Estados Unidos existiam mais de 50 000 espécies introduzidas à data do ano 2015 (Reece et al., 2015).

Em Portugal, existe na legislação o Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro, promulgado no ano de 1999 com a intenção de regular a introdução de espécies não nativas no nosso país, criar listagens de espécies exóticas e invasoras já introduzidas no território, proibir a introdução de novas espécies, assim como a sua detenção, criação, cultivo e comercialização (Santos & Calafete, 2018). De acordo com o referido decreto-lei, existem 364 espécies exóticas em Portugal (48 espécies de animais e 316 de plantas), sendo que destas, 33 são classificadas como invasoras (Santos & Calafete, 2018). Estudos mais recentes apontam para a presença de um número superior de espécies exóticas e invasoras em Portugal (Santos & Calafete, 2018). A título de exemplo, alguns dos animais exóticos invasores mais conhecidos em Portugal continental incluem a amêijoia-asiática (*Corbicula fluminea*), o nemátode-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*), o caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*), o lagostim-vermelho-do-Louisiana (*Procambarus clarkii*), a vespa-asiática (*Vespa velutina*; Figura 8B), a tartaruga-da-Flórida (*Trachemys scripta*), a perca-sol (*Lepomis gibbosus*) e o periquito-de-colar (*Psittacula krameri*; Figura 8A) (Santos & Calafete, 2018). Estas espécies são uma das principais causas do declínio da biodiversidade, uma vez que reduzem as comunidades de espécies nativas devido a predação e competição (p. ex. a tartaruga-

da-Flórida e lagostim-vermelho-do-Louisiana) ou e transmissão/causa de doenças (nemátode-da-madeira-do-pinheiro) (Scalera et al., 2012). No que concerne às plantas, as espécies exóticas invasoras mais conhecidas no nosso país incluem a mimosa (*Acacia dealbata*), a acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), a espanta-lobos (*Ailanthus altissima*), o chorão-da-praia (*Carpobrotus edulis*) o jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*; Figura 8C), as azedas (*Oxalis pes-caprae*), a cana (*Arundo donax*), os penachos (*Cortaderia selloana*; Figura 8D) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*). As plantas invasoras podem substituir total ou parcialmente as comunidades nativas do novo ecossistema, ao competirem de forma mais eficaz pelos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes) do que essas espécies (Santos & Calafete, 2018).

Figura 8

Alguns exemplos de espécies exóticas invasoras em Portugal



Nota. A: periquito-de-colar (*Psittacula krameri*); *B:* vespa-asiática (*Vespa velutina*); *C:* jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*); *D:* penachos (*Cortaderia selloana*). Imagens retiradas de Santos & Calafete (2018).

Sobreexploração

A sobreexploração no contexto ecológico refere-se geralmente à captura de organismos a taxas superiores às da capacidade de recuperação das suas populações;

são disso exemplo, através da caça excessiva, a diminuição do número de indivíduos das populações dos maiores animais terrestres, como o elefante africano (Reece et al., 2015). Além da caça, também a pesca excessiva altera frequentemente os ecossistemas, ao perturbar as cadeias alimentares oceânicas e colocando espécies em risco de extinção (Ehrlich et al., 2013). Diversas populações de peixes exploradas comercialmente têm sido dizimadas em resultado da pesca excessiva. A procura crescente por alimentos ricos em proteína por parte de uma crescente população humana, associada ao desenvolvimento de novas tecnologias de exploração, como sejam as redes de arrasto, reduziram as populações de peixes a níveis que não sustentam mais a sua exploração (Reece et al., 2015). Até há algumas décadas, o atum-verdadeiro do Atlântico Norte detinha pouco valor comercial, sendo alvo essencialmente de pesca desportiva e sendo utilizado no fabrico de rações para gatos. Na década de 1980, contudo, os pescadores começaram a enviar atum congelado para o Japão, onde era utilizado na produção de *sushi* e *sashimi*, aumentando de forma crescente a sua procura e exploração ao ponto de, em apenas dez anos, a população deste peixe ter sido reduzida a menos de 20% da existente na década de 1980 (Reece et al., 2015). É importante chamar a atenção para as populações de pequenas dimensões, pela sua particular vulnerabilidade à sobreexploração, à perda de habitats e a outras ameaças, uma vez que, após o tamanho de uma população ter sido reduzido a um pequeno número de indivíduos, esse pequeno número, *per se*, pode ser suficiente para conduzir a população à extinção, mesmo que não se verifiquem mais ameaças (Reece et al., 2015).

Desflorestação

O abate de árvores sistemático em grande quantidade, designado por desflorestação, constitui um problema monumental para a humanidade no século XXI. As principais causas diretas de desflorestação são a expansão agrícola, a pecuária, o corte de madeira para fins diversos e o desenvolvimento de infraestruturas humanas (Culas, 2009; Tolba & El-Kholy, 1992b). A desflorestação acarreta um grande impacto negativo no controlo de cheias e no equilíbrio de gases da atmosfera, assim como no controlo de vetores de doença (Ehrlich et al., 2013). Ao alterar o ciclo global do carbono, a desflorestação e outras mudanças na vegetação podem contribuir para o aquecimento global, pois a absorção de CO₂ por parte das plantas é central no ciclo deste elemento (Pongratz et al., 2009; Tolba & El-Kholy,

1992a). Já a conversão de terrenos para a agricultura resulta normalmente na destruição quase total dos ecossistemas; praticamente todas as plantas terrestres de grande porte nativas e animais são diretamente eliminados e muitos dos animais e plantas de menores dimensões (p. ex. insetos, répteis e anfíbios, aves e morcegos) acabam por se extinguir devido à perda do seu habitat e alterações no microclima (Ehrlich et al., 2013) devidas, por exemplo, à diminuição da evapotranspiração. No que concerne às construções humanas, a construção de infraestruturas como edifícios resulta na cobertura ou destruição dos solos, essenciais para a manutenção de um ecossistema terrestre saudável, ao passo que as estradas levam, muitas vezes, à fragmentação de habitats, como foi já referido, e facilitam a introdução de espécies exóticas pelos seres humanos (Ehrlich et al., 2013).

Em condições naturais, o carbono e outros nutrientes são fixados na biomassa viva à mesma taxa a que são libertados da biomassa morta. Quando os ecossistemas são colocados sob condições de stresse, tais como cultivo intensivo, incêndios, abate de árvores para exploração de madeira, entre outros, tendem a simplificar a sua complexidade, libertando o carbono e nutrientes e perdendo espécies (Tolba & El-Kholy, 1992b), como se sistematiza na Tabela 3. Neste sentido, a desflorestação impacta fortemente os ciclos de matéria, tendo efeitos negativos diretos nos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, ao diminuir a evapotranspiração, a absorção de CO₂ e libertação de O₂, e aumentar o escoamento superficial, entre outros impactes (Reece et al., 2015), sendo que a sua influência no ciclo do carbono é de longe a mais relevante, acarretando um impacto considerável no aquecimento global (Houghton, 2003; Pongratz et al., 2009; Reece et al., 2015; Tolba & El-Kholy, 1992b).

Tabela 3*Tendências esperadas em ecossistemas sob stresse*

Processo	Resultado
Respiração aumenta face à fotossíntese.	Libertação de CO ₂ aumenta, contribuindo para o aquecimento global. Redução da biomassa.
<i>Turnover</i> de nutrientes aumenta, mas é menos eficiente. Ecossistemas tornam-se mais abertos à medida que os ciclos internos se reduzem.	Solos perdem fertilidade Perda de nutrientes para os rios. Assoreamento dos cursos de água.
Aumento da proporção de espécies oportunistas com rápido desenvolvimento. Parasitas aumentam em número, diminuindo as espécies mutualistas.	Surtos de pragas, de ervas daninhas e de vermes.
Cadeias alimentares diminuem em extensão. Diversidade e tamanho dos organismos diminuem.	Extinção de espécies, particularmente de animais e plantas de grande porte.
Sucessão ecológica reverte para estádios iniciais.	Incêndios proliferam. Floresta dá lugar a pradarias.

Nota. Adaptado de Tolba & El-Kholy (1992b).**Interferência nos ciclos de matéria: água, carbono e oxigénio**

As consequências da interferência do ser humano nos ciclos de matéria raramente se restringem a apenas um elemento, sendo de difícil dissociação o impacto do Homem no ciclo do carbono dos restantes ciclos, por exemplo, e vice-versa, à semelhança, aliás, do que acontece com os impactes da ação humana sobre as teias alimentares. A enorme interligação entre os vários ciclos de matéria e entre estes e as teias alimentares verte para a interligação e abrangência das consequências de cada ação humana aparentemente restrita a um componente de um ecossistema. A este respeito, nunca é demais salientar a relevância que o aquecimento global e a desflorestação desempenham nas atuais crises climática e de biodiversidade,

funcionando como um guarda-chuva que abarca e verte consequências em todas as frentes, para os ecossistemas.

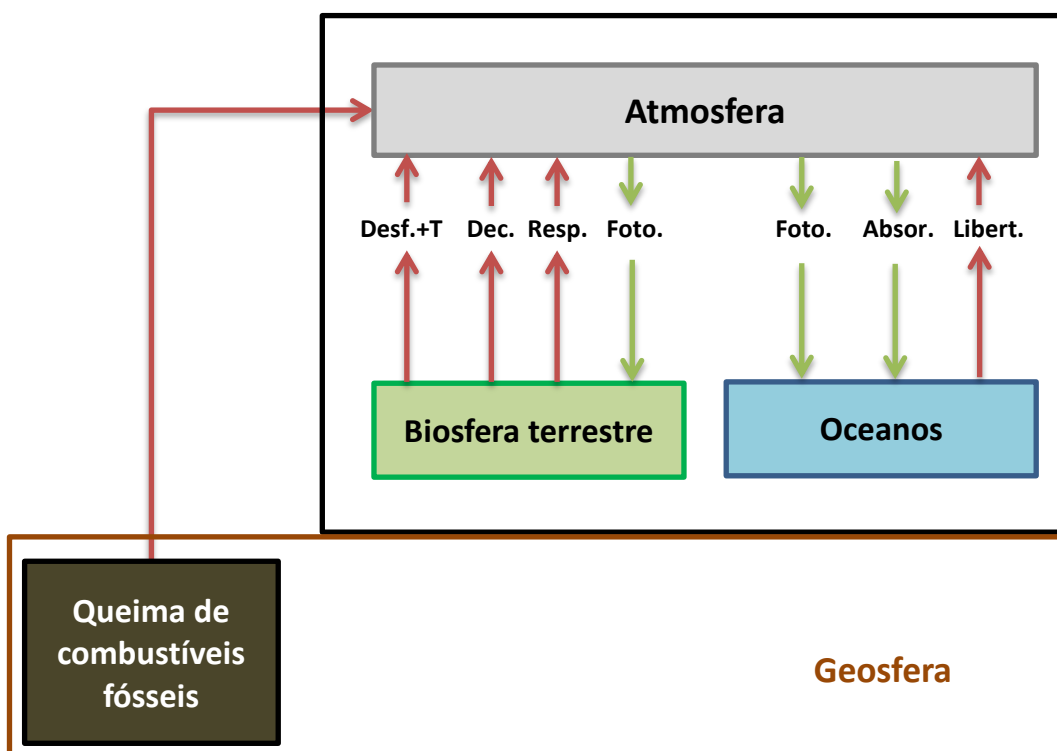
No que concerne ao ciclo da água, o aumento do aquecimento global tem como consequência a aceleração deste ciclo, promovendo secas e fenómenos hidrológicos extremos (Haddeland, et al., 2014; Vörösmarty et al., 2004), verificando-se também um decréscimo anual da cobertura de neve e uma regressão dos glaciares, levando ao aumento do nível médio das águas do mar (Kamiuto, 1994). Além disso, o ser humano altera de forma direta a dinâmica do ciclo da água através de construções de engenharia nos rios como barragens, irrigação e captação de água para fins industriais, agrícolas ou de uso doméstico (Haddeland, et al., 2014), assim como através de alterações generalizadas no uso de terras, desaparecimento de habitats aquáticos e poluição (Vörösmarty et al., 2004). As barragens e outras estruturas hidráulicas, particularmente, interferem no ciclo hidrológico e acarretam grandes impactes para os ecossistemas, ao alterarem os padrões dos cursos de água e bloqueando o movimento de peixes que se reproduzem a montante das estruturas (Ehrlich et al., 2013).

Olhando para o ciclo do carbono, e como já foi referido neste texto, o ser humano, ao queimar o produto de milhares de milhões de anos de matéria orgânica acumulada sob a forma de carvão e petróleo, libertando a energia solar neles acumulada, tem vindo a fazer aumentar os níveis de CO₂ na atmosfera, o que, por se tratar de um potente gás com efeito de estufa, leva ao aumento das temperaturas globais (Normile, 2009; Reece et al., 2015). Frequentemente na história da Terra as grandes alterações climáticas, como por exemplo glaciações, estiveram relacionadas com o ciclo do carbono (Heimann, 1993). O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é devido ao facto de ser libertando mais carbono para este reservatório do que aquele que é absorvido pela biosfera terrestre e oceanos (Woodwell et al., 1983). A este respeito, esquematizam-se as principais trocas que ocorrem atualmente entre a biosfera, o ser humano, os oceanos e a atmosfera, na Figura 9. A taxa a que o carbono é incorporado na geosfera é ordens de grandeza inferior à taxa a que este é libertado, conduzindo de facto a um aumento significativo nas temperaturas, que levam à ocorrência de fenómenos climáticos extremos e atípicos em todo o planeta. A ocorrência de eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, secas ou tempestades, e as perturbações a eles associados mascaram parcialmente o efeito de sumidouro dos reservatórios de carbono (Figura 9) (reduzindo a produtividade da

vegetação ou destruindo reservas de carbono durante a ocorrência de incêndios, por exemplo), podendo mesmo causar perdas efetivas nestes reservatórios, libertando assim ainda mais CO₂ para a atmosfera (Ciais et al., 2005; Page et al., 2002; Zeng et al., 2009).

Figura 9

Principais trocas de carbono na atualidade com impacte no clima global



Nota. As setas a vermelho representam a libertação de carbono; as setas a verde representam a captura de carbono. **Desf.+T**: Desflorestação e utilização de terras (pecuária, construção...). **Dec.**: Decomposição. **Resp.**: Respiração. **Foto.**: Fotossíntese. **Absor.**: Absorção natural de CO₂ pelo oceano. **Libert.**: Libertação natural de CO₂ do oceano. Adaptado de Kamiuto (1994).

Reportando-nos agora ao impacte no último ciclo abordado neste trabalho, os níveis de oxigénio nos oceanos e águas costeiras têm vindo a diminuir desde, pelo menos, meados do século XX, sendo que, segundo Huang et al. (2018), o défice deste elemento passou de 2 gigatoneladas em 1900, para 38,2 em 2015 (Diaz & Rosenberg, 2008; Helm et al., 2011; Keeling et al., 2010; Stramma et al., 2008). Esta diminuição dos níveis de oxigénio constrange a produtividade biológica, a biodiversidade e os ciclos biogeoquímicos (Breitburg et al., 2018). Ao ritmo atual, pensa-se que a atividade humana conduza o oceano a uma diminuição dos níveis de

oxigênio de 1 a 7%, com uma deficiência generalizada nos próximos mil anos (Watson, 2016). Ainda, as Zonas Mínimas de Oxigênio (ZMO) dos oceanos expandiram-se, em área, naquilo que é equivalente ao tamanho da União Europeia (4,5 milhões de km²) (Stramma et al., 2010). À medida que a deficiência em oxigênio se alastra e torna mais severa e persistente, uma maior fração do oceano perde a capacidade para suportar ecossistemas diversificados de alta biomassa (Breitburg et al., 2018). O aquecimento global constitui a causa mais provável para esta desoxigenação, devido principalmente ao fenômeno de estratificação, em que se formam camadas de água com concentração de oxigênio e temperatura diferentes, mas também devido ao próprio processo de combustão destas fontes de energia, (Bopp et al., 2013; Huang et al., 2018; Ito et al., 2017; Keeling et al., 2010). Clarificando o fenômeno de estratificação, o aquecimento do oceano reduz a solubilidade do oxigênio, fator responsável por cerca de 15% da perda atual deste elemento e a mais de metade da perda de oxigênio nos primeiros mil metros de profundidade (Helm et al., 2011). Mas, mais importante que isso, o aquecimento das águas também leva ao aumento das taxas metabólicas dos organismos, acelerando o consumo de oxigênio e fazendo com que a decomposição das partículas orgânicas que afundam aconteça a níveis mais superficiais da coluna de água, deslocando, assim, a remineralização destas partículas (transformação da matéria orgânica em matéria inorgânica) e criando, em conjunto com a redução na solubilidade, uma zona deficiente em oxigênio a partir de determinada profundidade (Breitburg et al., 2018; Keeling et al., 2010). Pensa-se que a deslocação da remineralização para níveis superiores seja a responsável pelos restantes 85% de perda global de oxigênio ao reduzir o transporte deste elemento para os níveis mais profundos do oceano, podendo ter ainda implicações para a reciclagem de nutrientes e o ciclo do carbono (Breitburg et al., 2018; Keeling et al., 2010).

Mitigação dos impactes da ação humana

Em último lugar, tão ou mais importante quanto compreender a interferência da ação humana nas teias alimentares e ciclos de matéria é o conhecimento acerca das possíveis medidas de mitigação das suas consequências, seja através da adoção de comportamentos responsáveis ou da sensibilização para o voto, no futuro, em partidos políticos com programas e medidas que vão ao encontro das preocupações ecológicas atuais, que tanto nos dizem respeito. Muitas, senão a maioria, das medidas

de mitigação aqui detalhadas de forma breve, oferecem contributos importantes para vários problemas causados pelo Homem, em simultâneo.

A política dos 3R's (Reduzir, Reciclar e Reutilizar), a sensibilização e capacitação informativa das populações humanas, a responsabilização das indústrias produtoras e a adoção política de medidas de regulamentação constituem medidas práticas universais para a mitigação dos problemas ecológicos causados pelo Homem, desde a acumulação de plásticos até ao aquecimento global (Thushari & Senevirathna, 2020), devendo ter presença constante nas nossas vidas.

A reflorestação bem planeada, em oposição direta à desflorestação, constitui uma medida de minimização de diversos impactes da ação humana (Kamiuto, 1994). A reintrodução compreensiva de vegetação de acordo com a morfologia da paisagem pode ter efeitos positivos muito relevantes no ciclo da água (Pokorný & Rejšková, 2008), mas também e mais importante, em conjunto com uma melhor gestão de terras, pode mitigar as alterações climáticas e contribuir para a conservação da biodiversidade, fornecendo habitats valiosos (Culas, 2009). Sabe-se que nas últimas seis décadas os ecossistemas terrestres têm absorvido cerca de 25 a 30% das emissões antropogénicas de CO₂, muito desse carbono tendo sido acumulado na biomassa florestal e solos (Reichstein et al, 2013). Relacionada à reflorestação, a criação de áreas protegidas tende a mitigar o impacte da ação humana (Jones et al., 2018), como por exemplo a extinção de espécies pela perda de habitats, apesar disso, cerca de um terço das áreas protegidas no mundo mostram sinais de pressão humana (Jones et al., 2018), pelo que há espaço para melhorias na sua gestão e implementação.

No que diz respeito aos impactes particulares no ciclo do oxigénio, são necessários esforços a nível local, regional e global para mitigar a desoxigenação dos oceanos e restaurar os níveis deste elemento, nomeadamente a redução do aporte antropogénico de nutrientes nas águas costeiras, reduzindo a eutrofização, a criação de áreas marinhas protegidas em locais bem oxigenados do oceano para que sirvam de refúgio às populações, a implementação de programas de monitorização dos níveis de oxigénio, e a redução da emissão de gases com efeito de estufa, condição *sine qua non* (Breitburg et al., 2018).

A redução da emissão de gases com efeito de estufa, em particular, e a par do combate à desflorestação, afigura-se como uma medida de mitigação não só de efeito positivo relevante e abrangente, contemplando diversos impactes humanos, mas

também como uma ação sem a qual nenhuma outra medida tem hipótese de sucesso a longo prazo, tal é a sua interligação com quase todos os tipos de interferência do ser humano nos ecossistemas. A redução da emissão de gases com efeito de estufa por parte dos diversos setores industriais é fulcral para os esforços de redução da queima de combustíveis fósseis, devido ao enorme volume de materiais que processam e às avultadas quantidades de energia que consomem (Huisingh et al., 2015). Adicionalmente, algumas tecnologias de redução de emissões de carbono, se forem aplicadas com sucesso a nível dos setores industriais, desde a agricultura à construção, prometem ajudar as sociedades a progredir na mitigação da grave crise climática que atravessamos (Slowak & Taticchi, 2015). Proporcionar incentivos para a implementação de sistemas de energia renováveis, os quais podem produzir energia com emissões de carbono muito menores do que os combustíveis fósseis convencionais constitui outra medida de mitigação importante; alguns exemplos deste tipo de sistemas incluem a biomassa, as energias eólica, hidroelétrica, solar, das ondas e geotérmica (Huisingh et al., 2015). Ainda, a taxação das emissões de carbono constitui também uma medida de mitigação eficaz que pode reduzir a vantagem económica da utilização de combustíveis fósseis por parte dos países que mais emitem (Wu et al., 2015). Os ecossistemas terrestres alagados constituem reservatórios de carbono significativos, funcionando como sequestradores de carbono orgânico nos sedimentos e como transportadores de carbono para o mar (Finlayson et al., 2005). As turfeiras, por exemplo, apesar de cobrirem aproximadamente 3 a 4% das áreas continentais, representam 25 a 30% da reserva de carbono contida na vegetação terrestre e solos (Joosten & Clarke, 2002; Lévêque, 2003). Muitas zonas húmidas e terras alagadas também sequestram carbono da atmosfera através da fotossíntese, agindo como sequestradores de carbono em sedimentos (Finlayson et al., 2005), pelo que a sua proteção se revela de grande importância.

Em suma, a implementação de acordos, medidas e comportamentos para limitar o aquecimento global (Ehrlich et al, 2013), estabelecer zonas protegidas e proteger as já existentes, em estreita relação com os interesses das populações humanas locais aumentando assim o seu sucesso (Ehrlich et al, 2013), desenvolver e melhorar a sustentabilidade das práticas agrícolas, reduzir o consumo de carne especialmente bovina, que acarreta grande consumo de água, emissões de CH₄ e pegada de carbono (Ehrlich et al, 2013), sempre em estreita relação com a política

dos 3R's (Thushari & Senevirathna, 2020) constitui a receita, à luz do conhecimento atual, para a mitigação dos desastrosos impactes da ação humana nos ecossistemas.

INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Enquadramento Curricular

Para o enquadramento curricular desta intervenção, foram tidos em consideração os documentos “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins et al., 2017) e “Aprendizagens Essenciais – 8.º ano, 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais” (DGE, 2018), pois são os documentos curriculares nacionais em vigor desde a promulgação do Despacho nº6605-A/2021 (Portugal, 2021). Foi também consultado o manual certificado adotado pela escola para a disciplina em causa, “ADN 8 (vol. 1)” (Ribeiro et al., 2022).

Esta proposta, destinada a alunos do 8.º ano de escolaridade, dentro da disciplina de Ciências Naturais, enquadra-se no Tema “Sustentabilidade na Terra” e aborda a unidade didática “Fluxo de energia e ciclos de matéria”. De acordo com o documento “Aprendizagens Essenciais – 8.º ano, 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais” (DGE, 2018), as aprendizagens essenciais elencadas por domínio (AED) que se pretendem desenvolver com os alunos no âmbito desta unidade são:

AED

- 1) Sistematizar cadeias tróficas de ambientes aquáticos e terrestres predominantes na região envolvente da escola, indicando formas de transferência de energia;
- 2) Interpretar cadeias tróficas, partindo de diferentes exemplos de teias alimentares;
- 3) Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas;
- 4) Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas;
- 5) Interpretar as principais fases dos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, com base em informação diversificada (notícias, esquemas, gráficos, imagens) e valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia e Ciências Físico-Químicas);
- 6) Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados acerca do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.

Seguindo o mesmo documento, as aprendizagens essenciais transversais (AET) para a disciplina de Ciências Naturais, orientadoras dos processos de tomada de decisão didática para a concretização das AED, são as seguintes:

AET

- I.** Selecionar e organizar informação, a partir de fontes diversas e de forma cada vez mais autónoma, valorizando a utilização de tecnologias digitais e integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos;
- II.** Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados;
- III.** Construir modelos que permitam a representação e o estudo de estruturas, de sistemas e das suas transformações;
- IV.** Reconhecer que a ciência é uma atividade humana com objetivos, procedimentos próprios, através da exploração de acontecimentos, atuais e/ou históricos, que documentam a sua natureza;
- V.** Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos;
- VI.** Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA;
- VII.** Articular saberes de diferentes disciplinas para aprofundar temáticas abordadas em Ciências Naturais.

Destas aprendizagens, apenas não foi feito uso, ao longo da intervenção, da AET IV. A numeração aqui apresentada, tanto a numeração árabe para as AED como a numeração romana para as AET, será utilizada ao longo deste texto como forma expedita de referenciar estas orientações curriculares.

Relativamente ao documento PASEO, Martins et al. (2017), com o qual se articulam as aprendizagens essenciais, pretendeu-se, dado o tema deste trabalho, desenvolver fundamentalmente a área de competências aí designada como “**Desenvolvimento pessoal e autonomia**”. No entanto, e como é evidente, outras áreas de competências foram também desenvolvidas, através das diferentes


estratégias didáticas empregues e das temáticas abordadas, sendo elas: “**Linguagens e textos**”, “**Informação e comunicação**”, “**Pensamento crítico e pensamento criativo**”, “**Raciocínio e resolução de problemas**”, “**Saber científico, técnico e tecnológico**”, “**Relacionamento interpessoal**” e “**Bem-estar, saúde e ambiente**”.






Sequência Didática

Nesta intervenção didática, foi desenvolvido o tema “Potencialidades da heteroavaliação na capacitação de alunos do 8.º ano de escolaridade para a aprendizagem ao longo da vida” ao longo da lecionação da unidade didática “Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria”. O total de aulas lecionadas foi 12, com início a 7 de fevereiro de 2023 e término a 24 de março do mesmo ano. Segue-se abaixo a esquematização da intervenção na Tabela 4, assim como a síntese das principais atividades desenvolvidas em aula, na Tabela 5.

Tabela 4

Distribuição das atividades desenvolvidas com os alunos conforme a sequência didática

TER. (45 MIN.)	SEX. (90 MIN.)
<p>AULA 1 7 fev.</p> <p><i>Atividade de envolvimento</i></p> <p>Atividade “Cadeias Tróficas Aquáticas” (jogo do jenga)</p>	<p>AULA 2 10 fev.</p> <p><i>Exploração dos conceitos emergentes da aula anterior</i></p> <p></p> <p>Continuação da atividade anterior Construir cadeias tróficas a partir de uma teia</p>
<p>AULA 3 14 fev.</p> <p><i>Importância da heteroavaliação e de critérios de avaliação</i></p> <p>Construção de uma rubrica de avaliação a usar na aula seguinte</p>	<p>AULA 4 17 fev.</p> <p><i>Introdução ao Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria</i></p> <p>TAREFA 1</p> <p>Texto interpretativo de uma ilustração artística</p>

<p>AULA 5 28 fev.</p> <p><i>Dinâmica de Heteroavaliação</i></p> <p></p> <p>Heteroavaliação e reformulação dos textos realizados na aula anterior</p>	<p>AULA 6 3 mar.</p> <p><i>Teste Sumativo e Ciclo da Água</i></p> <p>Teste acerca da matéria trabalhada até à aula anterior Aula sobre o Ciclo da Água</p>
<p>AULA 7 7 mar.</p> <p><i>Experimentação envolvendo conceitos da aula seguinte</i></p> <p>Atividade experimental “Ciclo do Carbono, Fotossíntese e Respiração”</p>	<p>AULA 8 10 mar.</p> <p><i>Ciclos do Carbono e Oxigênio</i></p> <p>TAREFA 2</p> <p>Carta às Nações Unidas</p>
<p>AULA 9 14 mar.</p> <p><i>Dinâmica de Heteroavaliação</i></p> <p></p> <p>Heteroavaliação e reformulação das cartas realizadas na aula anterior</p>	<p>AULA 10 17 mar.</p> <p><i>Aprofundamento sobre o Ciclo do Carbono e a Ação Humana</i></p> <p></p> <p>TAREFA 3</p> <p>As Amendoeiras e o Ciclo do Carbono</p>
<p>AULA 11 21 mar.</p> <p><i>Atividade de fecho interligando todos os Ciclos de Matéria abordados</i></p> <p>TAREFA 4</p> <p>O Aviso das Árvores</p>	<p>AULA 12 24 mar.</p> <p><i>Dinâmica de Heteroavaliação e Fecho de Unidade</i></p> <p> </p> <p>Heteroavaliação dos trabalhos realizados na aula anterior Exploração didática de vídeos relacionados com a bioacumulação e bioampliação decorrentes da ação humana</p>

Nota. Os círculos a azul contendo a letra “A” representam os momentos de autoavaliação escrita; os círculos rosa contendo a letra “H” representam os momentos de heteroavaliação. As Tarefas, de 1 a 4, representam as tarefas afetas ao processo de heteroavaliação. A turma dispõe de duas aulas por semana, à terça-feira (de 45 min. por cada turno) e à sexta-feira (de 90 min. com a turma completa).

Tabela 5*Principais atividades desenvolvidas nas aulas*

Jogo do Jenga	Atividade “Cadeias Tróficas”
Construção de Rubricas	Interpretar uma Ilustração
HET.	-//-
Atividade Experimental	Carta às UN
HET.	Análise de uma Notícia
Análise de um Artigo Científico	HET. Exploração de Vídeos

Nota. Os retângulos a laranja representam aulas onde decorreram atividades didáticas, além das dinâmicas de heteroavaliação. As atividades encontram-se por ordem cronológica, lendo-se como se escreve, da esquerda para a direita e de cima para baixo. “HET.” designa heteroavaliação.

As atividades didáticas afetas à heteroavaliação foram atividades abertas, como aconselhado pela literatura; foram individuais e tiveram lugar quatro: *Texto interpretativo acerca de uma ilustração artística* (aulas 4 e 5), *Carta às Nações Unidas* (aulas 8 e 9), *As Amendoeiras e o Ciclo do Carbono* (aula 10), e *O Aviso das Árvores* (aulas 11 e 12).

A **primeira tarefa**, parte da introdução ao movimento de energia e de matéria nos ecossistemas, consistiu na interpretação de uma ilustração artística (Apêndice C2), alusiva ao papel dos decompositores nos ecossistemas e ao movimento cíclico da matéria. O objetivo era o de escrever um pequeno texto contendo a interpretação do aluno acerca da imagem, relacionando-a aos conteúdos da disciplina. Para isso, tinham de incluir no texto quatro expressões obrigatórias: *produtores*, *decompositores*, *matéria orgânica*, *matéria inorgânica*. Os alunos dispuseram de uma rubrica de avaliação, por eles elaborada na aula anterior, como ferramenta a utilizar no processo de heteroavaliação, mas também na elaboração do texto e na sua reformulação (Apêndice D1).

A **segunda tarefa**, parte integrante da consolidação e aplicação de conceitos relativos ao ciclo do carbono, com ênfase na interferência do ser humano, consistiu na elaboração de uma carta, dirigida ao sr. Secretário-geral das Nações Unidas, António Guterres. Com recurso ao visionamento de um vídeo (*link* disponível na

planificação da aula, Apêndice A8) acerca do papel das baleias no ciclo do carbono e regulação climática do planeta, os alunos tiveram de redigir a carta com o objetivo de explicar a problemática do aquecimento global, identificar e explicar a possível “solução” relacionada ao papel das baleias nos ecossistemas marinhos (o que requereu a compreensão do vídeo), sugerindo uma ou mais ações a serem tomadas pelas Nações Unidas com vista à mitigação da problemática em causa. Os alunos dispuseram de uma rubrica de avaliação, desta vez elaborada pelo professor, como ferramenta a utilizar no processo de heteroavaliação, mas também na elaboração da carta e na sua reformulação (Apêndice D2).

A **terceira tarefa**, parte integrante do aprofundamento do ciclo do carbono, com ênfase na interferência do ser humano, consistiu na análise de uma notícia de jornal recente acerca da floração precoce das amendoeiras em Espanha (Apêndice C4). Os alunos tiveram em mãos uma tarefa a duas partes. A primeira foi a construção de um esquema que ilustrasse o ciclo de carbono na zona de Espanha a que se referia a notícia, com a inclusão da influência dos seres vivos sobre o ciclo em causa, tendo, para isso, de utilizar cinco expressões obrigatórias (*respiração, fotossíntese, decomposição, excreção, alimentação*) e considerar sugestões de seres vivos a incluir no esquema, da fauna e flora nativas da região (*amendoeiras, raposa viva, javali morto, bactérias*) (Apêndice C5). A segunda parte consistiu na resposta a uma questão de desenvolvimento “*Explica porque é que as amendoeiras floriram precocemente.*”, sendo que a razão fornecida teria de estar relacionada com a ação humana. Mais uma vez, os alunos dispuseram de uma rubrica de avaliação elaborada pelo professor como ferramenta a utilizar no processo de heteroavaliação, mas também na elaboração do esquema e texto, assim como na sua reformulação (Apêndice D3).

A **quarta** e última **tarefa** afeta à heteroavaliação, que funcionou como atividade de fecho de unidade, interligando os três ciclos de matéria estudados, compreendeu a análise de uma publicação científica que resumia as descobertas constantes num artigo recente. A tarefa dos alunos foi a de responder a três questões (Apêndice C6), uma de resposta curta e as outras duas de desenvolvimento. Os alunos dispuseram mais uma vez de uma rubrica de avaliação elaborada pelo professor como ferramenta a utilizar no processo de heteroavaliação, mas também na escrita das respostas e na sua reformulação (Apêndice D4).

Descrição das Aulas

As planificações das aulas encontram-se nos Apêndices A1 a A12 deste trabalho, por ordem cronológica, contendo toda a informação que não está disponível nas descrições.

Aula 1 | 7 fev. (45 min.)

Descrição da Aula

A aula 1, em turnos, consistiu numa atividade de introdução e estímulo ao envolvimento nos conteúdos. O intuito foi o de gerar interesse e motivação, bem como introduzir formas de pensar, algumas ideias basilares e conceitos-chave da unidade didática “Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria”, interligando os conteúdos da unidade com os anteriormente lecionados (relações bióticas e dinâmica de populações).

A aula começou com os alunos sentados à volta de duas mesas juntas (formando uma grande mesa), com uma torre de blocos empilháveis (jogo do jenga) no centro (Anexo I). Após algumas perguntas sobre o que se recordavam acerca das cadeias alimentares, apresentei aos alunos a cadeia trófica na qual iria incidir o jogo (fitoplâncton → mexilhões → caranguejos → gaivotas), recordando o que representa uma cadeia trófica e como esta se lê. A torre do jenga consistia em 24 blocos verdes (a representarem o fitoplâncton) na base, seguidos de 15 blocos azuis (representando os mexilhões), 9 blocos de cor vermelha (caranguejos) e, no topo, 6 blocos de cor amarela (a representar as gaivotas). As regras do jogo foram explicadas brevemente (a maioria dos alunos, em ambos os turnos, já conhecia o jenga) e deu-se início ao mesmo. À vez, cada aluno retirou um cartão de impacte da ação humana, leu em voz alta e pensou em qual população daquela cadeia trófica seria diretamente afetada pelo impacte; o aluno teve de identificar qual a população, de que forma é que seria afetada e porquê, tendo em conta o impacte e a cadeia em causa. Após a explicação, o aluno retirou um bloco da torre com a cor correspondente à população que referiu. Posteriormente, o aluno à direita elaborou acerca do impacte, pensando em que outra população poderia também ser afetada de forma indireta, e porquê, explicando. Depois disso, os cartões passaram para este último aluno, e assim sucessivamente. O meu papel foi o de conduzir o jogo, distribuir os cartões, fazer perguntas, auxiliar os raciocínios. Todos os alunos participaram, com exceção de uma (indicada como muda seletiva no 1.º período, não se verificando, teoricamente, esse aspeto no 2.º

período). A aluna não participou, apesar da minha insistência, tentando incentivá-la e pedindo inclusivamente o apoio dos colegas, quando questionei “Quem acredita na X?” (quem acredita que ela pode contribuir), todos, como eu, levantaram a mão. Mas o esforço foi infrutífero e a aluna não se sentiu confortável em participar.

Nos últimos minutos de aula questionei os alunos sobre que conclusões tiraram da atividade, chamando a atenção para a relação do modelo com a realidade e no que aconteceria se derrubássemos todas as peças da base (fitoplâncton).

Reflexão

Penso que a aula correu bem, na generalidade. À exceção de uma aluna, todos participaram com entusiasmo e interesse, querendo muitas vezes ajudar os colegas a pensar e participar fora da sua vez, explicando os seus raciocínios, e penso que terão aprendido.

Outro objetivo desta aula prendeu-se com, não só a introdução de conceitos-chave na unidade didática que aqui teve início, mas também a introdução ao pensamento de sistemas, essencial em ecologia. Sobre isto, nos questionamentos dos últimos minutos de aula, quando lhes perguntei sobre que conclusões tiravam da atividade, um dos alunos referiu “Que tudo afeta tudo!”, o que é verdade e consiste exatamente na ideia que pretendia com que ficassem. Resta saber se a maioria também assimilou esta ideia (algo que tentarei perceber na aula seguinte).

A gestão do tempo e da excitação inerente à disposição em grupo numa só mesa sem lugares de planta (amigos sentados com amigos, portanto) foi desafiante. Além do mais, era dia de teste de físico-química (a disciplina companheira de turno). Senti que, no segundo turno, no contexto de uma aula que era um jogo em que todos estavam descontraídos, alguns alunos abusaram, forçando-me a chamá-los a atenção algumas vezes, por estarem a falar, tornando difícil ouvir os colegas que estavam a participar no jogo. É algo que, no entanto, percebo; é quase irresistível. Relativamente ao tempo, 45 minutos são, de facto, sempre curtos. No entanto, as atividades couberam dentro do tempo estipulado. Gostaria apenas de ter tido mais alguns minutos para a discussão final, que foi apressada.

Termino evidenciando a frustração que senti relativamente à aluna que não participou. Falei sobre esta preocupação com a professora cooperante, que referiu que já a tinha visto a falar com várias pessoas nos intervalos. O que me deixa confuso... deverei então tratá-la como todos os outros ou, como se costuma dizer,

dar-lhe o desconto, ainda? Devo sequer dar-lhe o desconto quando sinto que isso pode prejudicar a sua aprendizagem e desenvolvimento? Equaciono falar com ela para a tentar colocar à vontade para participar.

Aula 2 | 10 fev. (90 min.)

Descrição da Aula

A aula 2 foi destinada ao aprofundamento de conceitos emergentes da atividade da aula anterior e à apresentação de novos conceitos, relacionados com os anteriores, essenciais à compreensão da unidade, com a sua aplicação através de duas atividades. Um dos intuitos foi também o de fornecer aos alunos uma oportunidade de autoavaliarem o seu trabalho, por escrito, fornecendo informação para o meu trabalho investigativo.

A aula teve início com um pequeno questionamento oral, em turma, acerca da atividade da aula anterior, tentando perceber do que se recordavam e sistematizando as principais conclusões. De seguida, pedi aos alunos que fizessem pequenos grupos e distribuí por estes uma tabela de impactes da ação humana (os mesmos do jogo, 16 no total, já que durante o jenga conheceram apenas cerca de nove). A tarefa dos grupos consistiu em preencher a tabela (Apêndice C1) com sinais de “+”, “-“ ou “0” caso o impacte afetasse de forma positiva, negativa, ou não afetasse, respetivamente, cada uma das quatro populações da cadeia trófica (fitoplâncton, mexilhões, caranguejos, gaivotas) devendo, para isso, discutir ente si. Fui circulando pelos grupos, ajudado e esclarecendo dúvidas. Findo o preenchimento, perguntei, grupo a grupo, para toda a turma, quais os impactes que acharam mais difíceis de preencher e porquê e tentei sistematizar a informação, referindo que nada existe isoladamente na natureza e quando algo afeta uma população, isso terá também um efeito noutras populações, positivo ou negativo, mas terá sempre. Seguiu-se uma pequena apresentação em suporte PowerPoint, com questionamento oral aos alunos, acerca de conceitos e ideias chave como autotrofismo e heterotrofismo, produtores, consumidores e decompositores, níveis tróficos... O projetor não estava a funcionar, pelo que improvisei virando o monitor para a turma e apagando as luzes para haver maior contraste, gerindo o meu discurso de forma diferente. O final da apresentação contou com duas cadeias alimentares distintas que serviram de mote para questionar os alunos verificando a compreensão dos conceitos (Apêndice B1). De seguida, teve lugar uma atividade individual. A partir de uma teia alimentar mediterrânica (que a

professora cooperante desenhou espontaneamente no quadro, pois não havia projetor, como referi, ajudando bastante), os alunos tiveram de, numa folha para entrega, sistematizar pelo menos uma cadeia trófica, indicando os níveis tróficos e as funções ecológicas de cada população (produtor, consumidor primário, consumidor secundário...). Circulei pela sala dando as orientações várias vezes e esclarecendo algumas dúvidas. Posteriormente à conclusão deste trabalho, pedi aos alunos que autoavaliassem o mesmo, por escrito e na mesma folha, antes de me entregarem.

Nos minutos finais da aula, expliquei brevemente aos alunos a origem das palavras e diferença entre fitoplâncton e zooplâncton (presentes em muitas cadeias e teias aquáticas), secção da apresentação PowerPoint que havia anteriormente saltado, por achar que estava atrasar-me, e mostrei um pequeno vídeo real de zooplâncton a alimentar-se de fitoplâncton.

Reflexão

Penso que a aula correu muito bem, tendo apenas pena que muitos alunos não tivessem conseguido ver bem a apresentação que preparei, no entanto, não me pareceu que isso tivesse constituído entrave à compreensão da maioria, a julgar pelos trabalhos que avalei e pelas respostas às perguntas que fui colocando.

Tenho de referir que, enquanto circulei pelos grupos na atividade das tabelas pude ouvir e interagir com algumas discussões muito interessantes! Os alunos especulavam acerca das consequências da ação humana, com bastante originalidade e lógica e, algumas vezes, com rigor científico. Achei esta atividade muito rica e os alunos pareceram genuinamente interessados e envolvidos na discussão.

Em contrapartida, aquando do início da tarefa individual, como esta incluiu vários graus de liberdade quanto ao modo como a poderiam completar (se usavam uma folha ou meia folha, como organizavam a resposta, se a cadeia tinha de ter três níveis tróficos, quatro, cinco...), verifiquei que os alunos ficaram perdidos. De facto, perante uma situação que requer elevado nível de autodeterminação, manifestaram ansiedade e confusão, o que me levou a escrever as orientações no quadro e a ir circulando pela sala repetindo-as várias vezes, o que acalmou a turma. No futuro, estruturarei mais as propostas de atividade, conferindo menos graus de liberdade.

Descrição da Aula

A aula 3 serviu o propósito de explicar o que são e a importância que têm a heteroavaliação e os critérios de avaliação, assim como o de criar uma rubrica de avaliação simplificada, em conjunto, a ser aplicada na próxima aula.

A sequência foi idêntica em ambos os turnos, com a exceção de que no segundo utilizei os três exemplos que havia preparado para treino da aplicação dos critérios; no primeiro turno apenas conseguimos aplicar ao 1.º exemplo (Apêndice B2). Para começar, introduzi os alunos de forma breve ao que é a heteroavaliação e ao que são critérios de avaliação, com questionamento oral, explicando também a sua importância, utilizando o arroz doce como exemplo, questionando-os o que é, para eles, um bom arroz doce, tendo recebido respostas que, na verdade, correspondem a critérios de avaliação, como “É cremoso” ou “Tem de saber bem”. Foi tornado claro que dizer que está bom ou mau, não basta, pois essa informação não diz nada em concreto ao cozinheiro, que não saberá como melhorar; há que detalhar a textura, se está cremosa, aguada... o ponto de cozimento do arroz, quantidade de açúcar, etc. Seguidamente, em conjunto, professor e alunos, criaram uma rubrica de avaliação simplificada (Apêndice D1) a utilizar numa atividade (que expliquei) na aula seguinte, consistindo na produção de um pequeno texto interpretativo sobre uma ilustração artística, relacionando-a aos conteúdos científicos abordados. Por fim, utilizando três exemplos de pequenos textos fictícios de alunos, os discentes aplicaram a rubrica de avaliação que haviam construído, tornando mais claro ainda o seu conteúdo.

Reflexão

Esta aula contou com a presença muito bem-vinda, não só da professora cooperante, mas também da minha colega de estágio e da minha orientadora do Instituto de Educação. O *feedback* que me foi dado pelas três, assim como a minha perceção da aula, permitiram-me julgar que esta correu muito bem. As intervenções dos alunos, assertivas, criativas e lógicas, revelando alguma profundidade de pensamento, permitiram aferir que houve compreensão da heteroavaliação e dos critérios, bem como dos seus processos, apesar de se tratar de jovens do 8.º ano.

Senti também que me afastei da planificação da aula. Era um assunto novo, complexo, não sabia como iria correr, os alunos não estão habituados, tinha receio. E

na hora da verdade, optei por ter simplesmente em linha de conta alguns marcos temporais (dos quais preciso, principalmente para aulas tão curtas como esta) e fui desenvolvendo os assuntos e avançando nos momentos à medida que sentia o pulso à turma. Não que não faça isso nas outras aulas, pois é minha prática corrente, mas aqui, o afastamento à planificação foi maior. Correu bem e senti-me bem a fazê-lo. Para mim, as planificações ajudam-me imenso na gestão do tempo e no desenvolvimento de um fio condutor aula a aula, aliás, aconteceu alterar uma aula quase por completo pelo facto de, ao planificar a seguinte, perceber que os assuntos não estavam equilibrados entre ambas e que faltava uma ligação mais óbvia. Por outro lado, na execução da aula, sinto a planificação como uma prisão, pois tenho prazer em conduzir a aula de forma espontânea e, portanto, desvio-me dela sem timidez, se entender que isso será vantajoso para os alunos, naquele momento.

Aula 4 | 17 fev. (90 min.)

Descrição da Aula

Na aula 4 foram introduzidos e aprofundados conceitos importantes acerca do movimento da energia e da matéria nos ecossistemas, interligados com os conceitos anteriormente desenvolvidos. Ainda, foram aprofundadas algumas formas de interferência humana nas teias alimentares.

A aula começou com uma apresentação (Apêndice B3), com questionamento e participação dos alunos, acerca do fluxo de energia e ciclos de matéria nos ecossistemas, que teve início com um “verdadeiro/falso”, em turma, acerca dos conceitos desenvolvidos em aulas anteriores. Mais uma vez, não pudemos contar com o projetor, que ainda se encontrava avariado. Na segunda parte da apresentação, foquei-me no aprofundamento acerca de quatro impactes da ação humana (extinção de espécies, introdução de espécies exóticas, desflorestação e agricultura intensiva), incidindo nas causas, consequências e medidas de mitigação. Finda a apresentação, distribuí pelos alunos uma ilustração artística, impressa em papel (Apêndice C2), alusiva ao processo de decomposição e reciclagem da matéria nos ecossistemas. A tarefa dos alunos foi a de, individualmente, escreverem um pequeno texto interpretativo da imagem, tendo obrigatoriamente de incluir as seguintes quatro expressões: *decompositores*, *produtores*, *matéria orgânica*, *matéria inorgânica*. Durante esta tarefa, fui circulando, esclarecendo as dúvidas e orientando os alunos. A aula terminou com a entrega dos textos, já não tendo havido tempo para haver a troca

dos trabalhos entre os alunos para serem submetidos a heteroavaliação e posterior reformulação.

Reflexão

Julgo que esta aula teve as suas fragilidades e não correu da maneira esperada. Na minha apreciação correu medianamente, nem bem, nem mal.

Penso que a primeira parte da aula (a apresentação) foi bem conseguida, os alunos participaram bastante e colocaram muitas questões, o que também atrasou o seguimento da aula, mas quando é esse o motivo do atraso, venham mais. A parte, bastante importante, da minimização/mitigação dos impactes da ação humana foi apressada, porque o tempo nessa altura já estava a urgir e ainda havia uma tarefa para fazer, heteroavaliar e reformular. Fiquei incomodado com isso e estou a considerar alterar quase por completo o plano para a próxima aula, de modo a colmatar esta falha. O que mais me incomodou, contudo, foi não ter acontecido a heteroavaliação. O cerne do meu trabalho investigativo é esse e terem-se passado quatro aulas sem que os alunos ainda tenham praticado (apesar de já terem tomado contacto com o que é e terem feito uma rubrica de avaliação), deixa-me muito desconfortável. Coloquei muita coisa em causa após esta aula. É um ponto de viragem. Tenciono alterar quase todas as planificações futuras, de modo a simplificar mais as aulas. É essencial que eles disponham de tempo para o processo de avaliação. Como agora já conheço os seus ritmos e percebo que tudo o que é escrito requer muito tempo, tenciono não lhes pedir para fornecerem aos colegas *feedback* escrito, mas oral. Por um lado, perco alguma informação sobre os *feedbacks* fornecidos, mas por outro, julgo eu, ganho tempo de aula (tão precioso, com aulas tão curtas e meninos tão novos) e os alunos ganham a oportunidade de explicarem as suas ideias uns aos outros, o que também é benéfico.

Apenas mais uma nota referente à falta do projetor. Esta ausência leva-me, em conjunto com outros fatores como seja a localização dos alunos mais participativos, a não dar tanta atenção a uma fila de alunos em particular: a que se encontra mais longe de mim e do meu computador, junto à parede. Cinjo-me mais a um local próximo do pequeno monitor para onde olho e aponto, não me movimentando tanto pela sala como é meu costume.

Aula 5 | 28 fev. (45 min.)

Descrição da Aula

Após uma semana sem aulas, devido à pausa letiva de carnaval e uma aula de sexta-feira que não aconteceu, teve lugar a aula 5. Nesta aula, em turnos, ocorreu a heteroavaliação do produto final escrito redigido na aula anterior.

Primeiramente, deslocando-me a cada aluno com um saco preto que continha, no seu interior, papéis de *post-it* dobrados, indiquei-lhes que retirassem um, sem verem. Isto serviu para estabelecer os “pares de heteroavaliação” de forma aleatória. Em cada papel constava um número; dois alunos que retirassem o mesmo número seriam pares de heteroavaliação nessa aula, isto é, iam analisar e fornecer *feedback* acerca do trabalho um do outro. Seguidamente, os alunos procederam à análise dos trabalhos dos colegas, recorrendo aos critérios já seus conhecidos (e projetados no quadro), trocaram *feedback* oral e reformularam os seus textos. Durante estas atividades, circulei pela sala, esclareci dúvidas e fui monitorizando o processo. Antes de me entregarem os produtos finais, orientei os alunos para classificarem o *feedback* que receberam do seu par, numa escala de 1 a 4, em que 1 significa “não foi nada útil”, 2 “foi pouco útil”, 3 “foi útil” e 4 “foi muito útil”. Os alunos entregaram os trabalhos e a aula terminou.

Reflexão

Esta aula contou novamente com a presença da professora cooperante (como em todas as aulas), da minha orientadora e da minha colega de estágio. Julgo que a aula correu satisfatoriamente. Os alunos, de uma forma geral, envolveram-se na tarefa, alguns deles bastante empenhados, mas houve também quem tivesse trocado um *feedback* de poucos segundos e/ou não tivesse aproveitado para reformular o seu trabalho. Fiquei desconfortável com uma situação em que uma aluna forneceu um *feedback* brilhante a um colega, colega esse que tem muitas dificuldades de relacionamento com a turma, mas o colega classificou o *feedback* que recebeu com 1. Embora não conte para avaliação sumativa, percebi a frustração e tristeza na cara da aluna e farei questão de, na próxima aula, salientar o seu trabalho e empenho para toda a turma.

Aula 6 | 3 mar. (90 min.)

Descrição da Aula

Na aula 6 foi aplicado um teste sumativo (Apêndice E) elaborado por mim e pela professora cooperante, referente aos temas: cadeias e teias alimentares, investigações experimentais, movimento de energia e matéria nos ecossistemas, e interferência do ser humano nas teias alimentares. Como nesta escola os testes são programados para 45 minutos (demorando cerca de 1h, normalmente, pela experiência da professora cooperante), teve lugar também uma 2.^a parte de exploração do ciclo da água (Apêndice B4).

Devido a um percalço inicial, com os testes a serem impressos e o atraso de alguns alunos, esta 1.^a parte do teste de avaliação ocupou cerca de 70 minutos. Durante o teste, conforme os alunos chamavam, ia ao seu encontro esclarecendo as suas dúvidas. Nos últimos 20 minutos, falei sobre o ciclo da água e as suas principais fases, questionando para perceber os conhecimentos prévios dos alunos, e também incidi sobre influência dos animais e plantas no ciclo. Por fim, abordámos a interferência da ação humana, sendo que esta última parte não foi terminada.

Reflexão

A aula não correu conforme previsto no que toca ao tempo. O teste tardou em começar e fiquei com menos tempo que o previsto para o resto da aula, que teve de ser gerida a um ritmo mais acelerado e, mesmo assim, não ficou completa. Não fiquei satisfeito. Na verdade, falar sobre qualquer assunto a seguir a um teste tem muito que se lhe diga e os alunos estavam compreensivelmente agitados, mas foi um risco que eu quis correr. Atrevo-me a dizer que alguns deles estariam até “desligados”, apesar de outros, pela sua participação, estarem claramente atentos e a aprender. Foi uma aula algo apressada e talvez superficial, na minha perspetiva.

Aula 7 | 7 mar. (45 min.)

Descrição da Aula

Na aula 7, em turnos, para além da continuação e fecho do ciclo da água, teve lugar a realização de uma atividade experimental (protocolo no Apêndice C3) que relaciona os ciclos do carbono e do oxigénio. O intuito da aula foi o de introduzir ideias basilares para a compreensão dos ciclos do carbono e do oxigénio, a par de levar os alunos a treinar o controlo e a manipulação de variáveis.

Nos dois turnos, a aula iniciou-se com uma breve apresentação (Apêndice B5), com questionamento e interação professor-turma acerca da interferência humana no ciclo da água. Seguidamente, relembrou-se aos alunos o processo de fotossíntese e foi-lhes apresentado um problema de investigação. Em turma, chegou-se a uma hipótese a testar em aula e procedeu-se então à atividade experimental, com cada turno dividido em dois grupos. Brevemente, a atividade consistiu em testar a hipótese “As plantas utilizam na fotossíntese o CO₂ que os animais libertam na respiração”. Para isso, os alunos sopraram com palhinhas de silicone para um gobelet contendo água e o indicador de pH azul de bromotimol, assistindo à mudança de cor de azul para amarelo. Em seguida, essa água carregada de CO₂ humano foi vertida para dois tubos de ensaio (por grupo), um contendo um ramo de uma planta aquática (*Limnophila sessiliflora*) e outro não contendo nada (controlo experimental). Os resultados foram registados pelo professor após três dias.

Reflexão

Penso que esta aula correu bem e os objetivos foram cumpridos para a generalidade dos alunos.

Notei, como já antes havia acontecido em intervenções da unidade curricular de IPP III, que os alunos têm preguiça de ler e seguir um protocolo experimental. Desta vez decidi não lhes dar grande informação prévia sobre o que teriam de fazer e indiquei várias vezes que começassem por ler o protocolo em papel (um por grupo). Os alunos acederam, mas apenas devido à minha insistência. Após um momento inicial em que muito se ouviu “Professor o que é que é para fazer?”, fiquei agradavelmente surpreendido pela autonomia revelada ao seguirem o protocolo que haviam relutantemente lido.

Outro desafio foi o de controlar e gerir dois grupos de alunos irrequietos, numa atividade envolvente, por turno. Foi desgastante. Tive de falar alto, chamar bastante a atenção, questionar, pedir que parassem por alguns segundos e tomassem atenção, gerir o procedimento experimental (houve quem quisesse colocar indicador de pH a mais, quem tivesse entalado o conta-gotas embutido na tampa... etc.), em suma, não parar. Pareceu-me contudo, que a aula foi satisfatória e útil para os alunos.

Aula 8 | 10 mar. (90 min.)

Descrição da Aula

A aula 8 serviu para lecionar os ciclos do carbono e oxigénio, com a inclusão de uma atividade relacionada com o ciclo do carbono, alvo de heteroavaliação posterior.

Em primeiro lugar, com recurso ao PowerPoint, leccionei os ciclos do carbono e do oxigénio (Apêndice B6), com questionamento e participação dos alunos. No final da apresentação, expliquei brevemente no que consiste a ONU (Organização das Nações Unidas), assim como a tarefa que tinham pela frente. Projetando a rubrica de avaliação com os critérios, níveis e descritores no quadro (Apêndice D2), expliquei de forma breve o que tinham de fazer e como. A seguir, os alunos visionaram um vídeo acerca do papel das baleias no ecossistema marinho e regulação climática. Por fim, instruí os alunos a escreverem uma carta endereçada às Nações Unidas, nomeadamente ao secretário-geral António Guterres, alertando para a problemática das alterações climáticas e em como as baleias poderiam ajudar a mitigar o problema.

Reflexão

A análise geral que faço desta aula é a de que não correu nem bem, nem mal. Não senti segurança suficiente nos alunos relativamente a um ou outro aspeto dos conteúdos, mas senti-me limitado pelo tempo, sabendo o que tinham ainda pela frente, pelo que não me alonguei como de costume. O facto de não estar só a dar aulas, mas a fazer um trabalho investigativo ao mesmo tempo, o qual precisa de dados (no meu caso que exigem a realização de atividades abertas para posterior heteroavaliação e reformulação), constitui uma grande pressão. Achei também que, apesar de ainda manifestarem insegurança e confusão perante uma tarefa aberta, já estão um pouco mais autónomos, embora ainda haja um caminho a percorrer neste aspeto.

Aula 9 | 14 mar. (45 min.)

Descrição da Aula

A aula 9, em turnos, teve como propósito a heteroavaliação das cartas às Nações Unidas, fechando essa atividade.

O início da aula contou, mais uma vez, com o sorteio recorrendo aos *post-its*. As cartas foram distribuídas segundo os pares de heteroavaliação sorteados e os descritores dos critérios (nos três níveis, baixo, médio, alto) foram lidos aos alunos, havendo lugar para esclarecimentos, embora ninguém tivesse levantado questões, do que me recordo. Seguidamente, os alunos analisaram os trabalhos dos colegas, trocaram *feedback* e reformularam as cartas antes de me entregarem. Para terminar, informei os alunos de que os resultados da atividade experimental da semana anterior se encontravam na plataforma *Classroom* e expliquei que cada grupo deveria responder às questões, através da plataforma, até sexta-feira (com a participação de todos os elementos do grupo, devendo responder a pelo menos uma questão cada) (Apêndice B7).

Reflexão

Penso que esta aula correu medianamente. Na generalidade, os alunos empenharam-se na heteroavaliação, mas demoraram muito tempo a reformular, o que atrasou a passagem de turno, chegando dois alunos atrasados à aula de físico-química. Foi estranho ter os alunos a pedirem o meu *feedback* em relação àquilo que lhes faltava ou como podiam melhorar e eu não poder fornecer a ajuda que queria, pois isso enviesaria os meus resultados de investigação. Preciso de saber se, e quanto, os alunos melhoram o seu desempenho devido à heteroavaliação e não devido à minha ajuda. Foi ingrato. Senti alguma frustração e cada vez mais tenho a convicção de que, ou se dá aula, ou se investiga, pelo menos num projeto como este. Os dois processos ao mesmo tempo, numa interação social deste tipo, não me parece sensato ou sequer desejável.

Aula 10 | 17 mar. (90 min.)

Descrição da Aula

Na aula 10 ocorreu a atividade didática, com heteroavaliação, “As amendoeiras e o Ciclo do Carbono” sobre a análise de uma notícia real acerca da floração precoce das amendoeiras no sul de Espanha, no ano corrente (2023), precedida da discussão dos resultados experimentais da atividade que se iniciou na aula 7 e terminou três dias depois.

Após uma breve discussão em turma sobre os resultados experimentais, que serviu para consolidar os conceitos relacionados com os ciclos do carbono e do

oxigênio, teve lugar a atividade didática. Primeiramente, após a distribuição de uma notícia (Apêndice C4) e de uma rubrica de avaliação (Apêndice D3), li em voz alta o texto do jornal e mencionei de forma breve a rubrica, apresentando-lhes a tarefa que tinham pela frente: desenhar um esquema do ciclo do carbono, para a região do sul de Espanha em causa, com algumas palavras obrigatórias e sugestões de inclusão (Apêndice C5), seguida de uma explicação sobre a razão do florescimento precoce das amendoeiras, relacionada à ação humana e ao ciclo do carbono. Durante a execução destas tarefas fui circulando, esclarecendo dúvidas e reforçando orientações. Por fim, teve lugar a heteroavaliação, terminando a aula com a entrega das versões finais da tarefa.

Reflexão

Esta aula correu bem e todas as atividades previstas foram realizadas. Os alunos terminaram a tarefa, se bem que senti que precisavam de cerca de mais 15 minutos idealmente. Verifiquei que a turma se empenhou, na generalidade, na execução da tarefa. No entanto, um aspeto metodológico foi desafiador: a avaliação da reformulação dos trabalhos. Tinha ultrapassado este obstáculo, até aqui, desfasando as tarefas em aulas, ou seja, os alunos realizavam a tarefa numa aula, levava os trabalhos para casa e avaliava, e realizavam a heteroavaliação e reformulação na aula seguinte, voltando eu a recolher os trabalhos, para os avaliar novamente com a nota final, podendo, assim, perceber a diferença entre o primeiro trabalho e o trabalho reformulado. Desta vez optei por fazer tudo na mesma aula. O resultado foi que, apesar de ter referido bastantes vezes que precisava de ficar claro o que for reformulado (dando exemplos de como o fazerem), a maioria ou não reformulou, ou reformulou de tal forma que me impossibilitou saber como estava o trabalho antes de terem recebido *feedback* do colega. Esta heteroavaliação ficou, portanto, eliminada da análise quantitativa.

Aula 11 | 21 mar. (45 min.)

Descrição da Aula

Na aula 11, em turnos, ocorreu a atividade “O Aviso das Árvores”. Brevemente, em primeiro lugar aconteceu a entrega dos trabalhos corrigidos e avaliados (carta às Nações Unidas e atividade acerca das amendoeiras em flor). Foram trocadas também algumas impressões com a turma, por exemplo, que alunos

não estavam a aproveitar o *feedback* fornecido pelos colegas para reformularem os seus trabalhos, precisando de melhorar nesse sentido, ou os alunos que tinham fornecido bons *feedbacks*, que deveriam continuar o bom trabalho. Após estes momentos, teve então lugar a atividade destinada para o dia.

Para a atividade, foram distribuídas pelos alunos a notícia, com as questões a responder (Apêndice C6), e os critérios de avaliação para as questões de desenvolvimento sob a forma de duas rubricas de avaliação (Apêndice D4). Li em voz alta a notícia para os alunos, assim como as perguntas e a rubrica (tentando garantir que tudo ficasse claro), de seguida, os alunos ficaram o restante tempo de aula, individual e autonomamente, a trabalhar nas três questões colocadas, utilizando a notícia como ponto de partida para interligar os três ciclos de matéria estudados em detalhe. Durante esta etapa, fui circulando pelos alunos, questionando, orientando, esclarecendo dúvidas e motivando-os. A aula terminou com a entrega dos trabalhos, que foram alvo de heteroavaliação e reformulação na aula seguinte, última aula da sequência didática.

Reflexão

Julgo que esta aula correu medianamente. Os objetivos foram cumpridos, mas penso que alguns aspetos poderão ser futuramente melhorados. Refiro-me à rubrica de avaliação, por exemplo. Como o 2.º turno teve ficha de físico-química, chegou cerca de 15 minutos mais tarde, pelo que optei em não ler nem esclarecer a rubrica de avaliação antes dos alunos terem começado o trabalho, mas sim enquanto o estavam a fazer. Além disso, gostaria que tivessem sido os alunos a surgir com os critérios, mas o escasso tempo de aulas forçou-me a ter tudo pronto de antemão. Por outro lado, gostaria de ter discutido um pouco mais aprofundadamente a notícia antes de deixar os alunos partirem para a resolução das questões; não o fiz por receio que não houvesse tempo. Além disso, como não sou o professor deles, não me posso dar ao luxo de deixar para a aula seguinte, aliás, a professora cooperante até me deu bastante mais tempo do que inicialmente previsto para realizar a minha intervenção; pedir mais seria não só descabido como insensato tendo em conta o currículo ainda por trabalhar.

Descrição da Aula

A aula 12, última da sequência didática, teve como intuito desenvolver os conceitos de bioampliação e bioacumulação, fechando a unidade, heteroavaliar a última tarefa da intervenção e preencher novamente o questionário que havia sido aplicado no início da sequência.

A aula teve início com a heteroavaliação e reformulação dos trabalhos relativos à atividade “O Aviso das Árvores”. Após essa fase, procedeu-se ao visionamento de dois vídeos acerca da bioacumulação e bioampliação de mercúrio (desastre de Minamata e poluição com mercúrio dos rios da Amazônia), com posterior discussão em turma. Por fim, foi distribuído aos alunos o questionário, para preenchimento.

Reflexão

Fiquei contente com o facto de todos os objetivos para a aula terem sido cumpridos. Penso que correu bem! Foi ótimo fechar a unidade desta forma: satisfeito. Senti que, nesta que foi a 4.^a heteroavaliação, os alunos estavam mais à vontade e autónomos em todo o processo, que se desenvolveu sem intercorrências, tirando o facto de duas alunas terem sentido mais a pressão do tempo e se terem alongado na reformulação dos seus trabalhos, terminando quando estava já a mostrar os vídeos. Os alunos envolveram-se, participaram e, apesar de terem protestado sobre a quantidade de trabalhos, revelaram empenho.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Caracterização do Contexto e Participantes

Escola

Este trabalho foi desenvolvido numa escola pública secundária do concelho de Lisboa, com o apoio de uma professora cooperante, de 55 anos de idade, atualmente a lecionar as disciplinas de Ciências Naturais e Biologia e Geologia. A escola possui turmas do 3.º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário nas áreas das Ciências e Tecnologias, Ciências Socioeconómicas, Línguas e Humanidades e Artes Visuais e possui ainda turmas de Ensino Profissional. Trata-se também de uma escola de referência para a Educação Bilingue de Alunos Surdos e possui intérpretes de língua gestual nas turmas que integram estes alunos. É uma escola bastante homogénea, sendo a maioria dos discentes de nacionalidade portuguesa e de classe média-alta. A escola tem capacidade prevista para 51 turmas e, em geral, o tamanho das salas de aula é médio-grande, com muita iluminação natural. Existem cerca de 11 a 12 turmas por ano escolar com aproximadamente 25 alunos cada. As secretárias dos alunos são individuais, nas salas de aulas teóricas, e de pares nas salas de aulas práticas, sendo que cada sala de aula possui um computador, quadro branco, projetor e ligação à Internet, com algumas salas a possuírem ainda quadro interativo. Para a área da Biologia e Geologia, a escola possui dois laboratórios de Biologia, dois laboratórios de Geologia, espaçosos e bem equipados, e duas salas de preparação. A escola conta também com um grande número de espaços verdes e pátios exteriores, sendo que os espaços dedicados à permanência de alunos e espaços letivos se distribuem pelos diferentes edifícios, dispostos em blocos. Esta escola não apresenta toque de saída/entrada e encontra-se a funcionar na modalidade de períodos.

Participantes

Este estudo contou com a participação não-voluntária de uma turma do 8.º ano de escolaridade constituída por 20 alunos, 11 do sexo feminino e 9 do sexo masculino. É uma turma que manifesta dificuldades de aprendizagem, em que 12 alunos estão ao abrigo do Decreto-Lei nº54/2018 (DL-54), da Educação Inclusiva, com medidas universais (acomodações curriculares e diferenciação pedagógica), três deles com relatório técnico-pedagógico (RTP) fundamentando a mobilização de outras medidas seletivas e/ou adicionais de suporte à aprendizagem. Além disso, três

dos alunos ao abrigo do DL-54 manifestam dificuldades de concentração, um dificuldades de aquisição das aprendizagens, e três deles dificuldades de raciocínio lógico e abstrato. No 1.º período, período anterior à intervenção, houve três alunos com nível 2 (dois alunos no final do 2.º período), dez alunos com nível 3 (número que se manteve no 2.º período), seis alunos com nível 4 (sete alunos no final do 2.º período) e um aluno com nível 5 (que manteve no 2.º período), à disciplina de Ciências Naturais.

Metodologia

O Ciclo de Avaliação pretende estabelecer a ligação entre hetero e autoavaliação de uma forma independente do domínio lecionado, fazendo uso da heteroavaliação para apoiar o desenvolvimento de capacidades de autoavaliação nos alunos. Por este motivo, optou-se pela utilização de uma adaptação do Ciclo de Avaliação de Reinholz (2016) na estruturação das aulas em que a heteroavaliação esteve presente. Excepto na tarefa 3, todas as tarefas afetas à heteroavaliação ocuparam duas aulas: uma primeira aula para realização do trabalho, entre outras atividades (levando o professor os trabalhos e classificando-os sem dar a conhecer a nota aos alunos), e uma segunda aula de heteroavaliação e reformulação dos trabalhos.

Fases do Ciclo de Avaliação adaptado:

- 1) **Tarefa:** os alunos envolvem-se numa tarefa aberta (com múltiplas soluções).
- 2) **Heteroavaliação:** os alunos analisam o trabalho dos pares e trocam *feedback* oral, analisando esse *feedback* recebido, com vista à melhoria dos seus trabalhos. As perceções dos alunos sobre o *feedback* dos pares e da sua utilidade são também recolhidas, através de uma escala de Likert relativa ao *feedback* recebido com os seguintes significados: 1- não foi nada útil, 2- foi pouco útil, 3- foi útil, 4- foi muito útil. Considerando a limitada bibliografia relativa a este assunto, neste trabalho foi aplicada heteroavaliação não-anónima e aleatória. Para a consecução desta etapa, no início da aula o professor sorteia os pares de heteroavaliação, que mudaram de aula para aula de forma aleatória. O papel sorteado inclui uma indicação de qual é o aluno do par que se deve levantar do lugar e dirigir-se ao colega, aquando da troca de *feedback* oral, por forma a imprimir maior celeridade ao processo e diminuir possíveis intercorrências.

- 3) **Reformulação:** os alunos têm a oportunidade de utilizar o *feedback* que receberam, podendo reformular o seu trabalho antes da entrega do produto final. Devem também classificar o *feedback* que receberam do seu par de heteroavaliação, como acima referido, constando essa indicação do trabalho final, assim como o nome do colega que forneceu o *feedback* a que se reporta a classificação.
- 4) **Feedback do professor:** o professor fornece *feedback* acerca do desempenho dos alunos, com indicação da classificação final em percentagem, classificação critério a critério, e *feedback* escrito com vista à apreciação global e critério a critério, assim como à clarificação de aspetos que os trabalhos dos alunos demonstraram estar equivocados ou incompletos. O professor fornece também *feedback* relativamente ao *feedback* prestado pelos alunos aos seus colegas, indicando quanto melhorou o colega a quem o aluno forneceu *feedback* (ex.: “O teu colega melhorou a sua nota em 12% após o teu *feedback*, parabéns!”).

Como está implícito na adaptação ao Ciclo de Avaliação, foram utilizadas rubricas de avaliação nas atividades de heteroavaliação, que contêm critérios de avaliação, três níveis de desempenho (baixo, médio, alto) e os respetivos descritores.

Instrumentos de recolha de dados

A Tabela 6, na página seguinte, sintetiza o modo como foram recolhidos os dados para responder às questões de investigação que este trabalho se propôs investigar. Como se pode observar, foram utilizados inquéritos por questionário e por entrevista, diário de bordo e análise documental.

Tabela 6

Questões de investigação e instrumentos de recolha de dados, tendo em vista a sua resposta

Nº	QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	INSTRUMENTOS DE RECOLHA
1	Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de capacidades de autoavaliação ?	1) Comparação entre um mesmo Questionário aplicado antes de depois da intervenção. 2) Análise documental : comparação de autoavaliações escritas, em dois momentos (no início e no final da intervenção). 3) Entrevistas a alguns alunos. 4) Questionário Final .
2	Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia ?	1) Comparação entre um mesmo Questionário aplicado antes de depois da intervenção. 2) Entrevistas a alguns alunos. 3) Observação direta com registo em Diário de Bordo . 4) Questionário Final .
3	Qual o contributo da heteroavaliação para a aprendizagem dos alunos?	1) Análise documental : análise das classificações finais dos trabalhos e das classificações atribuídas ao <i>feedback</i> recebido pelos pares. 2) Entrevistas a alguns alunos. 3) Questionário Final .
4	Quais as opiniões dos alunos acerca da heteroavaliação e seus contributos?	1) Observação direta com registo em Diário de Bordo . 2) Entrevistas a alguns alunos. 3) Questionário Final .

A **análise documental** foi utilizada na resposta às questões n.º 1 e 3, visto serem as únicas questões passíveis de serem analisadas desta forma e onde esta abordagem é pertinente. O objetivo foi averiguar se, com o decorrer da intervenção, os alunos melhoraram as suas capacidades de autoavaliação, recorrendo a um dado

objetivo diretamente dependente dessas mesmas capacidades. De igual forma, para averiguar o contributo na aprendizagem dos alunos, foram analisadas as classificações finais dos trabalhos decorrentes das tarefas afetas à heteroavaliação, assim como a classificação que cada aluno foi atribuindo ao *feedback* recebido em cada tarefa. O intuito foi o de perceber se se verificaram melhorias nos resultados e se estas melhorias estão de alguma forma relacionadas com o *feedback* recebido.

O registo de observações em **diário de bordo** foi utilizado como instrumento de recolha de dados para as questões n.º 2 e n.º 4, embora mais como um complemento. Para Batista (2019), o diário de bordo constitui uma ferramenta capaz de ajudar o professor a tornar-se mais reflexivo e investigativo, pensando sobre a sua própria prática pedagógica e aperfeiçoando-a, o que, por sua vez, o torna cada vez mais próximo dos alunos. Um professor está e/ou terá de estar habituado no dia a dia da sua prática profissional a observar o desenvolvimento de competências como sejam as de desenvolvimento pessoal e autonomia, assim como as perceções dos alunos, que incluem as suas dificuldades. Como tal, por um lado, a utilização deste instrumento nesta situação particular constituiu um treino para a prática futura e, ao mesmo tempo, uma boa ferramenta para recolha de dados acerca de duas componentes para as quais um professor tem de estar, desde logo, alerta. Este instrumento foi escolhido também para apenas estas duas questões porque realizar um diário de bordo com registo de todas as ocorrências é incomportável neste tipo de estudo, sendo ideal a construção de um diário de bordo dirigido, ou seja, tendo em vista questões específicas, o que força também, à partida, o professor a estar atento a esses aspetos concretos, uma vez que os terá de registar.

O **inquérito por questionário** constituiu instrumento de recolha para todas as questões de investigação. Foram aplicados dois questionários: um questionário aplicado duas vezes, numa espécie de antes e após a intervenção didática (Apêndice F1), com vista à recolha de dados para as questões de investigação n.º1 e n.º2, tendo a análise sido efetuada pela comparação das respostas nos dois momentos referidos; e um questionário final (Apêndice F2) com o objetivo de recolher dados sobre todas as questões de investigação. O recurso ao questionário permite ao investigador identificar características e factos de uma população ou analisar relações entre as variáveis em estudo através do seu tratamento estatístico (Babones, 2016), que foi exatamente o que se pretendeu neste estudo. Ambas as abordagens (identificação de características e factos, e análise estatística) foram utilizadas.

Por fim, foi também utilizado o **inquérito por entrevista** (guião disponível no Apêndice F3). Segundo Morgado (2013), as entrevistas têm como objetivo fundamental entender os significados e sentidos que são conferidos às situações pelos entrevistados. As entrevistas têm patente em si a potencialidade de clarificarem representações sociais e percepções dos entrevistados, contribuindo para a compreensão do sentido que os entrevistados atribuem às suas ações, assim como das suas conceções acerca da realidade (Morgado, 2013). Marchão & Henriques (2018) consideram que a investigação com crianças acarreta uma grande complexidade, afirmando que, para perscrutar as suas ideias e pensamento, a entrevista constitui um instrumento de recolha de dados apropriado. Inicialmente, a entrevista iria ser aplicada apenas à questão n.º 2, pela sua natureza subjetiva, tornando-se mais clara a resposta se se pudesse proporcionar uma conversa, com reciprocidade, entre o entrevistador e a criança. No entanto, uma vez que a entrevista iria ser realizada de qualquer forma, esse momento foi também aproveitado para a recolha de dados sobre todas as outras questões (n.º 1, 3 e 4).

Análise de dados

A análise documental, referente à comparação entre dois momentos de autoavaliação escrita (questão n.º1), foi efetuada com recurso à identificação e análise de padrões. Foi analisada a qualidade da autoavaliação manifestada no documento escrito entregue pelo aluno, num primeiro momento no início da intervenção, e num momento final, no final da intervenção, procurando-se também diferenças e evolução de aluno para aluno. No que concerne ao tratamento dos dados relativos às classificações dos trabalhos e dos *feedbacks* dos alunos, este foi realizado com recurso ao *software* Microsoft Excel.

Tanto a análise do diário de bordo (questões n.º 2 e 4) como da entrevista aos alunos (questões n.º 1, 2 e 4) foi levada a cabo por intermédio de uma abordagem qualitativa, nomeadamente a análise de conteúdo, segundo as orientações de Bardin (2011).

No que toca aos questionários, há uma divisão. Para as primeiras questões da investigação, n.º 1 e 2, foi aplicado o mesmo questionário em dois momentos distintos (antes da intervenção e após a intervenção) constituído na sua totalidade por questões fechadas, de escala de Likert. As respostas a estas questões foram tratadas estatisticamente com recurso ao *software* SPSS. Já em relação ao questionário final,

misto, um bloco de questões fechadas foi tratado estatisticamente com recurso ao *software* SPSS, com as restantes questões fechadas a terem sido submetidas a análise quantitativa, recorrendo ao *software* Microsoft Excel; as questões abertas foram sujeitas a análise de conteúdo.

Todos os testes estatísticos realizados no *software* SPSS tiveram em linha de conta o nível de significância de 0,05.

Questões de natureza ética

Em todas as etapas deste trabalho, foi tida em consideração a Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, publicada em Diário da República, 2.^a série, N.º 52, a 15 de março de 2016. Foram asseguradas, concretamente, as orientações que a seguir se detalham.

Explicitação dos cuidados éticos: o dever de constar, no relatório de estágio, uma componente relativa aos cuidados éticos que foram assegurados, constantes na carta ética do Instituto de Educação; este dever materializa-se nesta secção do relatório. ***Proteção dos participantes:*** foram prevenidas situações que ameaçam a integridade dos participantes diretos, os alunos, evitando sobrecarregá-los; foi estabelecida uma relação de confiança com os alunos e a professora cooperante, cumprindo sempre o acordado e não aceitando nem praticando quaisquer comportamentos discriminatórios, de exploração e assédio. ***Confidencialidade e privacidade:*** a privacidade dos participantes foi sempre respeitada, tendo o cuidado de proteger informação confidencial, preservando o anonimato das fontes e instituições envolvidas neste trabalho. ***Falsificação e plágio:*** este trabalho investigativo foi realizado com rigor e transparência, não tendo sido fabricados, plagiados, falsificados ou distorcidos quaisquer dados, em nenhuma etapa da investigação. ***Publicação e divulgação do conhecimento:*** após ter obtido aprovação, este relatório ficará disponível no repositório da Universidade de Lisboa, para consulta do público em geral.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Apresentam-se, de seguida, os resultados do trabalho investigativo, bem como a sua análise, recolhidos através de questionários aos alunos, entrevistas, análise documental e observação direta com registo em diário de bordo. A ordem de apresentação segue as questões de investigação deste trabalho. Nos questionários aplicados aos alunos, as questões fechadas fizeram uso, na sua maioria, de uma escala de Likert, de 1 a 4, sempre com os seguintes significados: **1: discordo totalmente**, **2: discordo**, **3: concordo**, **4: concordo totalmente**; **NS: não sei**. A tabela completa de análise de conteúdo das entrevistas aos alunos, que aqui é apresentada em pequenas secções, encontra-se na íntegra no Apêndice F4 e as transcrições das entrevistas no Apêndice F5. Em algumas tabelas apresentadas nesta secção, com a análise de conteúdo às entrevistas dos alunos, existem categorias que não se desdobram em mais do que uma subcategoria, pois os dados, recolhidos indutivamente a partir das respostas dos alunos, não o permitiram por não haver sentidos muito distintos.

Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de capacidades de autoavaliação?

Para responder a esta questão, foram recolhidos dados de três formas diferentes. Por ordem cronológica: foi aplicado um mesmo **questionário à turma**, por duas vezes, no qual constava uma secção de questões relacionadas às capacidades de autoavaliação, uma vez antes da intervenção didática e outra após, comparando-se as respostas através de uma análise estatística, recorrendo ao teste não-paramétrico *Wilcoxon Signed-Rank*; foram recolhidas **autoavaliações escritas** dos alunos da turma, sobre uma atividade realizada em aula no início da intervenção didática e outro conjunto de autoavaliações no final da intervenção, comparando-se por análise documental; por fim, com recurso a **entrevistas** a três alunos da turma, obteve-se clarificação no que concerne à questão de investigação em causa.

Tabela 7

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Capacidades de autoavaliação

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Capacidades de autoavaliação	Grau de dificuldade	Maior facilidade (2)	“Sim, autoavaliar sim. [Achas que isso se tornou mais fácil para ti?]”
	Rigor	Maior rigor e utilização de critérios de avaliação (3)	<p>“Sim, mudou. Eu agora (...), se achava que o meu trabalho estava bom ia dizer «ah, acho que está bom porque, por exemplo, tem este aspeto», portanto analisar melhor, dar uma autoavaliação mais...”</p> <p>“Eu acho que a maior é a capacidade de me autoavaliar mais rigorosamente. Não era muito... pronto, rigoroso, e agora é mais rigorosa.”</p> <p>“Sim, mudou bastante. Antigamente quando me queria autoavaliar, eu não utilizava os critérios que o professor deu naquela grelha e utilizava muito no geral, se estava bom, mau, muito bom...”</p>

Nota. Os algarismos entre parêntesis indicam o n.º de entrevistados, entre 1 e 3, que mencionaram a subcategoria em causa.

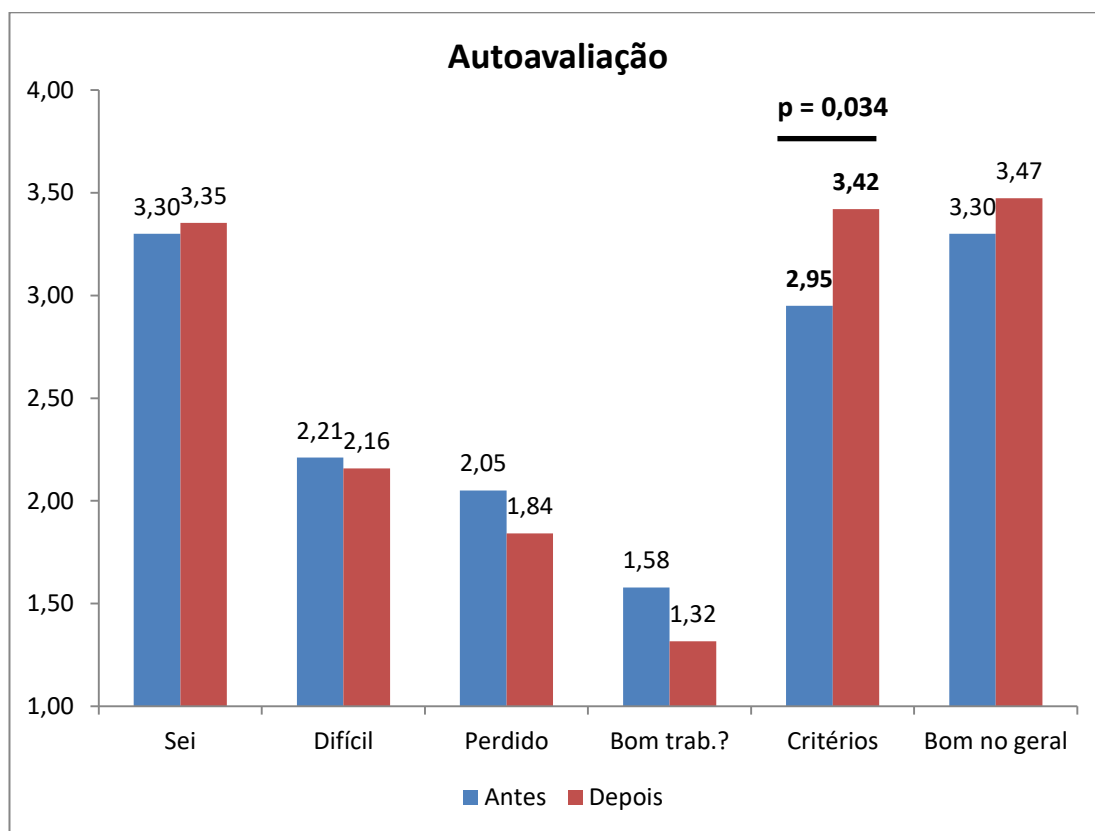
Nas entrevistas aos alunos, como se pode verificar pela análise da Tabela 7, estes mencionaram que, após a intervenção, sentem maior facilidade na autoavaliação e realizam-na com maior rigor, nomeadamente através da utilização de critérios de avaliação, sendo este último aspeto unânime entre os entrevistados. Estes resultados são muito animadores, mas não surpreendentes, já que ao longo da intervenção os alunos realizaram a heteroavaliação de quatro atividades, treinando desta forma a utilização de critérios, pelo que parece que esse hábito foi interiorizado pelos discentes. A este respeito, um dos alunos entrevistados mencionou:

“(...) agora se calhar sem essa folha [rubrica de avaliação] consigo muito mais facilmente fazer isso do que fazia antes. Porque, lá está, treinámos fazê-lo.”

Pude verificar isto mesmo, através de observação direta. Com o decorrer da intervenção, os alunos foram fazendo uma utilização cada vez mais expedita dos critérios de avaliação, manifestando cada vez menos dificuldades.

Figura 10

Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Autoavaliação



*Nota. **Sei**: Sei autoavaliar-me; **Difícil**: Acho difícil autoavaliar o meu trabalho; **Perdido**: Quando autoavalio, normalmente sinto-me perdido; **Bom trab.?**: Não sei o que é um bom trabalho; **Critérios**: Quando autoavalio o meu trabalho, defino critérios (como "estar correto", "organizado", "completo"...) e vejo se cumpro esses critérios; **Bom no geral**: Quando autoavalio, penso se o meu trabalho está bom ou não no geral. “Antes” designa o momento inicial da intervenção e “Depois” designa o momento final. O valor de “p” indica o nível descritivo ou *p-value*.*

Observando os dados constantes na Figura 10, percebemos que estes e os das entrevistas apontam no mesmo sentido. Com uma diferença estatisticamente significativa, os alunos passaram a concordar mais com a afirmação de que utilizam critérios de avaliação ao autoavaliarem, transitando de uma média, na escala de Likert, de 2,95 para 3,42 nas suas respostas. O facto desta diferença ser estatisticamente significativa confere ainda maior sustentação à ideia de que os alunos melhoraram as suas capacidades de autoavaliação, nomeadamente através da inclusão da prática de utilização e aplicação de critérios, tornando o processo mais rigoroso. De facto, confirmando Reinholz (2016), a heteroavaliação parece promover

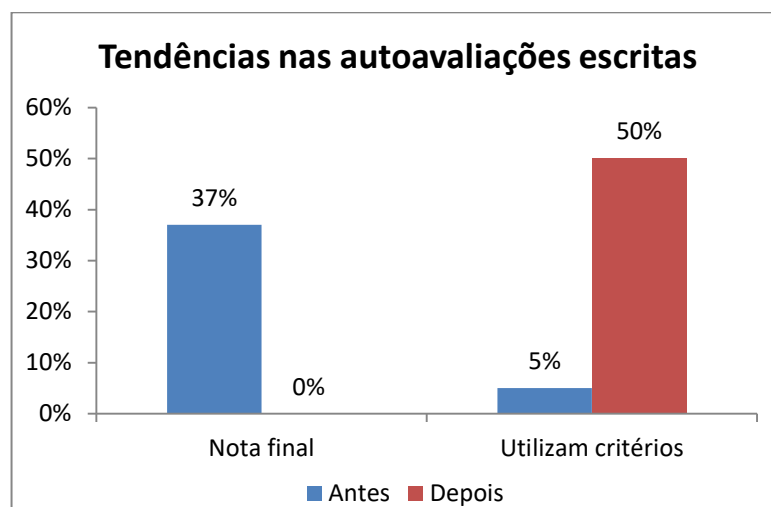
a autoavaliação ao tornar os processos avaliativos, normalmente invisíveis aos olhos dos alunos, explícitos e transparentes, tanto que a utilização de critérios se tornou claramente prática corrente nos alunos.

Além deste resultado, podemos verificar também uma aparente tendência positiva nas capacidades de autoavaliação dos alunos, nas respostas a todas as questões, ainda que não estatisticamente significativa. Os dados indicam que os alunos passaram, ligeiramente, a concordar mais com a afirmação de que se sabem autoavaliar, a achar mais fácil autoavaliarem, o que é corroborado pelas entrevistas, a sentirem-se menos perdidos quando autoavaliam e parecem também ter uma melhor noção do que constitui um bom trabalho, o que remete para os critérios de avaliação e a sua utilização, mais uma vez. Curiosamente, há também uma aparente tendência ligeira de os alunos, quanto autoavaliam, verificarem se o seu trabalho está bom na generalidade, o que sugere que os ganhos não foram para todos, havendo possivelmente alguns alunos que mantiveram a sua forma de autoavaliar ou que rejeitaram a nova forma de avaliação.

A análise documental realizada com base nas autoavaliações no início e no final da intervenção vem reforçar os dados já apresentados. Nas autoavaliações recolhidas numa tarefa inicial da unidade, como se pode observar na Figura 11, cerca de um terço dos alunos fizeram-no com recurso a uma nota, na sua grande maioria em percentagem, o que pode ser devido à cultura escolar vigente, que promove os resultados e a avaliação quantitativa, sendo, inclusivamente, a autoavaliação das atitudes no final de cada período, feita de forma quantitativa e devolvida ao professor sob a forma de uma nota, pelo que os alunos estão habituados a operar dessa maneira. No entanto, no conjunto das autoavaliações recolhidas numa tarefa do final da intervenção, zero alunos utilizaram as classificações numéricas como forma de se avaliarem (Figura 11). Concomitantemente, a percentagem de alunos que utilizaram e aplicaram critérios na sua autoavaliação passou de 5% no momento inicial, para 50% no momento final, como se pode verificar pela Figura 11 e através dos exemplos fornecidos na Tabela 8. Esta informação sugere, de facto, que as capacidades de autoavaliação dos alunos melhoraram com a heteroavaliação, indo ao encontro do que alguns autores reportam, como, por exemplo, Reinholz (2016), Stančić (2021) ou Topping (2009).

Figura 11

Comparação das tendências mais relevantes nas autoavaliações escritas dos alunos, no início e no final da intervenção



Nota. Nota final: alunos que autoavaliaram atribuindo-se a si próprios uma nota final numérica; Utilizam critérios: alunos que utilizaram e aplicaram critérios de avaliação na sua autoavaliação escrita. “Antes” designa o momento inicial de autoavaliação e “Depois” designa o momento final.

Tabela 8

Exemplos da evolução nas autoavaliações escritas dos alunos

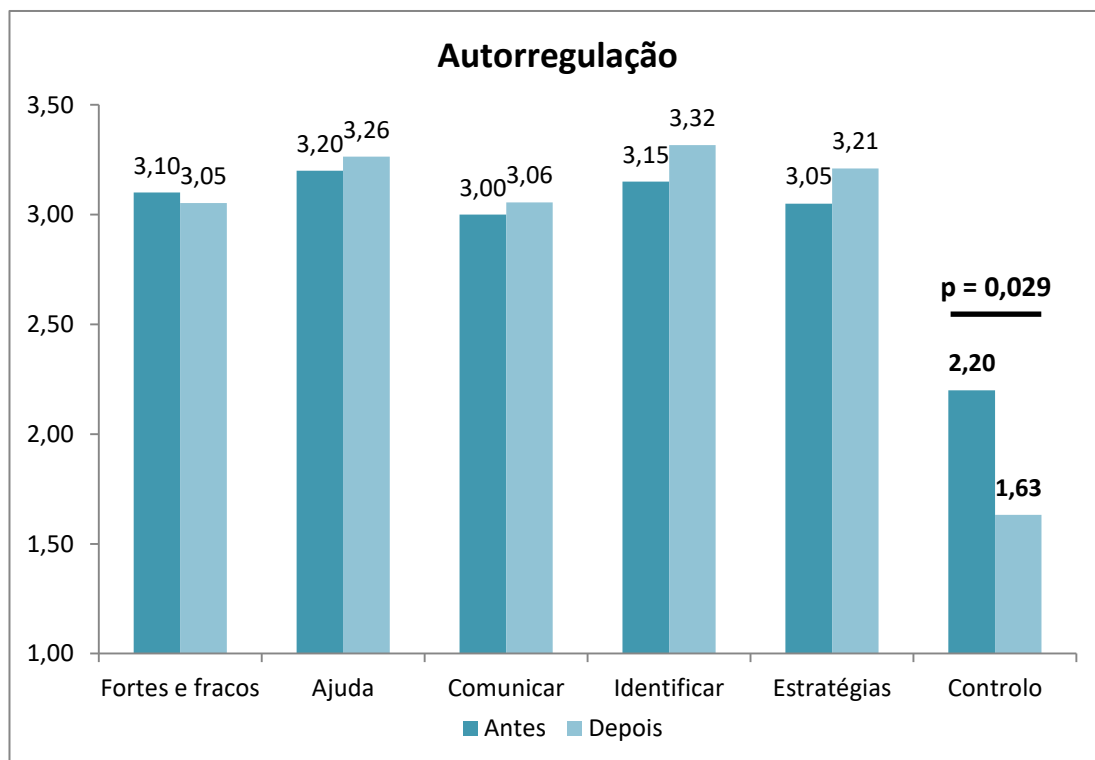
Autoavaliações Iniciais		Autoavaliações Finais	
Aluno	Exemplo	Aluno	Exemplo
Aluno 1	“Acho que este trabalho está bem elaborado e percebe-se bem acho que mereço 4 ou 5.”	Aluno 1	“Q2: papel no ciclo – alto; Explicação da importância – Médio; Consequência: Médio. Q3: Função no ciclo – Alto; Explicação da importância: Alto; Consequência: Alto.”
Aluno 2	“Auto-avaliação 68/70%.”	Aluno 2	“Autoavaliando o meu trabalho, penso que consegui melhorar muito, usar mais informações, de diferentes fontes e penso que está um trabalho bem organizado e explicado.”
Aluno 3	“70%”	Aluno 3	“(…) acho que está mais estruturado e completo.”
Aluno 4	“(…) acho que está perceptível e que está bom”	Aluno 4	“Eu acho que o meu trabalho está organizado e bem estruturado”

Qual o contributo da heteroavaliação para a promoção de competências de desenvolvimento pessoal e autonomia?

Na resposta a esta questão, foram mobilizados inquéritos por questionário e entrevista, assim como observação direta com registo em diário de bordo. Por ordem cronológica: foi aplicado um mesmo **questionário à turma**, por duas vezes, uma antes do começo da intervenção e outra após esta ter terminado, no qual constavam algumas secções de questões relacionadas às competências de desenvolvimento pessoal e autonomia, nomeadamente, autorregulação, autoconfiança, motivação, responsabilidade e resiliência, tendo sido as respostas comparadas através de uma análise estatística, recorrendo ao teste não-paramétrico *Wilcoxon Signed-Rank*; ao longo de toda a intervenção, foram sendo registadas observações em **diário de bordo**; com recurso a **entrevistas** a três alunos da turma, mais uma vez, obteve-se clarificação no tocante à questão de investigação em causa.

Figura 12

Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Autorregulação



Nota. Fortes e fracos: Identifico facilmente os pontos fortes e fracos do meu trabalho; Ajuda: Sei quando devo pedir ajuda ao professor; Comunicar: Consigo

*comunicar exatamente onde preciso de ajuda; **Identificar:** Sou capaz de identificar o que tenho de aprender em cada tema/tarefa; **Estratégias:** Considero-me capaz de criar e implementar estratégias para chegar às aprendizagens (estudar, ajuda do professor, procurar informação no livro/Internet...); **Controlo:** Sinto que não tenho muito controlo sobre a minha própria aprendizagem. “Antes” designa o momento anterior à intervenção e “Depois” designa o momento posterior. O valor de “p” indica o nível descritivo ou *p-value*.*

Pela análise da Figura 12 podemos verificar que existe uma diferença estatisticamente significativa entre o que os alunos achavam relativamente a sentirem-se em controlo da sua própria aprendizagem antes e depois da intervenção, tendo este sentimento melhorado significativamente, o que sugere que a heteroavaliação pode ter contribuído para dotar os alunos de uma maior autonomia, empoderando-os no seu processo de aprendizagem, indo ao encontro do que foi anteriormente indicado por autores como Andrade & Valtcheva (2009), Gholami (2016), ou Taras (2010). Este facto deve-se, possivelmente, à utilização de rubricas de avaliação e à hipótese de melhoria dos trabalhos, devolvendo ao aluno o poder e o papel de destaque, ativo, no processo de aprendizagem. Lüftenegger et al. (2012) referem esta maior sensação de controlo como um indicador positivo da perceção de autonomia por parte dos alunos, acrescentando que é um preditor da autorregulação e monitorização da aprendizagem pelo próprio aluno. Observa-se também uma aparente tendência ligeira para a melhoria da generalidade das capacidades de autorregulação, nomeadamente saber quando pedir ajuda e expressar as suas necessidades, identificar o que deve aprender em cada tarefa e ser capaz de criar e implementar estratégias, com autonomia, para chegar aos seus objetivos. É interessante que um dos alunos entrevistados, como é visível na Tabela 9, ter mencionado espontaneamente a melhoria na capacidade de implementar estratégias para atingir os seus objetivos de aprendizagem, consubstanciando esta tendência.

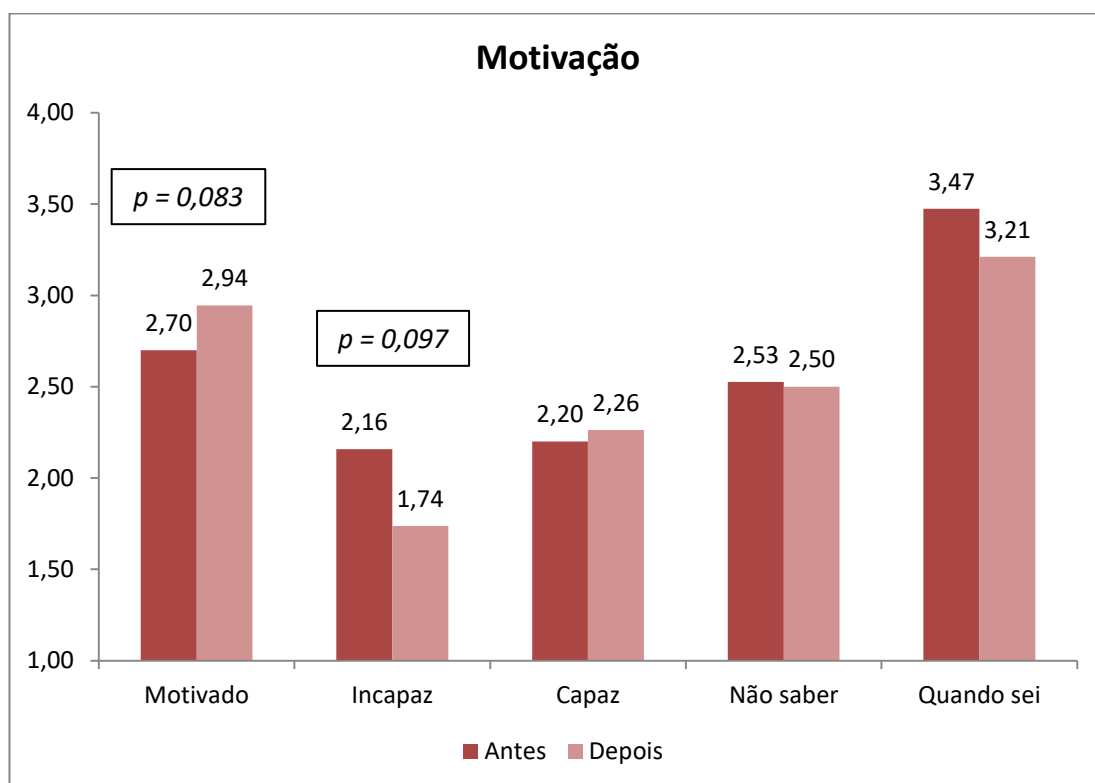
Tabela 9*Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Autorregulação*

Categoria	Subcategoria	Exemplos
Autorregulação	Melhores capacidades analíticas (3)	“(…) analisar melhor e descrever melhor os aspetos bons, os aspetos maus...” “(…) saber analisar (...), por exemplo, analisar um texto, saber também construir melhor um texto, saber estruturar melhor as bases”
	Maior autonomia na implementação de estratégias (1)	“Melhorou (...), nas outras disciplinas, por exemplo, tenho mais dificuldade numa matéria, deixo mais tempo para essa matéria para conseguir perceber melhor. A outra que já sei melhor, dedico menos tempo.”

Contudo, o aspeto mais mencionado pelos entrevistados na categoria de autorregulação foi a melhoria nas capacidades de análise (Tabela 9), referida pelos três alunos. Esta informação remete para a possibilidade da heteroavaliação ter melhorado a capacidade dos alunos identificarem pontos fortes e fracos no seu desempenho e no dos colegas, como referido por Sadeghi et al. (2015), assim como as competências de pensamento crítico, como referem Ashraf & Mahdinezhad (2015), Carnell (2015), Falchikov (1995) e Lavrysh (2016), sendo que uma boa capacidade analítica é essencial para variados processos relacionados com a aprendizagem, como a autoavaliação, e para a aprendizagem ao longo a vida (Boud, 2000). Mais uma vez, os dados sustentam o modelo de Reinholz (2016), que refere que ao analisarem os trabalhos uns dos outros, os alunos desenvolvem *goal awareness* (compreensão do que se pretende alcançar), tendo acesso a vários exemplos que os ajudam a melhor detetar gradações na qualidade. A heteroavaliação parece ter contribuído para o desenvolvimento destes aspetos relevantes para a vivência na sociedade do séc. XXI.

Figura 13

Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Motivação



*Nota. **Motivado:** Sinto-me motivado para aprender; **Incapaz:** Sinto-me desmotivado porque acho que não tenho capacidades; **Capaz:** Acho que sou capaz, mas não me sinto motivado para trabalhar na mesma; **Não saber:** Não saber exatamente aquilo que tenho de aprender desmotiva-me; **Quando sei:** Sinto-me mais motivado quando sei exatamente aquilo que tenho de aprender/saber.*

Tabela 10

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Motivação

Categoria	Subcategoria	Exemplos
Motivação	Maior motivação (3)	“Eu sinto-me mais motivado, porque percebi que sei... ou seja, sei que consigo fazer trabalhos melhores e sei que consigo fazer um bom trabalho”
	Sentimento pessoal de utilidade (3)	“Dependendo do colega que estava a avaliar. Pessoas mais ambiciosas queriam melhorar o seu trabalho, senti-me mais útil e que elas queriam aprender com o que lhes estava a explicar, outras pessoas estavam mais relaxadas” “Sim, sim. [Sentiste-te útil?]”

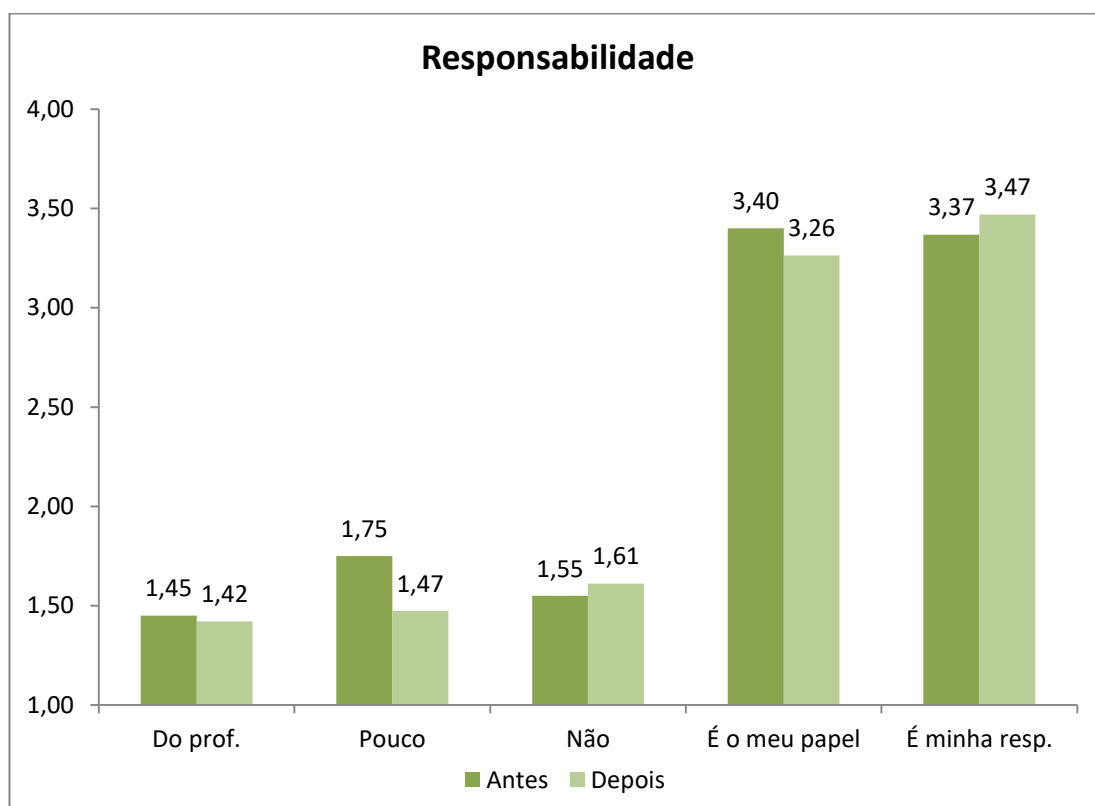
No que concerne à motivação para aprender, analisando em conjunto os dados constantes na Figura 13 e na Tabela 10, parece que a heteroavaliação melhorou a motivação dos alunos, como sugerido por autores como Topping (2009),

principalmente por saberem, de forma mais direta ao reformularem os seus trabalhos com recurso ao *feedback* dos colegas, que conseguem fazer um bom trabalho, ou um melhor trabalho do que normalmente fazem, mas também por se sentirem úteis ao ajudar os colegas a melhorarem os seus trabalhos. Ainda, como indicam Lüftenegger et al. (2012), o aumento na motivação está associado à perceção de autonomia pelos alunos, pelo que se pode concluir que o ambiente de sala de aula sentido se terá aproximado de um ambiente promotor do trabalho autónomo, com a ajuda das dinâmicas de heteroavaliação.

É interessante verificar que nas duas primeiras questões a diferença, que é positiva, não é ainda estatisticamente significativa, mas aproxima-se do nível de significância utilizado, relevando uma possível tendência emergente ao nível do aumento da motivação. É também curioso comparar as médias das respostas à segunda e terceira questão, pois verifica-se uma diferença muito mais acentuada (próxima do nível de significância, como já referido) na segunda, do que na terceira, o que sugere que talvez a aparente melhoria na motivação se deva fundamentalmente à melhoria na perceção das próprias capacidades. Este resultado é reforçado pelos dados das entrevistas, com todos os alunos a referirem um aumento na motivação e que se sentiram úteis no processo de heteroavaliação, ao ajudarem os colegas, o que, por si só, constitui um elemento potenciador de motivação. A resposta à última questão (Figura 13) sugere que, de facto, este aumento na motivação dos alunos não se terá devido ao facto de saberem o que se pretende em cada tarefa, através dos critérios, níveis e descritores. A razão parece residir no facto dos alunos verificarem melhorias nos seus trabalhos sistematicamente (Tabela 10), apercebendo-se de que conseguem melhores desempenhos, a par do sentimento de utilidade que caracterizou o processo de heteroavaliação destes alunos.

Figura 14

Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Responsabilidade



*Nota. **Do prof.:** Se eu aprendo ou não, isso é responsabilidade do professor; **Pouco:** Sinto que há pouco que um aluno pode fazer para melhorar a sua aprendizagem; **Não:** Não me sinto responsável pela minha própria aprendizagem; **É o meu papel:** É o meu papel garantir que estou a aprender; **É minha resp.:** É minha responsabilidade tomar medidas quando estou com dificuldades.*

Tabela 11

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Responsabilidade

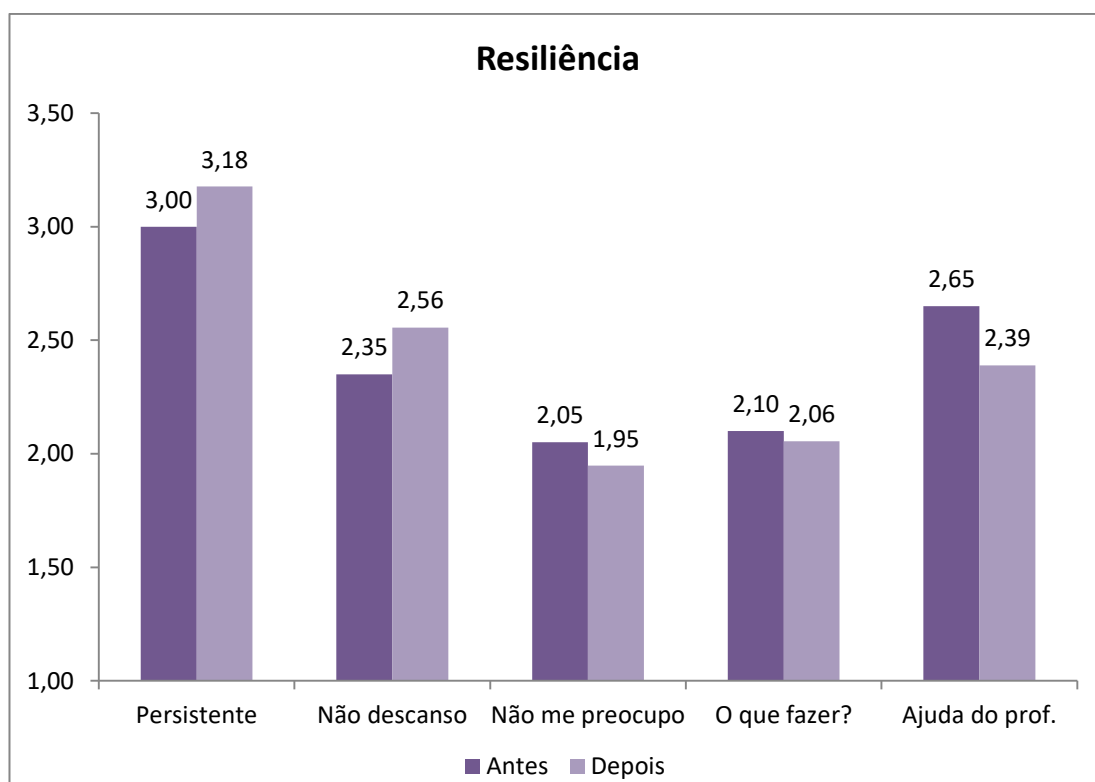
Categoria	Subcategoria	Exemplos
Responsabilidade	Sentimento de responsabilidade e empenho pela melhoria dos colegas (3)	“(…) eu estava a fazer o máximo para que eles percebessem quais eram os pontos que eles tinham errado mais e que pudessem melhorar” “(…) sim esforcei-me para tentar ajudar para que percebesse e tentasse melhorar também o seu trabalho.”

Pela análise dos resultados da Figura 14, parece que a heteroavaliação não teve grande impacto na responsabilidade dos alunos, excetuando, talvez, a aparente tendência de sentirem menos, em média, que há pouco que possam fazer para

melhorar a sua aprendizagem, o que vai ao encontro dos dados da Figura 12 (acerca da autorregulação), que mostram uma diferença estatisticamente significativa para o maior sentimento de controlo sobre a própria aprendizagem por parte dos alunos, consubstanciando esta tendência. Se atentarmos na Tabela 11, contudo, os resultados parecem mais positivos: a totalidade dos entrevistados referiu que estava empenhada no fornecimento de *feedback* aos colegas, sentindo-se inclusivamente responsável pela aprendizagem dos mesmos. No seu conjunto, os dados parecem indicar uma aparente melhoria da responsabilidade de alguns alunos por via da heteroavaliação, tal como referido por vários autores (Ashraf & Mahdinezhad, 2015; Sadeghi et al., 2015; Topping, 2009), no entanto, são necessários mais estudos para confirmar esta tendência, ficando neste trabalho reiterada a plausibilidade deste cenário.

Figura 15

Comparação entre as médias das respostas ao questionário inicial e final, secção de Resiliência



*Nota. **Persistente:** Em geral, sou persistente no alcance dos meus objetivos; **Não descanso:** Não descanso enquanto não percebo um conceito; **Não me preocupo:** Se não percebo alguma coisa, não me preocupo muito e não faço nada; **O que fazer?:** Não sei o que fazer quando não percebo a matéria; **Ajuda do prof.:** Quando não percebo a matéria, a única coisa que faço é tentar que o professor explique melhor.*

Tabela 12*Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Resiliência*

Categoria	Subcategoria	Exemplos
Resiliência	Maior persistência até atingir o resultado pretendido (2)	“(…) um trabalho daqueles, apresentações em PowerPoint para apresentar (...), eu acabo por exemplo de escrever um tópico, leio «ah, eu acho que consigo fazer melhor», revejo, melhora” “(…) olhar mais uma vez para aquilo que eu fiz. Ou seja, faço um trabalho e antes de entregar e achar que está bom, ler outra vez, perceber se está bem, se falta alguma coisa.”

Apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas, os resultados presentes na Figura 15 sugerem uma aparente melhoria na resiliência dos alunos, uma vez que se verifica uma tendência ligeira positiva em todos os itens da secção. Em particular, os alunos parecem ter melhorado a sua autonomia, ao não dependerem tanto do professor. Este resultado torna-se mais evidente se olharmos para as respostas à segunda e última questões em conjunto, que sugerem que os alunos passaram a procurar resolver as suas dificuldades na compreensão de conceitos de forma mais autónoma, sem contarem tanto com a ajuda do professor como primeira instância. Apesar de a tendência não ser estatisticamente significativa, este resultado é também referido por Falchikov (2007) e Shen et al. (2020). Acresce ainda a este resultado as observações registadas em diário de bordo, que referem a cada vez maior autonomia dos alunos na execução das tarefas e na heteroavaliação, sendo que nas últimas duas atividades se regista que os alunos estavam quase em “autogestão”, contrastando com a primeira tarefa, na qual a maior parte dos alunos se sentiu perdido. Como referem Lüftenegger et al. (2012), a melhoria na persistência, em conjunto com a motivação e autorregulação, pode capacitar os alunos para a ALV, sendo componentes chave da atitude necessária para a sua concretização. É interessante olhar também para a média das respostas aos dois primeiros itens da secção em causa e verificar que, aparentemente, a persistência dos alunos terá aumentado com a heteroavaliação, sendo este facto corroborado pelos dados da Tabela 12, com dois dos entrevistados a referirem uma maior persistência no alcance dos seus objetivos. Este resultado coaduna-se com o aumento da autonomia dos alunos e confirma resultados anteriores, nomeadamente o aumento do sentimento de controlo sobre a própria aprendizagem (Figura 12). Parece, de facto, haver lugar para a heteroavaliação na promoção da resiliência dos alunos, no entanto, mais estudos são necessários.

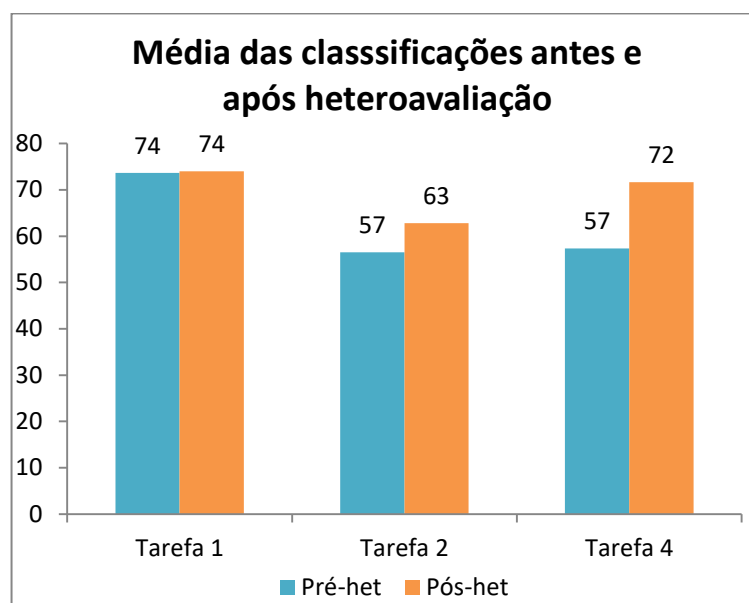
Em suma, esta secção sugere que os alunos terão desenvolvido maior autonomia sentindo-se mais independentes do professor, persistentes e motivados, com destaque para o sentimento de controlo sobre a própria aprendizagem e para a melhoria na perceção das suas capacidades.

Qual o contributo da heteroavaliação para a aprendizagem dos alunos?

A informação necessária para responder a esta questão foi obtida através da análise documental dos trabalhos dos alunos, inquiridos por questionário e entrevista. No tocante à **análise documental**, trataram-se estatisticamente as médias das classificações dos trabalhos, antes e após a ocorrência de heteroavaliação e reformulação, assim como as classificações atribuídas ao *feedback* recebido. A tarefa 3 foi excluída da análise, pois como a totalidade do processo de heteroavaliação se realizou na mesma aula (realização da tarefa, estabelecimento de pares de heteroavaliação e análise dos trabalhos do par atribuído, troca de *feedback* oral sobre a análise realizada e reformulação do trabalho), os dados dos trabalhos relativos ao momento anterior à heteroavaliação foram perdidos na maioria dos casos, apesar das indicações do professor, não sendo possível, portanto, uma comparação. Com recurso a **entrevistas** a três alunos da turma, obteve-se clarificação sobre diversos aspetos relativos a esta questão de investigação. Por fim, no **questionário final à turma**, dirigiram-se algumas perguntas aos alunos com o intuito de obter clarificação sobre alguns aspetos relacionados com a aprendizagem de conteúdo.

Figura 16

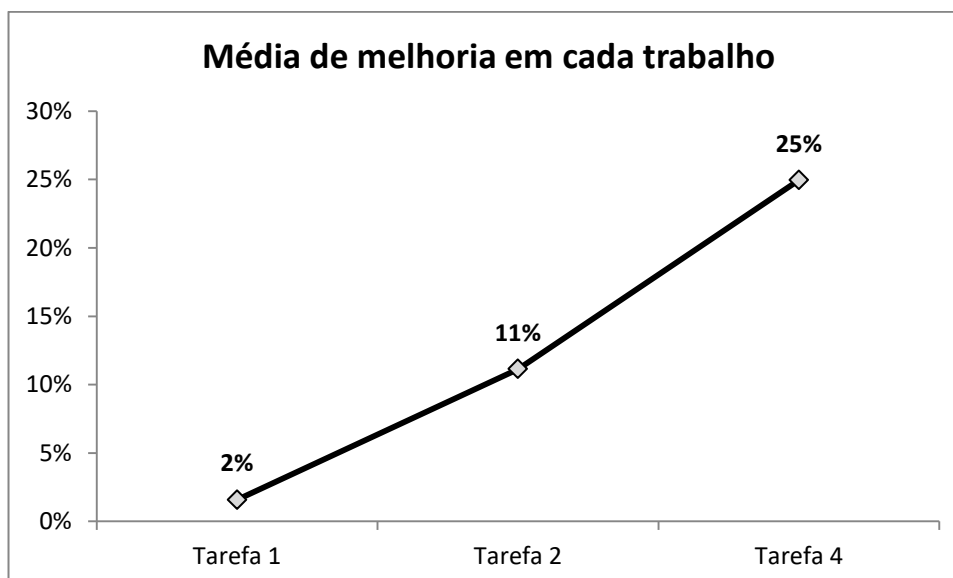
Comparação entre a média das classificações finais dos trabalhos dos alunos, antes e após heteroavaliação



Nota. A escala de classificação utilizada é de 0 a 100. “Pré-het” refere-se às classificações anteriores ao processo de heteroavaliação, “Pós-het” refere-se às classificações finais, já após ter ocorrido o processo de heteroavaliação com reformulação dos trabalhos.

Figura 17

Evolução da média de melhoria da turma, aquando da heteroavaliação e reformulação, em cada trabalho



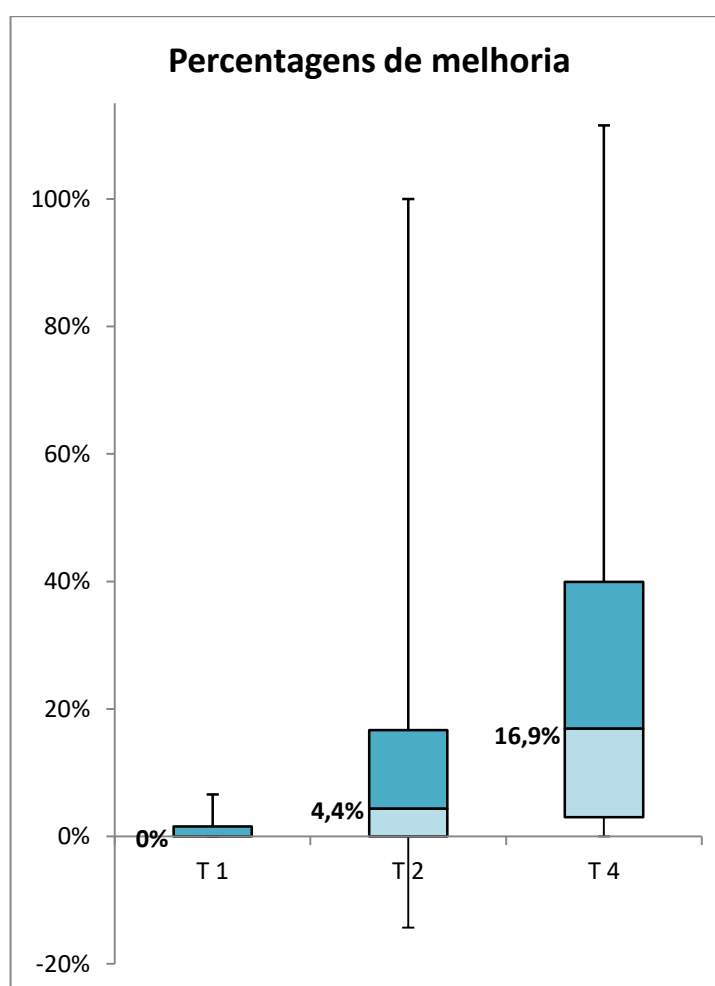
Nota. Os *outliers*, assim como os alunos com zero na classificação inicial, foram retirados para obtenção dos valores constantes no gráfico. A fórmula de cálculo para

a percentagem de melhoria foi: $(CF-CI)/CI$, com CF- classificação final e CI- classificação inicial.

Analisando os dados constantes nas Figuras 16 e 17, e tendo em consideração que as classificações dos trabalhos não são independentes do grau de dificuldade das tarefas, com a tarefa 2 a apresentar o maior nível de dificuldade e a tarefa 1 o menor, torna-se evidente que, de tarefa em tarefa, em média, a diferença entre a classificação pré-heteroavaliação e pós-heteroavaliação foi aumentando. Isto sugere que os alunos foram fornecendo e/ou integrando de forma progressivamente melhor o *feedback*, com vista à melhoria dos seus trabalhos. Este resultado pode ser explicado, em parte, pela já referida melhoria das capacidades de análise e, em parte, pela também já referida melhor utilização e aplicação de critérios de avaliação.

Figura 18

Distribuição das percentagens de melhoria dos trabalhos em cada tarefa



Nota. Os valores apresentados a negrito correspondem à mediana (valor abaixo e acima do qual se encontram 50% dos dados da distribuição). Os *outliers*, assim como os alunos com zero na classificação inicial, foram retirados para obtenção dos valores constantes no gráfico. T1- Tarefa 1; T2- Tarefa 2; T4- Tarefa 4.

Através da Figura 18, é visível a cada vez maior capacidade dos alunos melhorarem os seus trabalhos, com o decorrer da intervenção, a qual não foi devida apenas à melhoria de alguns, mas sim a toda a turma, como se pode inferir pelo aumento nas medianas. Ainda, é de salientar o facto de, na última tarefa, não haver percentagens de melhoria negativas, ou seja, nenhum aluno piorou. Tendo em linha de conta estes dados (Figuras 16, 17 e 18), este resultado positivo não parece surpreendente e reforça os resultados anteriores, sendo inclusivamente sustentado por diversos autores, os quais referem o importante papel da heteroavaliação na melhoria da aprendizagem dos alunos (Double et al., 2020; Park & Williams, 2016; Sadeghi et al., 2015; Sluijsmans et al., 2004; Topping, 2009).

Posto isto, urge clarificar de que o forma o *feedback* entre pares pode ter contribuído para este aumento na melhoria dos trabalhos dos alunos. Olhando para a Tabela 13, as duas razões invocadas pelos alunos entrevistados para a melhoria nas notas dos seus trabalhos foi o *feedback* dos pares de heteroavaliação (dois alunos) e a análise dos trabalhos dos colegas (um aluno), esta última razão pelo motivo indicado por Reinholz (2016), que refere que a análise de vários trabalhos ajuda a melhor detetar gradações na qualidade, o que pode ser aplicado ao próprio trabalho, melhorando as capacidades de autoavaliação. Havendo uma melhor autoavaliação, a possibilidade de melhoria nos trabalhos torna-se mais provável. Além disso, Swan (2006) mostrou que quando os alunos podem comparar diferentes soluções para o mesmo problema, torna-se mais fácil identificar os pontos fortes e fracos nas soluções (autorregulação), levando a uma compreensão conceptual mais profunda.

Tabela 13

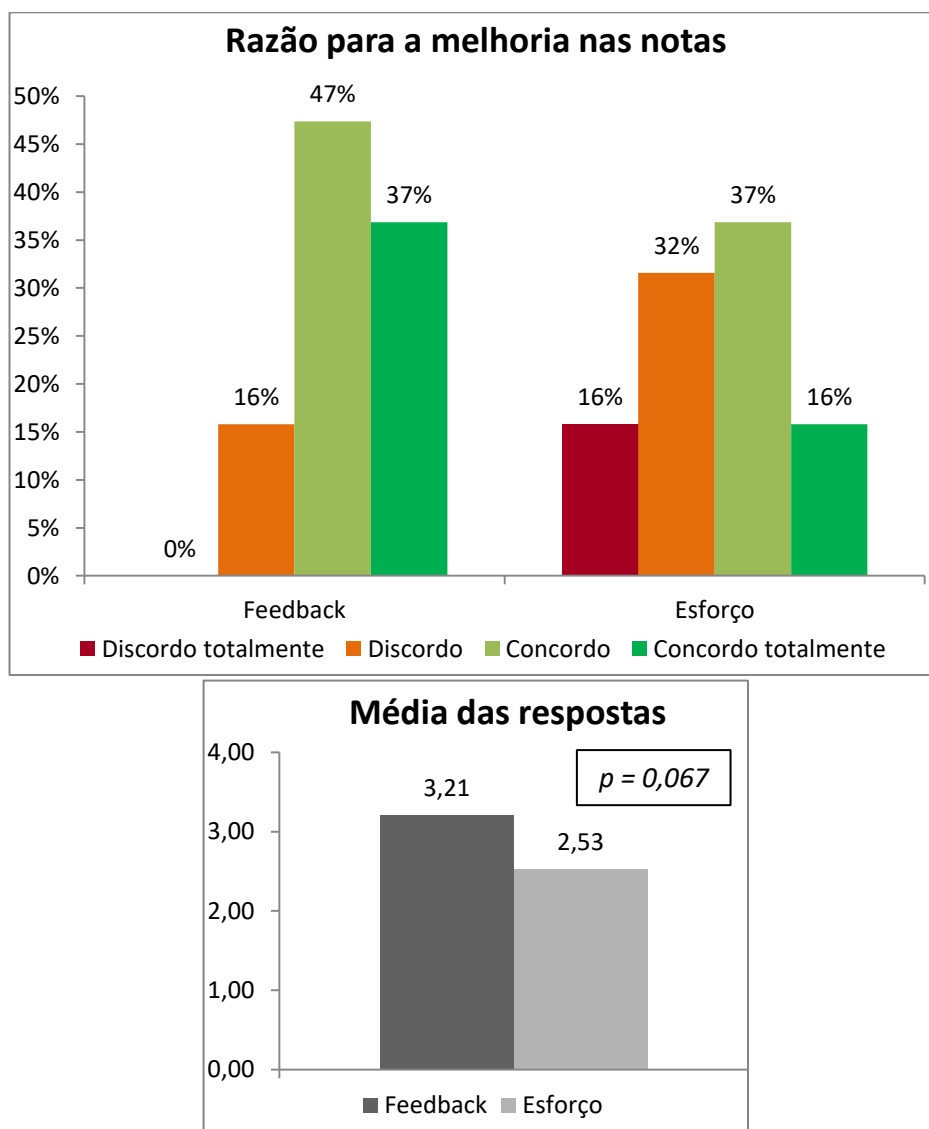
Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Melhorias nos trabalhos

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Processo de Heteroavaliação	Melhorias nos trabalhos	Devidas ao <i>feedback</i> dos colegas (2)	<p>“Não. Foi dos colegas [Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas ao <i>feedback</i> dos teus colegas ou simplesmente devido ao teu trabalho autónomo de reformular?]”</p> <p>“Foi um pouco dos dois. Eu só decidi melhorar por causa do <i>feedback</i> dado”</p>
		Devidas à análise dos trabalhos dos colegas (1)	<p>“(…) por exemplo, vi ali um que há ali qualquer coisa que o meu não tem, eu ia falar com esse «ah, como é que tu estruturaste isto» (...), por isso sim, acho que acabou por ajudar.”</p>

Quando questionados sobre a que se deveram, na sua opinião, as melhorias nos seus trabalhos, dois dos entrevistados referiram o *feedback* dos colegas. Para aprofundar mais este apeto, podemos olhar para os dados constantes na Figura 19. De facto, a maioria da turma parece concordar que as melhorias nos seus trabalhos terão sido devidas ao *feedback* dos colegas, mais que ao seu próprio esforço pessoal de reformulação. Quando se comparam as médias das respostas e as submetem a um teste estatístico, verifica-se que a diferença nas respostas não é estatisticamente significativa, porém, aproxima-se bastante do nível de significância considerado (0,05), sugerindo uma tendência de resposta a apontar para o *feedback* dos colegas como razão para as melhorias. Este resultado está de acordo com o trabalho de outros autores (Donia, 2018; Gielen et al., 2010), que reportam que a exposição continuada a um sistema de *feedback* entre pares conduz a melhorias de desempenho. Apesar disso, a quantidade relevante de alunos que, ainda assim, concorda que tenham melhorado devido ao seu esforço pessoal sem grande contribuição do *feedback* dos colegas aponta para a existência de um conjunto de estudantes que melhorou de forma mais autónoma. O “porquê?” e o “quem?” serão o foco mais à frente, através da análise da Figura 20.

Figura 19

Respostas à questão sobre a razão da melhoria das notas dos alunos e respectivas médias



*Nota. **Feedback:** Quando melhorei o meu trabalho, reformulando-o, consegui essa melhoria maioritariamente por causa do feedback que recebi; **Esforço:** Melhorei o meu trabalho maioritariamente devido ao meu próprio esforço, sem grande contribuição do feedback dos colegas para essa melhoria.*

Que características possui o *feedback* dos colegas que o tornam tão conducente, na opinião da turma, a melhorias nos seus trabalhos? Se analisarmos os dados da Tabela 14, os entrevistados foram unânimes em considerar o *feedback* dos pares como essencial para a identificação de pontos de melhoria nos seus trabalhos, considerando ainda dois deles que o *feedback* dos colegas é mais conducente a melhorias que o *feedback* de um professor, por ser mais “aberto”, “amplo” e “intuitivo”, nas palavras do próprio. Adicionalmente, os alunos mencionaram

também que o facto de o *feedback* ter sido trocado de forma oral terá sido benéfico, com um aluno a referir que “(...) ao dar-mos os conselhos às outras pessoas, acho que também nos estamos a dar conselhos a nós próprios”, algo que também é mencionado no modelo de Reinholz (2016) como sendo promotor daquilo que ele apelida de consciência de performance, fazendo com que os alunos adquiram um melhor entendimento do seu próprio trabalho e desempenho, podendo agir de acordo com essa informação, melhorando-o.

Tabela 14

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Comparação entre feedbacks

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Comparação entre <i>feedbacks</i>	<i>Feedback dos colegas</i>	Essencial para identificar pontos de melhoria (3)	“(...) se eles não dissessem o que é que estava errado eu não sabia que tinha de reformular.” “(...) se me dissessem o que é que faltava, os pontos que me faltava, depois eu fui mudar. Foi um bocado parte minha, porque eu decidi mudá-los, mas foi também, a maior parte, foi através da heteroavaliação, porque fez com que eu fosse lá fazê-lo.”
		Mais inteligível (1)	“É mais intuitivo.”
		Mais promotor de melhorias (2)	“(...) se for uma heteroavaliação (...) tens um <i>feedback</i> mais amplo, mais aberto, em que eles dizem-te mais o que melhorar e como é que eu posso fazer para melhorar o meu trabalho.” “(...) eu acho que esse <i>feedback</i> tem-me feito querer melhorar mais do que o <i>feedback</i> dos professores.”
		É benéfico o <i>feedback</i> oral (2)	“Sim, sim. Bastante, até. [Foi benéfico para ti treinares esse esforço de explicar as tuas ideias aos teus colegas?]” “(...) ao dar-mos os conselhos às outras pessoas, acho que também nos estamos a dar conselhos a nós próprios”
		Incompleto (1)	“O <i>feedback</i> dos meus colegas (...) normalmente falta sempre alguma coisa”
		Menos honesto (1)	“(...) os colegas podem não ter tanta intimidade comigo ou não estar tão à vontade para dizer tudo o que pensam (...)”
	<i>Feedback de um professor</i>	Mais enriquecedor (1)	“(...) o professor acaba sempre por ter mais conhecimento, por isso acaba sempre por (...) dar conselhos que enriquecem mais o trabalho”
		Mais útil (1)	“Sim, mais útil, sim. [Achas que o <i>feedback</i> do professor acaba por ser mais útil?]”
		Mais honesto (2)	“(...) acaba sempre por ser uma opinião mais sincera (...), acho que há sempre aquela hesitação [na heteroavaliação], sendo que pelo professor não há (...)”

As críticas apontadas ao *feedback* dos colegas incidiram no facto deste poder ser incompleto (1 aluno) e menos honesto (1 aluno). Em contrapartida, o *feedback* de um professor, na opinião dos entrevistados, é considerado mais honesto (2 alunos), podendo também ser mais enriquecedor ou útil, em virtude do maior conhecimento dos conteúdos por parte do docente.

Considerando estes resultados, que apontam para o *feedback* dos colegas como a principal causa para as melhorias no desempenho dos alunos, devido em grande parte ao seu papel fulcral na identificação de pontos de melhoria “(...) se eles não dissessem o que é que estava errado eu não sabia que tinha de reformular.” e à maior facilidade de comunicação e entendimento mútuo, com um papel importante também para a explicação das ideias aos colegas aquando da troca de *feedback* oral, procedeu-se à análise mais detalhada dos *feedbacks*, com vista a averiguar se terá existido uma melhoria efetiva na sua qualidade. Recorreu-se à análise estatística das classificações atribuídas pelos alunos ao *feedback* fornecido pelos colegas, em cada trabalho, numa escala de 1 a 4, com os significados, **1: não foi nada útil**, **2: foi pouco útil**, **3: foi útil** e **4: foi muito útil**, tentando ilustrar a sua qualidade com recurso a exemplos escritos fornecidos por alguns alunos. Importa dizer que para a análise do *feedback* fornecido existiam dados válidos para apenas 8 alunos, os que preenchiam os seguintes requisitos: terem participado das três tarefas, em ambas as aulas dedicadas a cada uma delas (aula de realização do trabalho e aula de heteroavaliação e reformulação), e cujo *feedback* fornecido tenha sido classificado pelo par de heteroavaliação. Deste modo, esses dados foram excluídos da análise, considerando-se apenas os dados referentes ao ***feedback* recebido**, este composto por 13 alunos que preenchem os requisitos.

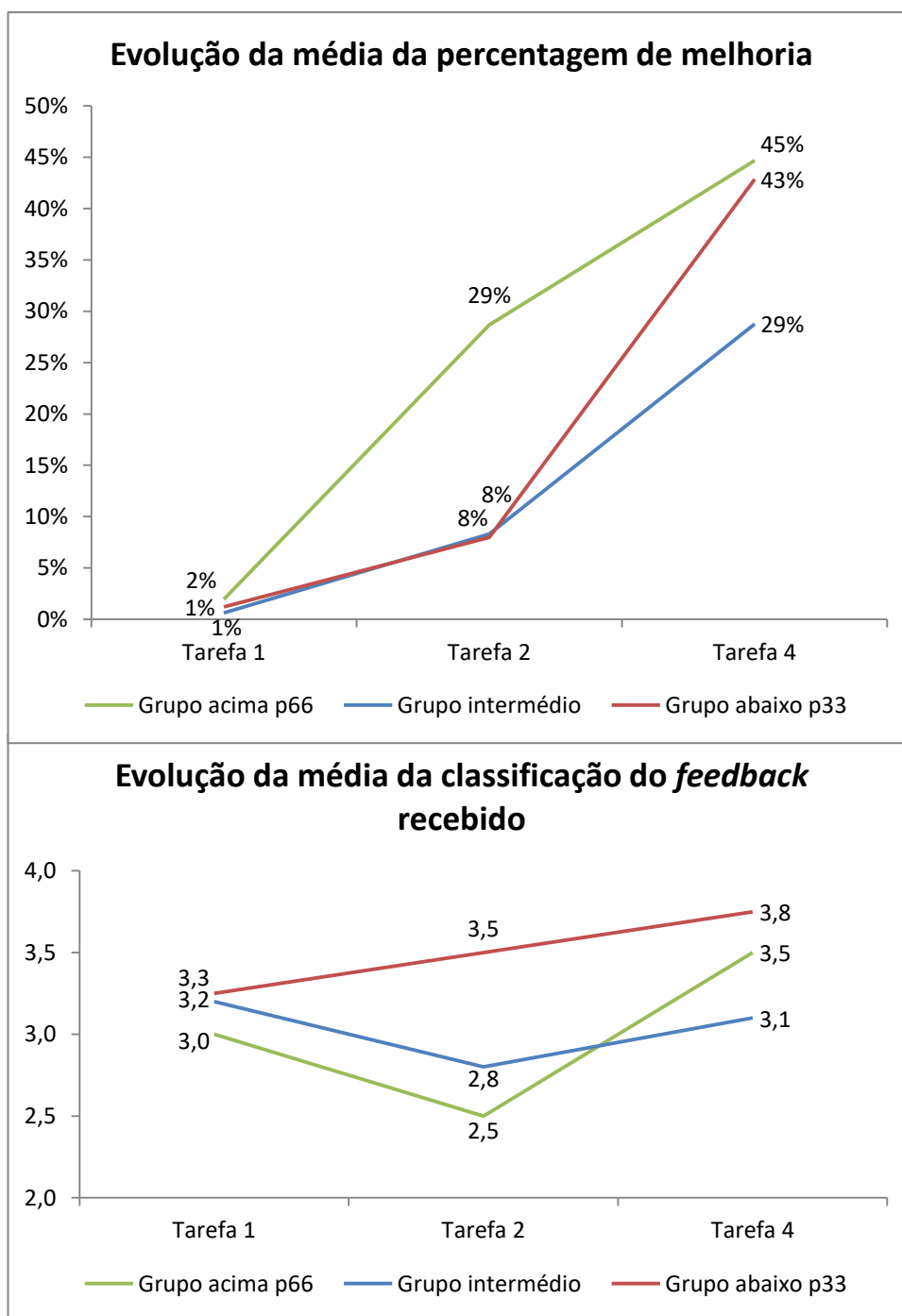
Tendo inicialmente sido efetuadas regressões lineares para avaliar a correlação entre a classificação atribuída ao *feedback* como um todo (tanto fornecido como recebido) e a percentagem de melhoria, em cada tarefa, e não se tendo estas revelado estatisticamente significativas, procedeu-se à divisão dos alunos em três grupos de desempenho, de acordo com a média das suas classificações finais nos trabalhos referentes às três tarefas consideradas: um grupo abaixo do percentil 33 (terço de alunos com pior desempenho), outro grupo de alunos entre o percentil 33 e o percentil 66 (grupo de alunos com desempenho intermédio) e, por fim, um grupo

de alunos acima do percentil 66 (grupo de alunos com melhor desempenho) (Figura 20). O intuito foi o de verificar se, desta forma, era evidenciado algum padrão que pudesse estar mascarado na análise como um todo, em virtude do aproveitamento diferencial do *feedback* por parte destes diferentes grupos de alunos.

Um dos aspetos que salta à vista na análise da Figura 20 é o de que o grupo de alunos de baixo desempenho (abaixo do percentil 33) atribuiu sempre melhor classificação ao *feedback* recebido que os outros grupos, o que faz sentido, visto ser este o conjunto de alunos que mais tem a ganhar com a receção e integração de *feedback*, havendo mais pontos a melhorar nos seus trabalhos, com relativamente maior probabilidade e facilidade para que o *feedback* de um colega seja conducente a melhorias. Além disso, Patchan & Schunn (2015) mostraram que os alunos com melhor desempenho fornecem mais críticas, as quais descrevem mais problemas e oferecem mais soluções, do que os alunos com menor desempenho, podendo este facto também ter contribuído para o resultado verificado nesta turma. Outro aspeto a salientar é o de que os alunos com melhor desempenho são os que mais melhoraram os seus trabalhos, mas nem sempre os que atribuíram melhor classificação ao *feedback* recebido, pelo contrário, com exceção da última tarefa (na qual avaliaram, em média, o *feedback* recebido com 3,5), este grupo de alunos foi sempre o que achou menos útil o *feedback* recebido, o que poderá ser expectável, visto, em teoria, ser este o grupo de alunos com maior poder analítico e melhor compreensão dos conteúdos, assim como maior qualidade no *feedback* fornecido, como referem Patchan & Schunn (2015), não havendo tantos pontos de melhoria nos seus trabalhos. Estes resultados sugerem que os alunos com melhor desempenho terão melhorado os seus trabalhos de uma forma mais autónoma, clarificando assim os dados da Figura 19 (que mostram alunos que discordam que o *feedback* dos pares tenha sido determinante para as suas melhorias), ao passo que os alunos com menor desempenho terão sido os que mais beneficiaram do *feedback* recebido.

Figura 20

Evolução da percentagem de melhoria nos trabalhos e da média da classificação atribuída ao feedback recebido



Apesar disso, todos os alunos evidenciaram melhorias cada vez maiores nos seus trabalhos, tendo beneficiado, de uma forma ou de outra, do processo de heteroavaliação e parecendo terem aprendido a fornecer *feedback* de qualidade. Aliás, este último aspeto pode constituir uma possível explicação para a classificação de 3,5 por parte do grupo de alunos de melhor desempenho ao *feedback* recebido na

última tarefa: apesar de terem atribuído, em média, classificações mais baixas ao *feedback* nas duas tarefas anteriores, este grupo de alunos achou o *feedback* recebido na tarefa 4 mais útil, o que está espelhado também na sua grande percentagem média de melhoria nesse trabalho, 45%, a mais elevada de todas, remetendo para o aumento da qualidade do *feedback* geral, uma vez que a maioria dos alunos atribui a este aspeto a causa maioritária das suas melhorias. Para a explicação deste resultado pode ainda contribuir o estudo de Donia et al. (2018), onde foi verificado que, com a prática da provisão de *feedback* entre pares, os alunos melhoraram não só o seu desempenho, mas também a confiança na atribuição de *feedback* aos colegas.

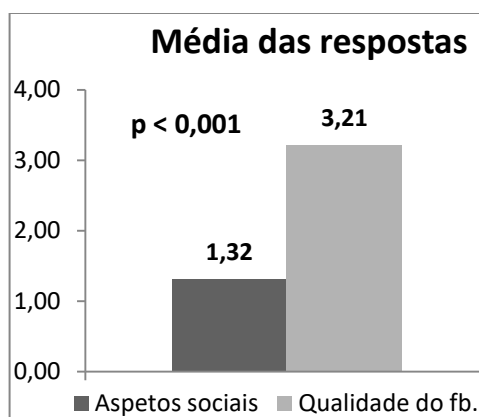
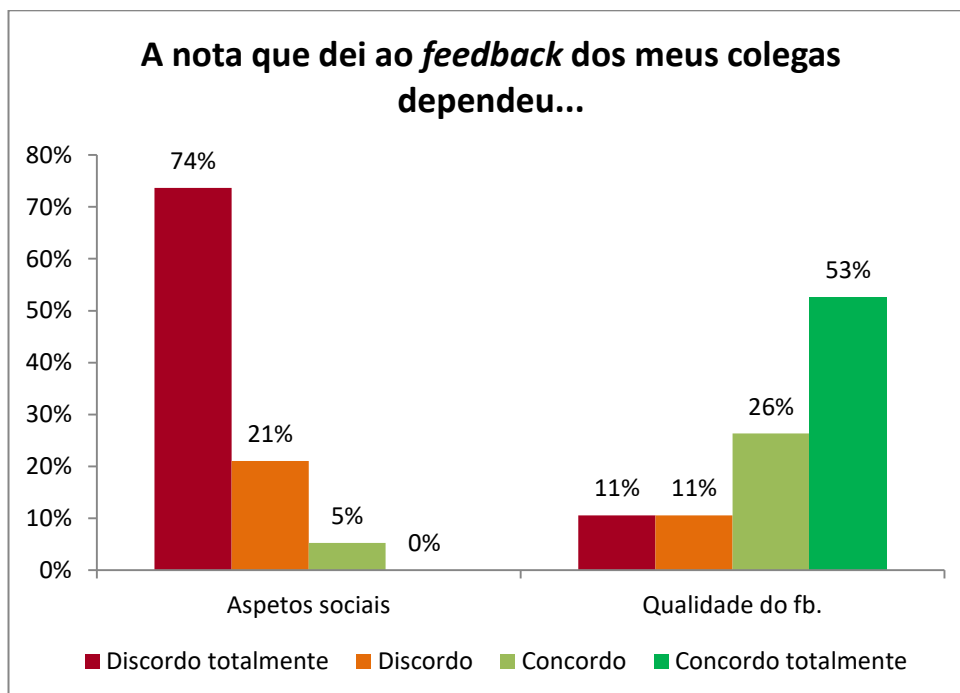
Por fim, vale a pena ainda chamar a atenção para a queda na perceção da utilidade do *feedback* dos colegas na segunda tarefa, assim como os valores muito discrepantes da percentagem de melhoria dos trabalhos, nessa mesma tarefa, entre o grupo de alunos com melhor desempenho e os restantes dois grupos (29% e 8% respetivamente). Este resultado não surpreende e pode ser explicado pelo facto de esta tarefa ter sido a de maior nível de exigência cognitiva e grau de dificuldade. No seu conjunto, os dados indicam que existe uma relação entre as melhorias nos trabalhos dos alunos e a classificação atribuída ao *feedback* recebido.

No entanto, estes resultados partem do pressuposto que podemos confiar na classificação que os alunos atribuem ao *feedback* que recebem. Para clarificar esta questão, podemos olhar para a Figura 21.

Topping (2009) refere que existe a possibilidade dos processos sociais poderem influenciar e contaminar a validade das heteroavaliações. Os dados constantes na Figura 21 indicam, com uma diferença estatisticamente significativa, que a larga maioria dos alunos da turma classificou a utilidade do *feedback* recebido tendo por base a qualidade/utilidade desse mesmo *feedback*, em oposição a aspetos sociais, tais como o grau de amizade. Este facto, a juntar aos resultados dos gráficos da Figura 20, contradiz Nilson (2003), quando este caracteriza o *feedback* entre pares como tendo validade e precisão questionáveis, apoiando antes Billington (1997) e Topping (2005), que confirmaram a validade e confiabilidade da heteroavaliação em contextos diversificados. Podemos, portanto, confiar nas classificações dos *feedbacks* presentes na Figura 20.

Figura 21

Respostas à questão sobre o critério usado para classificação do feedback, e respectivas médias

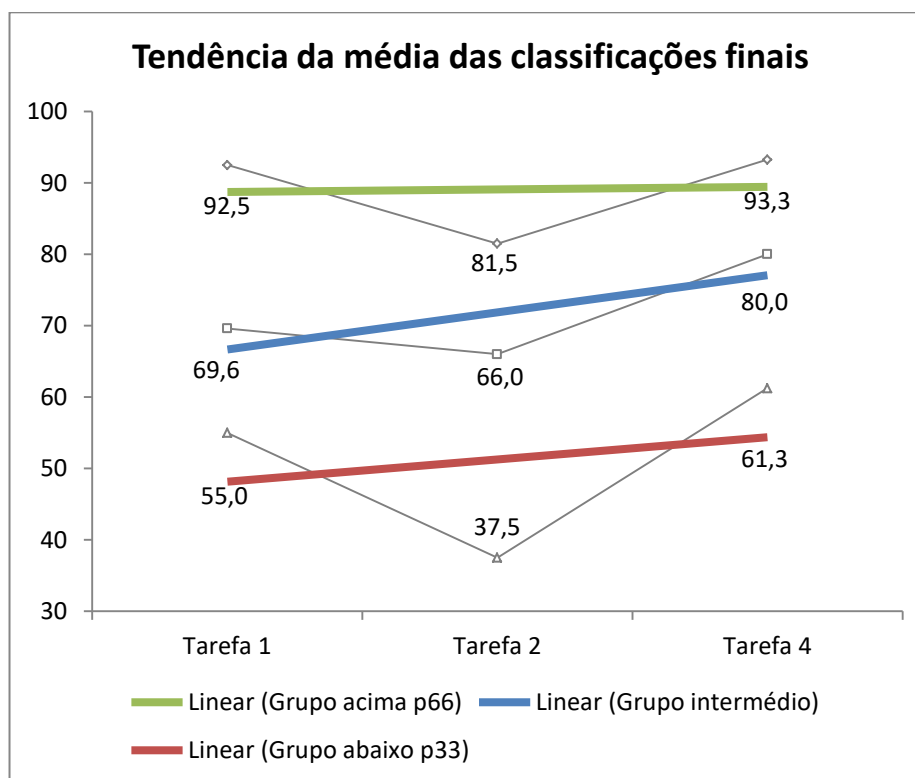


*Nota. **Aspetos sociais:** A nota que dei ao feedback dos meus colegas dependeu do facto de ser ou não amigo deles e/ou de não querer ser “antipático”; **Qualidade do fb.:** A nota que dei ao feedback dos meus colegas dependeu da qualidade/utilidade desse feedback.*

Por fim, se considerarmos os dados da Figura 22, podemos inferir que, no que concerne a notas finais, os alunos com melhor desempenho mantiveram as suas classificações relativamente estáveis, já os restantes alunos manifestaram, apesar da queda na segunda tarefa, uma tendência de subida, evidente tanto nos alunos com desempenho intermédio como nos com pior desempenho.

Figura 22

Evolução e tendência linear das classificações finais dos trabalhos de cada tarefa, nos diferentes grupos de alunos



Tendo em linha de conta os dados das Figuras 20 e 22 em conjunto, os resultados sugerem que os alunos que mais beneficiaram da heteroavaliação foram os alunos com pior desempenho, tendo sido os únicos que manifestaram uma tendência de subida em todos os aspetos medidos, seja na média das classificações finais (Figura 22), no aparente aproveitamento do *feedback* que receberam ou na média da percentagem de melhoria nos seus trabalhos (Figura 20). Os alunos com desempenho intermédio, contudo, parecem ter beneficiado também do *feedback* dos colegas de forma muito relevante. Já os alunos com melhor desempenho parecem ter sido os que menos beneficiaram do *feedback* dos pares, no entanto foram os que mais melhoraram, o que sugere que este grupo de alunos o tenha conseguido de forma mais autónoma, através da análise dos trabalhos dos outros alunos e do facto de terem de explicar as suas ideias oralmente aos colegas, o que lhes pode ter trazido mais-valias importantes no que respeita à sua autonomia, assim como à sua capacidade analítica.

Apesar disso, todos os grupos de alunos parecem ter melhorado a qualidade do *feedback* fornecido, o que sugere que a melhoria nas capacidades de análise tenha sido mais generalizada, sem prejuízo para o facto de poder ter sido maior nos alunos com desempenho superior. A título ilustrativo, apresentam-se, de seguida, alguns *feedbacks* fornecidos; não se comparou a tarefa 2 com a tarefa 4 (as duas com *feedbacks* escritos disponíveis) por não haver dados suficientes nem se tratar de uma amostra representativa da turma, uma vez que a provisão de *feedback* escrito era opcional.

“Acho que o trabalho está escrito e organizado de uma forma clara, porém não aborda completamente todos os conceitos deste tema, devia ter focado mais nas alterações climáticas e no problema abordado, devia ter apresentado a solução de uma forma mais clara, mas no geral penso que está um trabalho bem estruturado e feito.” – Tarefa 2

“As frases estavam bem construídas, e fazem sentido, a informação é exposta de forma clara e organizada, aplica e relaciona os conceitos científicos de forma correta revelando compreensão da matéria, apresenta-se a si e expõe a razão da sua comunicação de forma clara, explica a problemática, porém, não apresenta uma possível solução e não sugere uma solução para a problemática.” – Tarefa 2

“Na pergunta 1 é suposto dizer o que contribui para o problema, tu meteste «evitar incêndios» e em vez disso podes meter provocação de incêndios. Na pergunta 2 podes dizer que as árvores fazem com que chova através da evapotranspiração e dizer que as árvores estão interligadas ao planeta e depois é dizeres uma consequência negativa.” – Tarefa 4

“Na pergunta 2 está tudo especificado e escrito de forma correta, na pergunta 3 acho que devias abordar mais a importância no ciclo do carbono e no ciclo do oxigénio, na 2 acho que devias também explicar melhor como elas contribuem para a precipitação.” – Tarefa 4

“Apresenta-te melhor e explica porque estás a mandar a carta, explica qual é o problema. Explica melhor a solução «porque estás a pedir para eles não matarem as baleias?». As tuas frases são pouco perceptíveis.” – Tarefa 2

Em suma, os resultados desta secção mostram que os alunos tiveram melhorias na sua aprendizagem, medidas através do seu desempenho nas tarefas, sendo que os alunos com menor desempenho terão melhorado, na sua maior parte, devido ao *feedback* dos pares, que terá sido fundamental para identificar pontos de

melhoria, e os alunos com melhor desempenho devido, maioritariamente, ao seu trabalho autónomo, troca de *feedback* oral clarificando as suas próprias ideias e à análise dos trabalhos dos colegas. Os alunos com desempenho inferior terão sido os que mais beneficiaram do processo de heteroavaliação, embora todos tenham beneficiado, sendo que os estudantes com melhor desempenho terão tido mais oportunidades para desenvolver a sua autonomia e competências de pensamento crítico, através do treino da sua capacidade analítica. Apesar disso, todos alunos parecem ter aprendido a fornecer melhores *feedbacks* o que, *per se*, já é indicativo do desenvolvimento de capacidades analíticas.

Como nota final, é importante ressaltar que são precisos mais estudos para confirmarem, ou desmentirem, as possibilidades aqui apresentadas nesta secção, uma vez que se trata de um pequeno número de alunos e de tarefas.

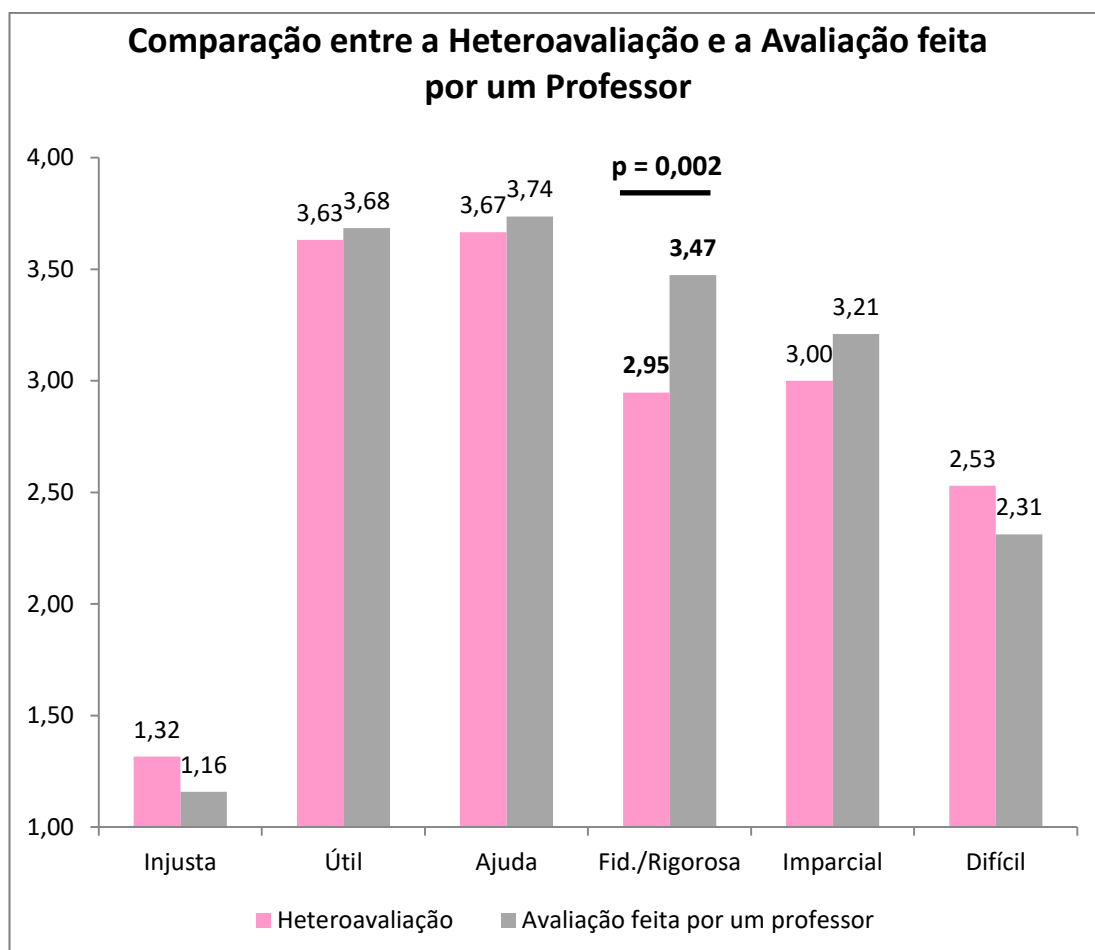
Quais as opiniões dos alunos acerca da heteroavaliação e seus contributos?

Na resposta a esta última questão de investigação, foram mobilizados os seguintes instrumentos: um **questionário final**, dedicado à recolha de informação sobre as opiniões dos alunos acerca da heteroavaliação, incluindo as dificuldades sentidas, em que uma das subsecções, de comparação entre a heteroavaliação e avaliação feita por um professor, foi submetida uma análise estatística, recorrendo ao teste não-paramétrico *Wilcoxon Signed-Rank*; **entrevistas** a três alunos da turma, onde se obteve clarificação sobre vários aspetos relacionados com a questão em causa; observação direta com registo em **diário de bordo**. Dada a extensão e variedade do conteúdo que esta questão investigativa encerra, a apresentação e análise dos resultados foi subdividida em três tópicos: n.º 1, Comparação entre heteroavaliação e a avaliação feita por um professor; n.º 2, Dificuldades; e n.º 3, Opinião dos alunos e contributos da heteroavaliação.

1. Comparação entre heteroavaliação e a avaliação feita por um professor

Figura 23

Comparação entre as médias das respostas na secção de comparação entre heteroavaliação e avaliação feita por um professor



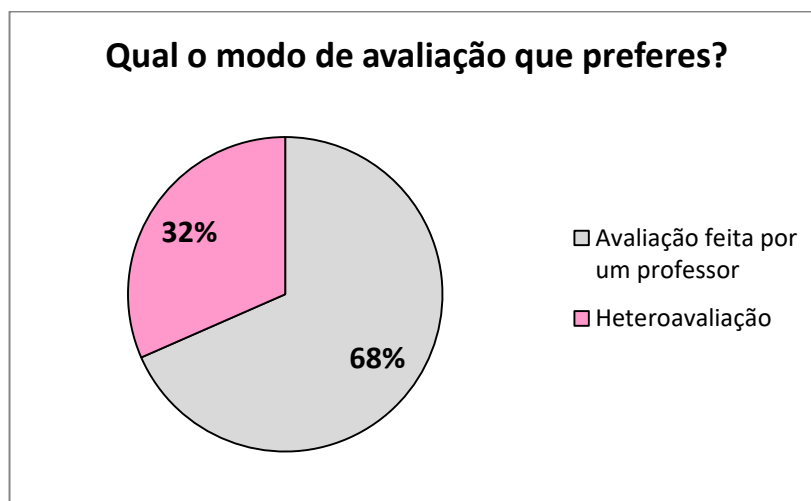
Nota. **Injusta:** É injusta; **Útil:** É útil; **Ajuda:** Ajuda na aprendizagem; **Fid./Rigosa:** É fidedigna/rigorosa; **Imparcial:** É imparcial; **Difícil:** É difícil.

O gráfico de barras da Figura 23 mostra que os alunos veem a heteroavaliação e a avaliação realizada por um professor como equiparáveis, não existindo diferenças significativas quanto a parâmetros como a justiça, utilidade, valor para a aprendizagem, imparcialidade ou dificuldade do processo, ainda que pareça haver uma ligeira tendência para a avaliação do professor ter vantagem. A exceção reside no rigor e confiança que os alunos depositam na avaliação, considerando, com uma diferença estatisticamente significativa, que a avaliação feita por um professor é mais fidedigna/rigorosa que a heteroavaliação.

De facto, quando confrontados com a escolha entre avaliação feita por um professor e heteroavaliação (Figura 24), cerca de dois terços dos alunos prefere a primeira, com um terço, ainda assim, a preferir a heteroavaliação, sugerindo que o parâmetro rigor é de grande importância para os alunos.

Figura 24

Respostas à questão acerca da preferência na modalidade de avaliação



Quando analisamos o grupo de alunos que preferiram a avaliação feita pelo professor (Tabela 15), a maioria invocou, de facto, a fiabilidade e rigor como razão para a sua escolha, confirmando os resultados constantes na Figura 23. Já no universo de alunos que preferiu a heteroavaliação (Tabela 16), as razões invocadas dividem-se mais, sendo as principais o facto de esta ser mais promotora de melhorias nos trabalhos e de mais fácil compreensão, o que vai ao encontro e confirmação de alguns dos resultados constantes na Tabela 14, com as opiniões dos entrevistados relativamente às diferenças entre o *feedback* dos pares e o de um professor.

Tabela 15

Categorização das respostas sobre a razão da preferência da avaliação feita pelo professor

Categoria	Frequência	Exemplos
Fiabilidade/Rigor/Correção/Profissionalismo	6	<p>“Porque é fiável e rigorosa.”</p> <p>“É uma avaliação mais precisa e é feita por um profissional.”</p> <p>“É uma avaliação mais certa sendo que um professor tem mais experiência.”</p> <p>“A avaliação do professor é mais correta.”</p>
Melhor	2	“É melhor.”
Utilidade	1	“(…) mais útil para melhorar o nosso trabalho.”
Honestidade	1	“(…) acho mais sincera”
Conhecimento	1	“É melhor pois o professor sabe mais a matéria”
Qualidade da avaliação	1	“(…) o professor sabe (...) fazer melhor avaliação.”
Identificação de erros	1	“(…) a avaliação de um professor diz diretamente onde errámos.”
Pressão na heteroavaliação	1	“Sinto muita pressão com o facto de ter de avaliar outro colega e poder falhar nisso.”
Quantidade de informação	1	“(…) pode conter mais informação para melhorar o meu trabalho.”
Imparcialidade	1	“Acho mais imparcial.”
Complementaridade	1	“Ambas são importantes.”

Tabela 16

Categorização das respostas sobre a razão da preferência da heteroavaliação

Categoria	Frequência	Exemplos
Melhorias nos trabalhos	2	<p>“Na heteroavaliação conseguimos melhorar o nosso trabalho”</p> <p>“(…) dependendo em quem me avalia permite melhorar o trabalho.”</p>
Facilidade de entendimento	2	<p>“É mais intuitivo”</p> <p>“É mais fácil de corrigir e perceber os meus erros.”</p>
<i>Feedback dos colegas</i>	1	“Na heteroavaliação conseguimos (...) saber a opinião do outro sobre o nosso trabalho.”
Aspetos sociais	1	“É mais fácil de conseguir obter melhores resultados se nos forem dados por alguém que gostamos mais como um amigo.”
Processo de avaliação	1	“É bom percebermos como nos avaliamos.”

Outro	1	“O professor pode saber a nota que eu quero e ver se a minha média permite.”
-------	---	--

Quando dirigimos o nosso olhar para a Tabela 17, referente ao questionário aplicado à turma, percebemos que, mais uma vez, os alunos veem o rigor como uma das principais diferenças entre a heteroavaliação e a avaliação realizada por um docente. Outras diferenças importantes identificadas foram o maior à vontade na heteroavaliação, a complementaridade e o facto de serem equiparáveis (como mostram os dados da Figura 23) e, por fim, o facto de que a heteroavaliação pode depender de aspetos sociais, perceção já reportada anteriormente por Topping (2009). Talvez, como Peterson & Peterson (2011) referem, se a heteroavaliação tivesse sido realizada em anonimato, os aspetos sociais não tivessem influenciado alguns alunos, no entanto, o que a heteroavaliação teve a ganhar com o *feedback* oral superou largamente as possíveis desvantagens causadas pelas amizades e diferenças de intimidade, a julgar não só pelas melhorias dos alunos, mas também pela própria perceção destes, ao referirem que o *feedback* oral foi benéfico (Tabela 14) e que houve uma maior facilidade de comunicação e entendimento entre pares: “De certa forma é mais fácil de comunicar e perceber mais o colega do que algumas vezes um professor.” (Tabela 17), “É mais intuitivo” (Tabela 16), “(...) se for uma heteroavaliação (...) tens um *feedback* mais amplo, mais aberto, em que eles dizem-te mais o que melhorar e como é que eu posso fazer para melhorar o meu trabalho.” (Tabela 14).

Tabela 17

Categorização das respostas à questão “Que diferenças há, para ti, entre a heteroavaliação e a avaliação feita por um professor?”

Categoria	Frequência	Exemplos
Avaliação pelo professor é mais correta/ /fiável/melhor	6	“Eu acho que a avaliação por um professor é mais fiável e rigorosa” “A avaliação do professor é mais correta.” “Acho que a avaliação feita por um professor é mais fiável.”
Heteroavaliação é menos rigorosa/ não me dá tanta certeza do meu desempenho	2	“(…) já a de um colega é mais amigável, fazendo com que eu não tenha tanta certeza do meu desempenho.”
Maior à vontade na heteroavaliação	2	“(…) a heteroavaliação feita por um colega meu é mais amigável e sinto-me mais à vontade embora seja menos rigorosa.”

Complementam-se	2	“A avaliação dos professores e dos colegas é útil pois posso ter diferentes opiniões.” “Normalmente a avaliação do professor é mais certa mas é importante saber a forma como os alunos avaliam os trabalhos.”
São equiparáveis	2	“A heteroavaliação é tão precisa como a avaliação feita por um professor.” “Acho que não há diferenças muito grandes.”
Heteroavaliação pode depender de aspetos sociais	2	“Por vezes alguns alunos podem não levar isto a sério e dar as notas dependendo da relação que têm com a pessoa.” “(…) se somos nós a avaliar queremos sempre nos dar uma boa nota que se calhar não merecemos.”
<i>Feedback</i> do professor mais honesto	1	“Eu acho que há sempre aquele tipo de sinceridade quando é feita por um professor.”
Heteroavaliação superior para melhorar e corrigir erros	1	“As heteroavaliações ajudam-nos a perceber melhor o que errámos, e como melhorar”
Heteroavaliação envolve mais pessoas	1	“Para mim a heteroavaliação é feita com mais pessoas e a avaliação do professor é feita pelo professor”
Avaliação do professor não contempla diálogo	1	“(…) a avaliação do professor é feita pelo professor e não é falado entre os dois.”
Avaliação do professor mais científica e formal	1	“A avaliação feita por um professor é mais científica e talvez um pouco mais formal do que a heteroavaliação.”
Avaliação do professor é mais justa	1	“(…) o professor é «mais justo»”
Comunicação e entendimento mais fácil na heteroavaliação	1	“De certa forma é mais fácil de comunicar e perceber mais o colega do que algumas vezes um professor.”
Confusão entre heteroavaliação e autoavaliação	1	“É diferente na avaliação feita por um professor o professor diz o que eu vou ter e qual é a minha média na heteroavaliação eu digo a nota que mereço.”
Não sabe	1	“Não sei.”

As entrevistas aos alunos confirmam o que já foi referido. Ao analisarmos os dados da Tabela 18, percebemos que a opinião de que a avaliação do professor é mais correta foi unânime entre os entrevistados. No entanto, foi também unânime a consideração de que heteroavaliação e avaliação do docente se complementam, sendo ambas importantes. De facto, o conjunto dos resultados desta subsecção parece indicar que, apesar de haver uma preferência relativamente à avaliação realizada pelo docente, devida ao seu maior grau de rigor, a heteroavaliação não é descartada pelos alunos, sendo inclusivamente a preferida de 32%, pela sua mais fácil compreensão e pelo facto de ser mais conducente a melhorias nos trabalhos, reflexo da mais-valia da obtenção das opiniões dos pares, que serão diferentes das do docente, completando-as, “A avaliação dos professores e dos colegas é útil pois posso ter diferentes opiniões.” (Tabela 17). É interessante notar um aluno ter referido (Tabela 18) que

considera a avaliação feita por um docente melhor para fins classificatórios, mas a heteroavaliação melhor para fins formativos, aludindo para as já referidas mais-valias de natureza formativa contempladas na heteroavaliação.

Tabela 18

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – domínio de Preferência entre avaliações

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Preferência entre avaliações	Avaliação feita por um professor	Confiam mais/ é mais correta (3)	“Prefiro a avaliação do professor, porque é mais certa (...)” “Normalmente, eu acho que o professor tem uma avaliação mais correta, mais concreta.”
		É melhor para fins classificatórios (1)	“(…) eu acho que a de um professor, porque talvez fosse mais justa a nota (...)”
	Heteroavaliação	É melhor para fins formativos (1)	“Formativa, eu acho que prefiro a heteroavaliação. Só porque é mais intuitiva; intuitiva de aprender e de ouvir todos.”
	Complementaridade	Heteroavaliação e avaliação convencional complementam-se (3)	“Eu acho as duas importantes (...) acho que os trabalhos ficaram mais bem avaliados sendo avaliados tanto pelo professor como por outro colega que tem a mesma idade que nós, logo tem um pensamento parecido com o nosso.” “(…) acabam sempre por dizer qualquer coisa ali que ajuda ou que o professor não diz e que eles pensam...” “(…) gosto de ter o <i>feedback</i> dos colegas e do professor, não só o dos colegas, mas também não só o do professor (...) com o <i>feedback</i> (...) do professor fica 80%, com os colegas completa com 20%.”

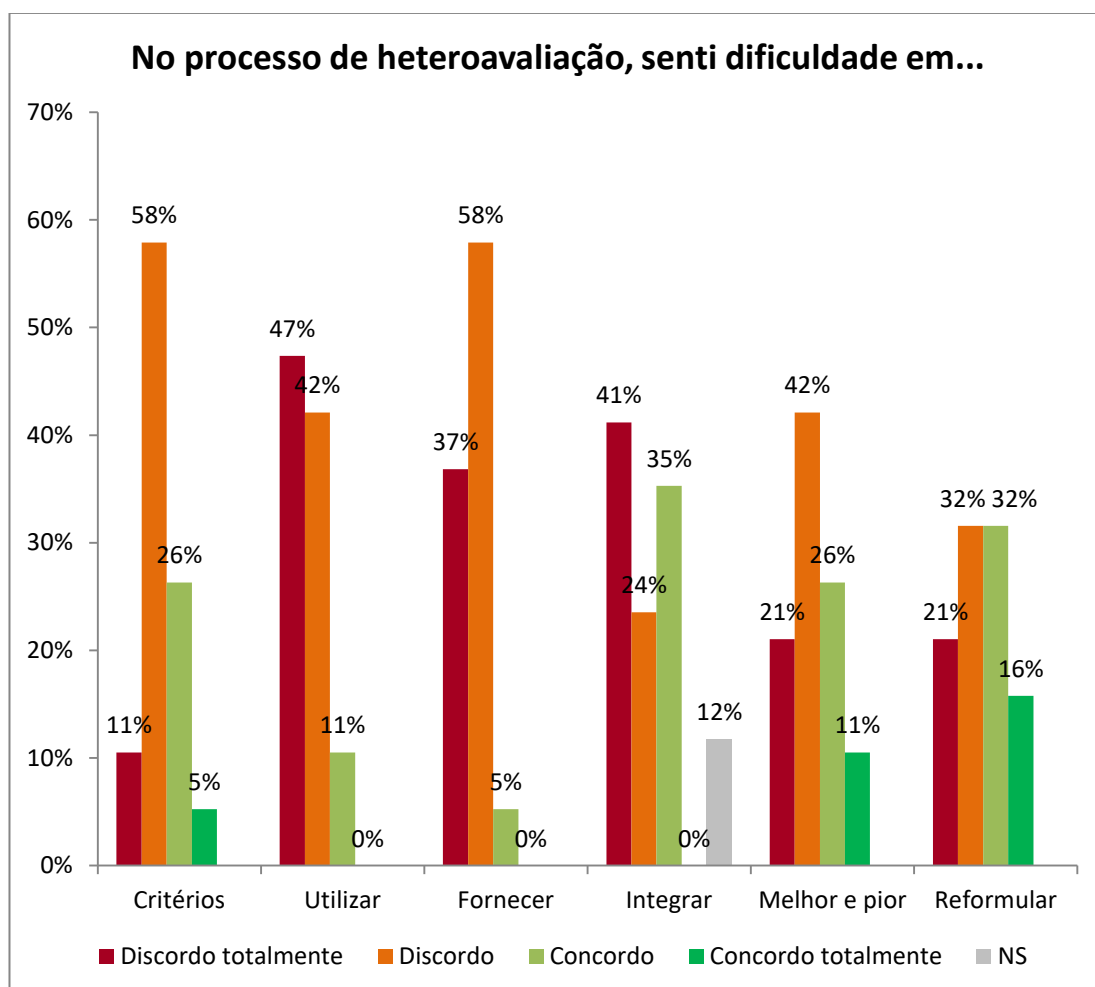
2. Dificuldades

No respeitante às dificuldades sentidas durante o processo de heteroavaliação, pela análise do gráfico de barras da Figura 25 podemos concluir que os alunos, no geral, não sentiram grandes dificuldades, com algumas exceções. Alguns alunos tiveram dificuldades em perceber os critérios e descritores (31%), apesar de a maioria não ter apresentado essa dificuldade, 35% manifestaram dificuldade na integração do *feedback* dos colegas e 37% não acharam fácil analisar o trabalho dos pares, identificando pontos fortes e fracos. Estas dificuldades são expectáveis em alunos do 8.º ano, visto constituírem os níveis 4 e 5 da Taxonomia de Bloom (Analisar e Sintetizar), requerendo pensamento de ordem superior. O facto de haver alunos com estas dificuldades pode constituir algo positivo, visto significar que se depararam com esse desafio, tendo tido a oportunidade de melhorar algumas

capacidades, como sugerido na Tabela 9, onde a unanimidade dos entrevistados refere melhorias nas suas capacidades de análise. De longe, a maior dificuldade, que dividiu a turma (48% acharam difícil e 52% não), foi a motivação para reformular os trabalhos, algo que pude testemunhar, por observação direta com registo em diário de bordo, em alguns alunos ao longo da intervenção didática. Pareceu-me até que algumas “melhorias” de 0%, indicativas de não-reformulação ou reformulação malsucedida, foram devidas a simples falta de motivação para reescrever, por vezes, textos com uma dimensão considerável. Na tarefa 2, por exemplo, que consistia numa carta às Nações Unidas, a reformulação de tal documento afigurou-se dantesca para alguns alunos, dando, nas suas palavras, muito trabalho.

Figura 25

Dificuldades sentidas no processo de heteroavaliação



Nota. Critérios: Perceber os critérios e descritores; Utilizar: Utilizar as rubricas de avaliação; Fornecer: Expressar/transmitir o meu feedback ao colega; Integrar: Conseguir integrar o feedback do colega de forma a melhorar o meu trabalho; Melhor e pior: Conseguir perceber, concretamente, o que está melhor e o que está

pior no trabalho do colega; **Reformular**: Ter motivação para reformular o meu trabalho.

Olhando para a Tabela 19, verificamos que cada aluno referiu uma dificuldade diferente, tendo a dificuldade na análise dos trabalhos e a dificuldade na expressão do *feedback* oral em comum com os dados da Figura 25. É curioso a dificuldade referida por um aluno, que sentiu, como todos os professores um dia, dificuldade na pontuação a atribuir em determinados critérios, o que demonstra o nível de profundidade a que o aluno chegou na sua análise dos trabalhos dos colegas; apenas com uma análise profunda se poderia confrontar com tal desafio. Esta observação é consentânea com o aumento nas capacidades de análise reportado anteriormente (Tabela 9, p.82).

Tabela 19

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – categoria de Dificuldades

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Processo de Heteroavaliação	Dificuldades	Analisar o trabalho dos colegas (1)	“Não conseguia encontrar o que estava mal num trabalho. Aconteceu-me uma vez só.”
		Avaliar alguns critérios (1)	“Alguns pontos, por exemplo, correção científica, às vezes tem mas falta uma coisinha ou outra e depois eu não sei se dou um 4 ou um 5...”
		Explicar as suas ideias aos colegas (1)	“(…) eu às vezes não sei muito bem como é que eu fiz, fiz da minha cabeça, mas não foi com uma estrutura (…) então, ter de estar a explicar (…) é um bocadinho complicado.”

3. Opinião dos alunos e contributos da heteroavaliação

A Tabela 20 torna evidente que este foi o primeiro contacto destes alunos com a heteroavaliação, algo que foi confirmado pelos restantes em aula. É unânime também que o aspeto favorito deste processo onde se estream foi a receção do *feedback* dos colegas, o que poderia até ser esperado, visto ser este o cerne da heteroavaliação e uma das maiores diferenças em relação ao que os alunos já estão habituados. Os alunos valorizam, de facto, a variedade de opiniões e consideram uma mais-valia a partilha de perspetivas entre colegas acerca dos seus trabalhos, presumivelmente porque acrescentam algo ao *feedback* do professor “(…) acabam sempre por dizer qualquer coisa ali que ajuda ou que o professor não diz e que eles

pensam...” (Tabela 18), por exemplo a maior facilidade de entendimento, à vontade ou a abertura de mais espaço para melhorias (como reportado ao longo deste texto).

Tabela 20

Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos – primeiras três categorias do domínio Processo de heteroavaliação

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Processo de heteroavaliação	Prática anterior	Estreantes na heteroavaliação (3)	“Não. [Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?]”
	Gostaram <u>mais</u>	Receber o <i>feedback</i> dos colegas (3)	“Gostei de vermos como é que os nossos colegas veem o nosso trabalho e ver como eles fariam para melhorar.” “(…) poder saber também qual é o ponto de vista deles sobre o meu trabalho, não só o ponto de vista do professor.”
	Gostaram <u>menos</u>	Menor rigor (2)	“(…) nem sempre a avaliação dos colegas é a mais acertada e às vezes pode estar ou melhor, a heteroavaliação não ser a minha nota real, ou estar pior.”
		Poder não ser útil (1)	“As heteroavaliações que não que ajudaram assim tanto, que eu não consegui perceber o que é que era para fazer para melhorar e que nem eles sabiam. [O que gostaste menos?]”
		Fornecer <i>feedback</i> (1)	“(…) não gosto muito de dar os conselhos aos meus colegas”

Quando questionados acerca do que menos gostaram, dois alunos referiram a maior fragilidade, no entender da turma, inerente à heteroavaliação: o seu menor rigor quando comparada com a avaliação feita por um professor. Nesta fase de análise de resultados, isto é já esperado e está em linha com o que até aqui foi apresentado. É de realçar também que um aluno mencionou que o que menos gostou foi quando a heteroavaliação não o ajudou a melhorar o seu trabalho, o que remete para a desvantagem da aleatoriedade na constituição dos pares, havendo alguma dependência do par estabelecido em sorteio no que toca à qualidade do *feedback* a receber.

Estas questões foram também colocadas a toda a turma, apresentando-se os resultados em seguida.

Tabela 21

Categorização das respostas à questão “O que gostaste mais acerca da heteroavaliação?”

Categoria	Frequência	Exemplos
Ajudar/ fornecer <i>feedback</i> aos colegas	5	“Poder dar conselhos para assim melhorar e ajudar o trabalho dos outros.” “Escrever e dar <i>feedback</i> aos colegas.” “Explicar aos colegas o que eles tinham de fazer.”
Receber o <i>feedback</i>/ avaliação dos colegas	3	“Gostei de receber a opinião e as críticas de outra pessoa acerca dos meus trabalhos.” “Saber como as outras pessoas viam o meu trabalho, e como essas pessoas viam algo a melhorar.”
Compreender melhor/ aprender com os próprios erros	3	“Aprender com os meus erros.” “Foi bom, pois acho que ajudou-me a aumentar a nota, a perceber o que escrevi, entre outros”
Interagir com os colegas	2	“Poder interagir mais com os meus colegas.”
Poder melhorar o próprio trabalho	2	“Poder melhorar o trabalho.”
Avaliar os colegas	1	“Avaliar os meus colegas.”
Maior atenção dada aos trabalhos	1	“A maior atenção tomada aos trabalhos.”
As atividades	1	“As atividades que foram feitas.”
Não haver momentos expositivos	1	“Não darmos matéria.”
Nada	1	“Nada.”

Tabela 22

Categorização das respostas à questão “O que gostaste menos acerca da heteroavaliação?”

Categoria	Frequência	Exemplos
Avaliar os trabalhos dos colegas	3	“Avaliar os outros” “Ter de avaliar o outro.”
Ajudar/fornecer <i>feedback</i>	2	“Ter de dar «conselhos» aos meus colegas pois às vezes nem eu mesma sabia como tinha feito o meu.”
Pressão ao ajudar os colegas	2	“Sentir muita pressão a dar o conselho, pois tenho a possibilidade de piorar a nota final do meu colega.”
Autoavaliação	2	“Acho difícil avaliar-me.”
Não melhorar o próprio trabalho	2	“Não gostei de algumas heteroavaliações em que não melhorei muito o trabalho.”
Heteroavaliação com colegas pouco próximos	1	“Às vezes a pessoa com quem eu fazia a heteroavaliação não era uma pessoa próxima e então eu não tinha assim tanta confiança e não conseguia melhorar a nota.”
A avaliação dos colegas acerca do meu trabalho	1	“As avaliações dos outros colegas sobre o meu trabalho.”
Reformular	1	“Ter de refazer os meus trabalhos.”
Tempo despendido na análise dos trabalhos	1	“O tempo que se gastava a avaliar os trabalhos.”
Excesso de trabalhos escritos	1	“Escrever muitos textos.”
Nada	1	“Eu não me lembro de alguma coisa que menos tenha gostado na heteroavaliação.”
Tudo	1	“Tudo.”

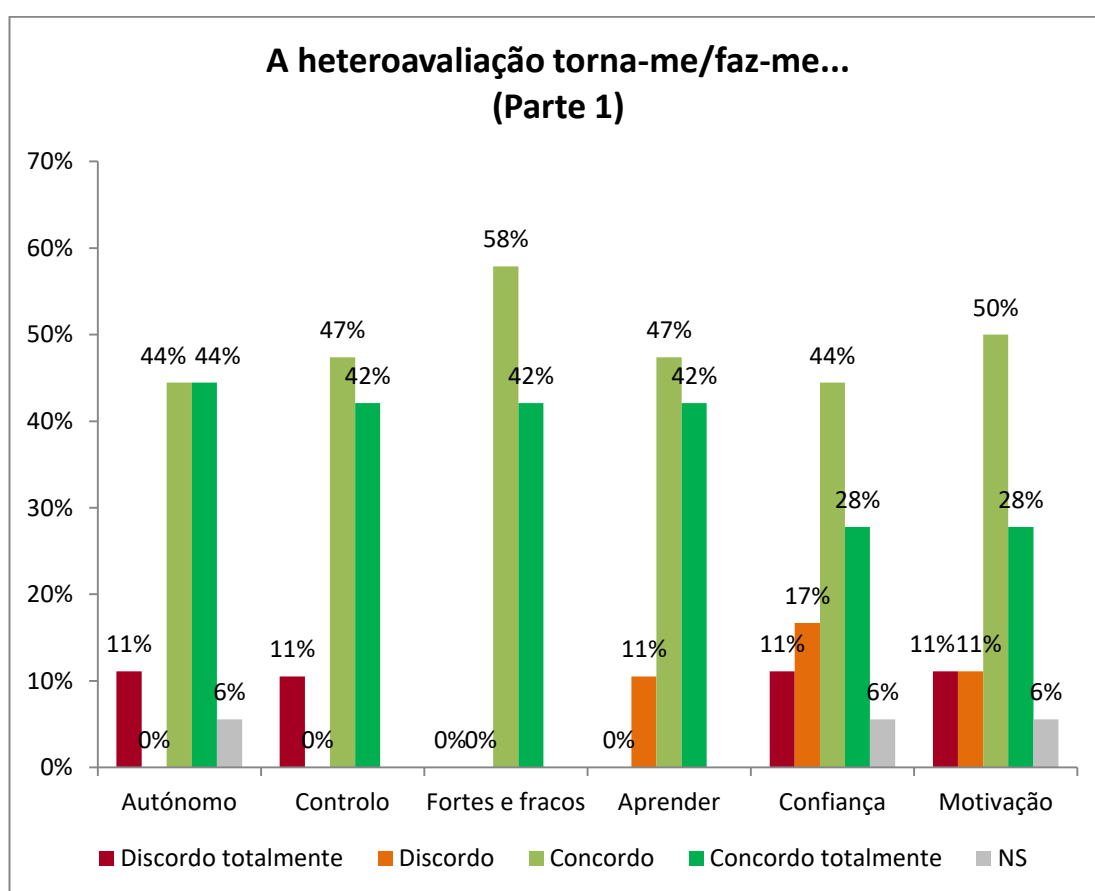
Ao analisar as Tabelas 21 e 22, mais uma vez observamos o papel central do *feedback*. Desta vez, quando colocada a toda a turma a questão do que mais gostaram na heteroavaliação, o fornecimento de *feedback*, associado à possibilidade de poderem ajudar os colegas destaca-se, seguido da receção do *feedback* dos colegas, com valorização das suas opiniões, ponto, aliás, unânime nas entrevistas (Tabela 20), e da possibilidade de compreenderem melhor e aprenderem com os próprios erros. Ainda de destacar dois alunos terem mencionado a interação com os colegas como aspeto favorito e outro o facto de poder melhorar o seu trabalho.

Já no que menos gostaram, os alunos da turma manifestaram desconforto em avaliar os colegas, apesar de nunca lhes ter sido pedido que classificassem os trabalhos, pelo que, provavelmente, o desconforto deva estar associado às categorias seguintes na Tabela 22, a provisão de *feedback* e a pressão sentida nesse processo.

Estes resultados sugerem que os alunos valorizam as opiniões dos colegas, gostam de ajudar e fornecer *feedback*, contudo, podem sentir algum desconforto e pressão nessa ajuda, por medo de não serem úteis e poderem prejudicar os colegas, o que remete para a responsabilidade com que encararam o processo. Dois alunos não gostaram de realizar autoavaliação e outros dois referem que o que menos gostaram foi quando a heteroavaliação foi inútil, na sua perspetiva, não tendo ajudado a melhorar o seu trabalho.

Figura 26

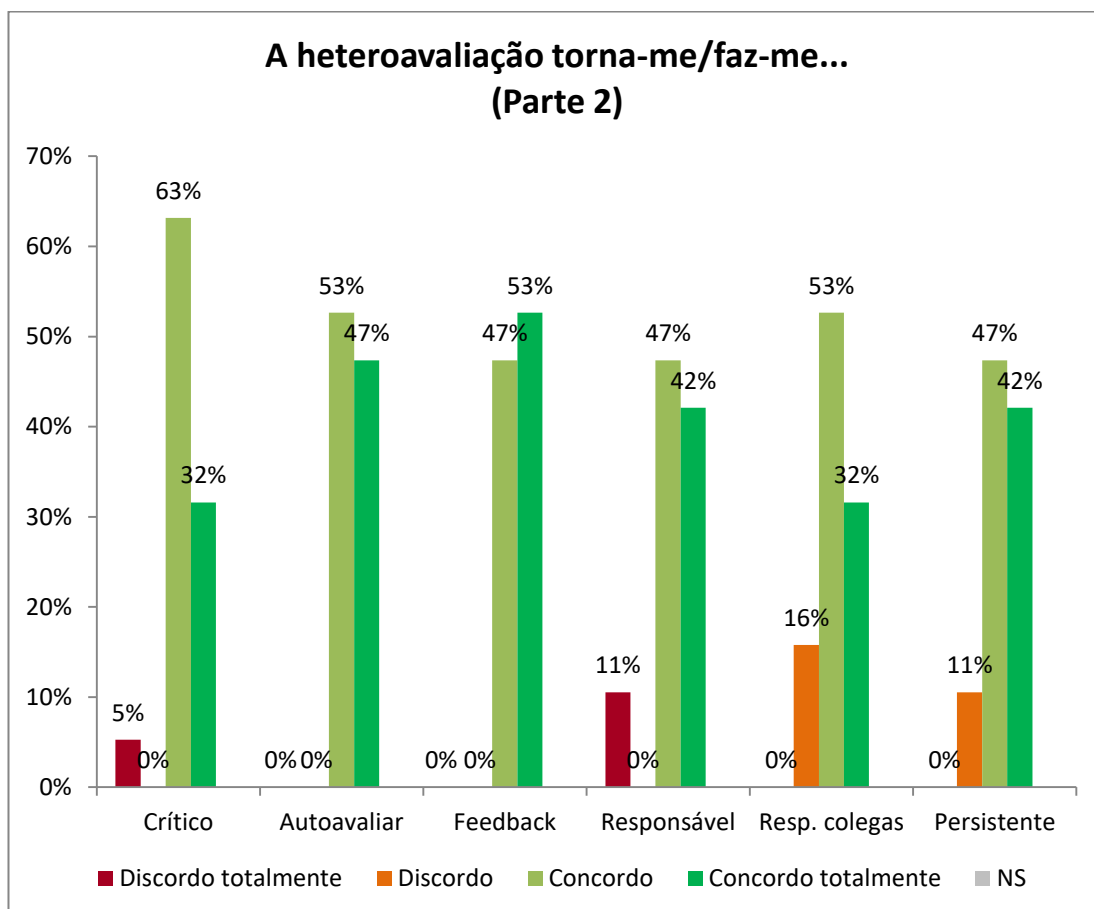
Opinião dos alunos acerca dos contributos da heteroavaliação – Parte 1



Nota. Autônomo: Mais independente/autônomo; Controlo: Ter mais controlo sobre a minha aprendizagem; Fortes e fracos: Mais capaz de identificar os meus pontos fortes e fracos, tanto gerais como específicos de cada trabalho; Aprender: Aprender mais e melhor; Confiança: Ter mais confiança em mim mesmo; Motivação: Ter mais motivação para aprender.

Figura 27

Opinião dos alunos acerca dos contributos da heteroavaliação – Parte 2



*Nota. **Crítico:** Ser mais crítico; **Autoavaliar:** Capaz de autoavaliar melhor; **Feedback:** Capaz de fornecer melhores *feedbacks*, mais estruturados e mais úteis; **Responsável:** Mais responsável pela minha própria aprendizagem; **Resp. colegas:** Mais responsável pela aprendizagem dos meus colegas; **Persistente:** Mais persistente em alcançar objetivos de aprendizagem.*

No que concerne à perceção dos alunos sobre os contributos da heteroavaliação para a sua aprendizagem, capacidades de autoavaliação e competências de desenvolvimento pessoal e autonomia, devemos olhar para as Figuras 26 e 27. Pela análise dos dados mencionados, percebe-se que a opinião dos alunos relativamente aos contributos da heteroavaliação é bastante positiva, relacionando-se com todos os outros resultados anteriormente apresentados, razão pela qual concluem este capítulo do relatório. Os alunos consideram que a heteroavaliação os tornou mais autónomos, lhes concedeu um sentimento de maior controlo sobre a sua própria aprendizagem, melhorou as suas capacidades de análise e autorregulação através da identificação dos seus pontos fortes e fracos (opinião

unânime), contribuiu para a sua aprendizagem e para a melhoria da sua autoconfiança e motivação para aprender, muito embora nestes dois últimos aspetos haja mais alunos a discordarem que nos restantes (Figura 26). Estes dados são o eco dos resultados que se foram apresentando ao longo deste trabalho. Os alunos consideram também que a heteroavaliação melhorou as suas competências de pensamento crítico, reflexo talvez do esforço analítico desenvolvido ao longo da intervenção, as suas capacidades de autoavaliação (opinião unânime), a qualidade dos seus *feedbacks*, nomeadamente no que toca à estrutura e utilidade (opinião unânime), a sua responsabilidade pela própria aprendizagem e também pela dos colegas, o que é interessante e pode remeter para eventuais melhorias no relacionamento interpessoal, e por fim, a sua persistência no alcance dos objetivos de aprendizagem, todas estas perceções reforçadas pelos restantes resultados.

Face a estes resultados, é difícil ignorar as potencialidades da heteroavaliação no ensino-aprendizagem, mesmo em tão tenras idades, dando também força a Double et al. (2020), quando estes referem que a eficácia da heteroavaliação é independente, entre outros aspetos, do nível escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Principais conclusões

Esta investigação permitiu concluir que a heteroavaliação pode constituir uma ferramenta eficaz na capacitação dos alunos do 8.º ano de escolaridade para a aprendizagem ao longo da vida.

A heteroavaliação pode melhorar as capacidades de autoavaliação dos alunos, tornando o processo mais fácil e rigoroso, levando os discentes a adotarem a prática da utilização de critérios de avaliação quando autoavaliam.

A heteroavaliação pode também contribuir para a melhoria das competências de desenvolvimento pessoal e autonomia, nomeadamente: autorregulação, ao dotar os estudantes de uma maior sensação de controlo sobre a sua aprendizagem, ao torná-los mais independentes do professor, e ao melhorar as suas capacidades de análise, com identificação de pontos fortes e fracos; motivação para a aprendizagem, ao melhorar a perceção das suas capacidades e lhes conferir um sentimento de utilidade; responsabilidade, ao tornar os alunos mais responsáveis não só pela sua aprendizagem, mas também pela dos colegas, e ao fazê-los sentirem-se mais em controlo da sua própria aprendizagem; resiliência, ao parecer torná-los mais persistentes na compreensão de conceitos, de uma forma mais independente do professor.

No que se refere à aprendizagem, a heteroavaliação parece também fornecer um contributo positivo, em concreto: melhorias no desempenho dos alunos e melhorias na qualidade do *feedback* fornecido pelos alunos, assim como da sua integração.

Relativamente às suas opiniões, os alunos veem a heteroavaliação como equiparável à avaliação realizada por um professor em parâmetros como justiça e utilidade, mas menos rigorosa que a avaliação do docente; consideram a troca de *feedback* oral com os pares uma mais-valia, atribuindo-lhe maior facilidade de entendimento, um maior à vontade e uma maior facilidade de condução a melhorias nos seus trabalhos, apesar de poderem sentir algum desconforto por receio de prejudicarem os colegas; os alunos do 8.º ano não revelam grandes dificuldades no processo de heteroavaliação, sendo a maior delas a motivação para reformular os trabalhos.

Este estudo contribuiu ainda para o conhecimento sobre esta área, nomeadamente: as melhorias no desempenho decorrentes da heteroavaliação são devidas, na sua maior parte, ao *feedback* dos pares, que é fundamental para identificar pontos de melhoria; a heteroavaliação contribui para a melhoria geral das capacidades de análise dos alunos; pode haver um aproveitamento diferencial do *feedback* dos pares, no qual, apesar de todos os alunos beneficiarem do processo, os alunos com pior desempenho serão os que mais beneficiam do *feedback*, ao passo que os alunos com melhor desempenho melhoram de forma mais autónoma, desenvolvendo mais as suas capacidades de análise, pensamento crítico e autonomia.

Deixa-se, por fim, a ressalva de que são necessários mais estudos, não se podendo generalizar estas conclusões, circunscritas a um contexto particular e a uma pequena amostra.

Balanco reflexivo

A experiência de lecionação da unidade de ensino “Fluxo de Energia e Ciclos de Matéria” nesta turma do 8.º ano revelou-se enriquecedora, desafiante, mas acima de tudo, extremamente satisfatória. As aprendizagens que levo desta experiência e as dificuldades que senti interligam-se numa dança cuja coreografia apenas adquire sentido pela interação entre os dois elementos, pelo que, ao longo desta reflexão, raras vezes escreverei sobre uma, sem ter em consideração a outra.

Começo pelo valor do improviso e capacidade de encaixe, ambos aprendizagem e desafio. Ao longo desta intervenção, muitas foram as instâncias nas quais, sem o improviso e capacidade pessoal de encaixe a novas e inesperadas circunstâncias, pouco se aproveitaria da aula. Desde não haver projetor ao longo de aulas já planeadas para necessitarem desse equipamento, passando pelas condições meteorológicas que prejudicaram os resultados da atividade experimental, até às dificuldades não previstas ou questões ainda menos previstas colocadas pelos alunos (algumas delas, maravilhosas!), que me levaram a desviar das planificações às quais me sentia amarrado, forçando-me a voltar a planificar as aulas seguintes. A necessidade de improvisar, alterar e voltar a planear constituiu um desafio, mas mais uma aprendizagem que um desafio. Aprendi a não dar tanta coisa como garantida e a ter sempre um plano B, por vezes C, ainda que apenas sob a forma de pensamento. Admito, contudo, que a dificuldade que senti se deveu mais ao contexto particular no qual me encontrava, um estagiário com um trabalho investigativo a realizar num

tempo muito limitado (ainda que a professora cooperante tenha sido de uma extrema generosidade neste aspeto, e noutros). Não me podia dar ao luxo de “deixar para a aula seguinte”, ocupar mais 20 minutos com a pergunta interessante que alguém colocou... havia uma unidade a cumprir, mas mais que isso, heteroavaliações a fazer, com cada uma a ocupar duas aulas! O tempo urgia. Sempre.

Tudo isto reforçou a ideia que já tinha acerca das planificações: não adianta planificar aula a aula, ao pormenor que aqui me vi obrigado a usar, quando esse grau de precisão é inferior à margem de erro decorrente de uma interação humana como lecionar. Penso que é uma sobrecarga desnecessária, mas admito que não na sua totalidade...

Aprendi a gerir melhor o tempo de aula e isso deveu-se às intrincadas planificações que elaborei. Para mim, foi uma grande dificuldade. Talvez pela inexperiência, talvez pela minha natureza alheada de ser. Planos meticulosos, fazer função de relógio, ter uma agenda na cabeça... nada disso funciona para mim. Percebi, contudo, que ao realizar as planificações detalhadas aula a aula, entrava na sala com uma clara ideia de ritmo, que me facilitou a condução dos momentos de aula, pois sabia exatamente o que devia acontecer e quanto tempo, aproximadamente, demoraria. A certa altura compreendi que, para mim e não necessariamente para outras pessoas, com sinapses diferentes das minhas, me bastava saber o que pretendia para a aula, sem grande pormenor, assim como definir os momentos de aula (a tal hora tenho de terminar A e começar B). Isto conferiu-me uma sensação de controlo à qual não estava habituado, mas que me soube bem e, sem dúvida alguma, contribuiu para a qualidade das minhas aulas. Em suma, continuo a ser a favor de planificações a longo e médio-prazo, como sempre fui, mas encontrei um novo valor nas planificações aula a aula, muito embora não as tencione fazer com o detalhe que aqui apresento, longe disso. Levo estas aprendizagens comigo para a minha prática futura.

Outro desafio que senti teve que ver com manter a atenção da turma e chegar a todos os alunos, especialmente aos que estão, por norma, desinteressados. Foi difícil, por vezes, com miúdos tão agitados (embora educados), manter a atenção da turma. Mais uma vez aqui o improvisado ajudou, assim como a relação que estabeleci com a turma.

Não posso reforçar mais a importância da relação que é estabelecida entre professor e alunos. Se a relação for boa, com confiança, sentido de justiça e dedicação, muitas dificuldades comuns são atenuadas. Senti que, com o

estabelecimento da nossa relação, se tornou mais fácil chegar a eles, os alunos desinteressados dedicaram-se mais, os alunos mais críticos colocavam mais questões e mais interessantes...

Rematando, por via desta experiência, sinto que agora sou um profissional um pouco mais seguro, mais prevenido, mais bem preparado, que gere melhor o tempo de aula e que entende o valor das planificações, tendo estabelecido o seu próprio entendimento em relação às mesmas para que estas lhe sejam úteis a si. Levo tudo isto comigo, mas levo acima de tudo a memória da “minha” turma, com quem foi maravilhoso trabalhar. Levo as gargalhadas, os rostos de entendimento, os elogios genuínos e queridos, a confiança em mim que tanto me tocou, as perguntas interessantes e interessadas. A qualidade da relação estabelecida entre mim, a turma e a professora cooperante foi o que me foi motivando, preenchendo e fazendo crescer ao longo deste processo tão exigente. E para mim, é isso que cá estou a fazer, crescer, tornar-me cada vez num melhor ser humano e contribuir para o crescimento de outros seres humanos. A lecionação desta unidade, numa palavra, foi um sorriso; dúvidas houvesse em relação à minha escolha de vida... e teriam sido completamente apagadas. Um professor pode dar muito... mas, se se predispuser a isso, tem muito mais a ganhar.

REFERÊNCIAS

- Agrawal, A., & Gopal, K. (2013). Biomass production in food chain and its role at trophic levels. In Agrawal, A., & Gopal, K. (Eds.), *Biomonitoring of Water and Waste Water* (pp. 59-70). Springer.
- Alber, B. E. (2009). Autotrophic CO₂ Metabolism. In Schaechter, M. (Ed.), *Encyclopedia of Microbiology (Third Edition)* (pp. 18-31). Academic Press.
- Aleven, V., Ogan, A., Popescu, O., Torrey, C., & Koedinger, K. (2004). Evaluating the Effectiveness of a Tutorial Dialogue System for Self-explanation. In Lester, J. C., Vicari, R. M., & Paraguaçu, F. (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 443-454). Springer.
- Al-Tameemi, M. A., & Chukin, V. V. (2016). Global water cycle and solar activity variations. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 142, 55-59.
- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting Learning and Achievement through Self-Assessment. *Theory into Practice*, 48(1), 12–19.
- Ashraf, H., & Mahdinezhad, M. (2015). The role of peer-assessment versus self-assessment in promoting autonomy in language use: A case of EFL learners. *International Journal of Language Testing*, 5(2), 110-120.
- Assessment, M. E. (2005). Synthesis report. *Island, Washington, DC*, 748.
- Babones, S. (2016). Interpretive quantitative methods for the social sciences. *Sociology*, 50(3), 453-469.
- Bardin, L.(2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O. U., Swartz, B., Quental, T. B., Marshall, C., McGuire, J. L., Lindsey, E. L., Maguire, K. C., Mersey, B., & Ferrer, E. A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7336): 51–57
- Batista, T. P. (2019). O Diário de Bordo: uma forma de refletir sobre a prática pedagógica. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 2(3), 287-293.
- Becca. *Carbon Cycle Lab*. Science Lessons that Rock.
<https://sciencelessonsthatrock.com/carbon-cycle-lab-photosynthesis-and-respiration-html/>
- Berner R. A., Vandenbrooks J. M., & Ward P. D. (2007). Evolution: Oxygen and evolution. *Science*, 316(5824), 557–558.
- Bienfang, P.K., Trapido-Rosenthal, H., & Laws, E.A. (2013). Bioaccumulation /Biomagnifications in Food Chains. In Laws, E. (Ed.), *Environmental Toxicology*. Springer.
- Billington, H. L. (1997). Poster presentations and peer assessment: novel forms of evaluation and assessment. *Journal of Biological Education*, 31(3), 218-220.

- Black, P., & D. Wiliam. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 5(1): 7–74.
- Black, P., and D. Wiliam. (2009). Developing the Theory of Formative Assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability* 21(1): 5–31.
- Black, P., Harrison, C., & Lee, C. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. McGraw-Hill Education (UK).
- Bopp, L., Resplandy, L., Orr, J. C., Doney, S. C., Dunne, J. P., Gehlen, M., Halloran, P., Heinze, C., Ilyina, T., Séférian, R., Tjiputra, J., & Vichi, M. (2013). Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, 10(10), 6225-6245.
- Boud, D. (2000). Sustainable Assessment: Rethinking Assessment for the Learning Society. *Studies in Continuing Education* 22(2): 151–167.
- Bradford, M. A., Jones, T. H., Bardgett, R. D., Black, H. I. J., Boag, B., Bonkowski, M., Cook, R., Eggers, T., Gange, A. C., Grayston, S. J., Kandeler, E., Mccaig, A. E., Newington, J. E., Prosser, J. I., Setälä, H., Staddon, P. L., Tordoff, G. M., Tscherko, D., & Lawton, J. H. (2002). Impacts of soil faunal community composition on model grass land eco-systems. *Science*, 298, 615–618.
- Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J., Garçon, V., Gilbert, D., Gutiérrez, D., Isensee, K., Jacinto, G. S., Limburg, K. E., Montes, I., Naqvi, S. W. A., Pitcher, G. C., Rabalais, N. N., Roman, M. R., Rose, K. A., Seibel, B. A., ... & Zhang, J. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371), eaam7240.
- Briand, F., & Cohen, J. E. (1987). Environmental correlates of food chain length. *Science*, 238(4829), 956-960.
- Brignell, C., Wicks, T., Tomas, C., & Halls, J. (2019). The impact of peer assessment on mathematics students' understanding of marking criteria and their ability to selfregulate learning. *MSOR Connections*, 18(1), 46-55.
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2014, Junho 5). Oxygen cycle. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/oxygen-cycle>. Accessed 4 May 2023.
- Buis, A. (2019, Outubro 9). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide*. NASA. <https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/#:~:text=Carbon%20dioxide%20is%20a%20different,timescale%20of%20many%20human%20lives>.
- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and Self-regulated Learning: A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research* 65(3), 245–281.

- Butler, R. (1988). Enhancing and Undermining Intrinsic Motivation: The Effects of Taskinvolving and Ego-involving Evaluation on Interest and Performance. *British Journal of Educational Psychology* 58(1), 1–14.
- Butz, S. D. (2002). *Science of Earth systems* (1st ed.). Cengage Learning.
- Canfield, D. E., Kristensen, E., & Thamdrup, B. (2005). The oxygen cycle. In Southward, A., Tyler, P., Young, C., & Fuiman, L. (Eds.), *Advances in Marine Biology* (Vol. 48, pp. 167-204). Academic Press.
- Carlsson Hauff, J., & Nilsson, J. (2022). Students' experience of making and receiving peer assessment: the effect of self-assessed knowledge and trust. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 47(6), 959-971.
- Carnell, B. (2015). Aiming for autonomy: formative peer assessment in a final-year undergraduate course. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(8), 1269-1283.
- Cassidy, S. (2007). Assessing 'Inexperienced' Students' Ability to Self-Assess: Exploring Links with Learning Style and Academic Personal Control. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 32(3), 313–330.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci Adv*, 1(5): e1400253.
- Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C., & Oztosun, S. (2019) Nature's solution to climate change. *Finance and Development Magazine*, 34–38.
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., Aubinet, M., Buchmann, N., Bernhofer, Chr., Carrara, A., Chevallier, F., de Noblet, N., Friend, A. D., Friedlingstein, P., Grünwald, T., Heinesch, B., Keronen, P., Knohl, A., Krinner, G., ... & Valentini, R. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437(7058), 529-533.
- Claassens, N. J., Sousa, D. Z., Dos Santos, V. A. M., De Vos, W. M., & van der Oost, J. (2016). Harnessing the power of microbial autotrophy. *Nature Reviews Microbiology*, 14(11), 692-706.
- Coelho, J. P., Mieiro, C. L., Pereira, E., Duarte, A. C., & Pardal, M. A. (2013). Mercury biomagnification in a contaminated estuary food web: effects of age and trophic position using stable isotope analyses. *Marine pollution bulletin*, 69(1-2), 110-115.
- Coll, M., Schmidt, A., Romanuk, T., & Lotze, H. K. (2011). Food-web structure of seagrass communities across different spatial scales and human impacts. *PloS one*, 6(7), e22591.

- Connell, D. W. (1990). Environmental Routes Leading to the Bioaccumulation of Lipophilic Chemicals. In *Bioaccumulation of Xenophilic Compounds* (pp. 59-74). CRC Press.
- Cowan, J. (2005). Designing assessment to enhance student learning. http://www.heacademy.ac.uk/assets/ps/documents/practice_guides/practice_guides/ps0069_designing_assessment_to_improve_physical_sciences_learning_march_2009.pdf
- Culas, R. J. (2009). The causes and consequences of tropical deforestation: a review. *International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 1(2), 127-139.
- de Almeida Rodrigues, P., Ferrari, R. G., Dos Santos, L. N., & Junior, C. A. C. (2019). Mercury in aquatic fauna contamination: a systematic review on its dynamics and potential health risks. *Journal of Environmental Sciences*, 84, 205-218.
- Despacho n.º 6605-A/2021 do Gabinete do Secretário de Estado Adjunto e da Educação (2021). Diário da República, II série, parte C, n.º 129.
- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.
- Direção-geral da Educação (2018) *Aprendizagens essenciais - Articulação com o Perfil dos Alunos, 8.º ano - 3º Ciclo do Ensino Básico - Ciências Naturais*. Recuperado de <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>
- Dochy, F., Segers, M., & Sluijsmans, D. (1999). The use of self-, peer- and co-assessment in higher education. A review. *Studies in Higher Education*, 24(3), 331–350.
- Donia, M. B., O'Neill, T. A., & Brutus, S. (2018). The longitudinal effects of peer feedback in the development and transfer of student teamwork skills. *Learning and Individual Differences*, 61, 87-98.
- Double, K. S., McGrane, J. A., & Hopfenbeck, T. N. (2020). The impact of peer assessment on academic performance: A meta-analysis of control group studies. *Educational Psychology Review*, 32(2), 481-509.
- Dunlosky, J., and A. Lipko. (2007). Metacomprehension: A Brief History and How to Improve Its Accuracy. *Current Directions in Psychological Science* 16(4): 228–232.
- Dunning, D., C. Heath, and J. M. Suls. (2004). Flawed Self-assessment: Implications for Health, Education, and the Workplace. *Psychological Science in the Public Interest* 5(3): 69–106.

- du Plessis, A. (2019). Primary Water Quality Challenges, Contaminants and the World's Dirtiest Places. In *Water as an Inescapable Risk* (pp. 79-114). Springer, Cham.
- Ehrlich, P. R., Kremen, C., & Ehrlich, A. H. (2013). Human Impacts on Ecosystems: An Overview. *Encyclopedia of Biodiversity*, 4, 153-161.
- Eisenhauer, N., Hörsch, V., Moeser, J., & Scheu, S. (2010). Synergistic effects of microbial and animal decomposers on plant and herbivore performance. *Basic and Applied Ecology*, 11(1), 23-34.
- EPAL. *Ciclos da Água*.
<https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/comunica%C3%A7%C3%A3o-ambiental/ciclo-da-%C3%A1gua>
- Falchikov, N. (1986) Product Comparisons and Process Benefits of Collaborative Self and Peer Group Assessments. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 11(2), 146-66.
- Falchikov, N. (1995). Peer feedback marking: Developing peer assessment. *Innovations in Education and training International*, 32(2), 175-187.
- Falchikov, N. (2007). The Place of Peers in Learning and Assessment. In Boud, D. & Falchikov, N. (Eds.), *Rethinking Assessment in Higher Education: Learning for the Longer Term* (pp. 128–143). Routledge.
- Falchikov, N. (2013). *Improving assessment through student involvement: Practical solutions for aiding learning in higher and further education*. Routledge.
- Falkowski, P. G. (2006). Tracing oxygen's imprint on Earth's metabolic evolution. *Science*, 311(5768), 1724–1725.
- Falkowski, P. G., & Godfrey, L. V. (2008). Electrons, life and the evolution of Earth's oxygen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1504), 2705-2716.
- Farquhar, J., Bao, H. & Thiemens, M. (2000). Atmospheric influence of Earth's earliest sulfur cycle. *Science*, 289(5480), 756–758.
- Featherstone, H., Crespo, S., Jilk, L. M., Oslund, J. A., Parks, A. N., & Wood, M. B. (2011). Smarter Together! Collaboration and Equity in the Elementary Math Classroom. *Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics*.
- Finlayson, C. M., D'Cruz, R., Aladin, N., Barker, D. R., Beltram, G., Brouwer, J., Davidson, N., Duker, L., Junk, W., Kaplowitz, M. D., Ketelaars, H., Kreuzberg-Mukhina, E., de la Lanza Espino, G., Lévêque, C., Lopez, A., Milton, R. G., Mirabzadeh, P., Pritchard, D., Revenga, C., ... & Toryannikova, R. (2005). Inland Water Systems. In Hassan, R., Scholes, R., & Ash, N. (Eds.), *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends* (pp. 551-583). Island Press.

- Franzoso, C. [Cláudio Franzoso]. (2014, Abril 1). Desastre de Minamata. [Vídeo]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=zMG0MsyIQ0&ab_channel=Cl%C3%A1udioFranzoso
- Fuchs, G. (2011). Alternative pathways of carbon dioxide fixation: insights into the early evolution of life?. *Annual review of microbiology*, 65, 631-658.
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) [Pesquisa Fapesp]. (2018, Março, 19). *Mercúrio: ribeirinhos em risco*. [Vídeo]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=F4A8KeKTWLs&ab_channel=PesquisaFapesp
- Fukui, S., Miki, T., & Shimada, M. (2012). Consumers can enhance ecosystem productivity and stability in changing environments. *Population ecology*, 54, 177-186.
- Garay-Narváez, L., Arim, M., Flores, J. D., & Ramos-Jiliberto, R. (2013). The more polluted the environment, the more important biodiversity is for food web stability. *Oikos*, 122(8), 1247-1253.
- Gavrilyuk, O. A. (2015). Autonomy as a Core Value of Lifelong Learning. *Journal of Siberian Federal University – Humanities & Social Sciences*, 11(8), 2283-2290.
- Gholami, H. (2016). Self Assessment and Learner Autonomy. *Theory and Practice in Language Studies*, 6(1), 46-51.
- Gielen, S., Peeters, E., Dochy, F., Onghena, P., & Struyven, K. (2010). Improving the effectiveness of peer feedback for learning. *Learning and instruction*, 20(4), 304-315.
- Gormsen, D., Olsson, P.A., & Hedlund, K. (2004). The influence of collembolans and earthworms on AM fungal mycelium. *Applied Soil Ecology*, 27, 211–220.
- Gray, J. S. (2002). Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. *Marine pollution bulletin*, 45(1-12), 46-52.
- Gutekunst, K. (2018). Hypothesis on the synchronistic evolution of autotrophy and heterotrophy. *Trends in biochemical sciences*, 43(6), 402-411.
- Haddeland, I., Heinke, J., Biemans, H., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Konzmann, M., Ludwig, F., Masaki, Y., Schewe, J., Stacke, T., Tessler, Z. D., Wada, Y., & Wisser, D. (2014). Global water resources affected by human interventions and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3251-3256.
- Hanrahan, S. J., & Isaacs, G. (2001). Assessing self-and peer-assessment: The students' views. *Higher Education Research & Development*, 20(1), 53-70.

- Heimann, M. (1993). The global carbon cycle in the climate system. In Willebrand, J., & Anderson, D. L. T. (Eds.), *Modelling Oceanic Climate Interactions* (pp. 299-336). Springer Berlin Heidelberg.
- Helm, K. P., Bindoff, N. L., & Church, J. A. (2011). Observed decreases in oxygen content of the global ocean. *Geophysical Research Letters*, 38(23).
- Horwood, R.H. (1973). Producers and Decomposers. In: *Inquiry into Environmental Pollution*. Palgrave Macmillan, London.
- Houghton, R. A. (2003). Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850–2000. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 55(2), 378-390.
- Huang, J., Huang, J., Liu, X., Li, C., Ding, L., & Yu, H. (2018). The global oxygen budget and its future projection. *Science Bulletin*, 63(18), 1180-1186.
- Huang, J., Liu, X., He, Y., Shen, S., Hou, Z., Li, S., ... & Huang, J. (2021). The oxygen cycle and a habitable Earth. *Science China Earth Sciences*, 64, 511-528.
- Huey, R. B., & Ward, P. D. (2005). Hypoxia, global warming, and terrestrial Late Permian extinctions. *Science*, 308(5720), 398-401.
- Huisingh, D., Zhang, Z., Moore, J. C., Qiao, Q., & Li, Q. (2015). Recent advances in carbon emissions reduction: policies, technologies, monitoring, assessment and modeling. *Journal of cleaner production*, 103, 1-12.
- Ito, T., Minobe, S., Long, M. C., & Deutsch, C. (2017). Upper ocean O₂ trends: 1958–2015. *Geophysical Research Letters*, 44(9), 4214-4223.
- Jones, K. R., Venter, O., Fuller, R. A., Allan, J. R., Maxwell, S. L., Negret, P. J., & Watson, J. E. (2018). One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 360(6390), 788-791.
- Joosten, H., & Clarke, D. (2002). *Wise use of mires and peatlands*. International Peat Society.
- Kahneman, D., & Egan, P. (2011). Thinking, fast and slow: Farrar. *Straus and Giroux*, 1.
- Kamiuto, K. (1994). A simple global carbon-cycle model. *Energy*, 19(8), 825-829.
- Karegianes, M. L., Pascarella, E. T., & Pflaum, S. W. (1980). The effects of peer editing on the writing proficiency of low-achieving tenth grade students. *The Journal of Educational Research*, 73(4), 203–207.
- Keeling, R. F., Körtzinger, A., & Gruber, N. (2010). Ocean deoxygenation in a warming world. *Annual review of marine science*, 2, 199-229.

- Khatiwala, S., Primeau, F., & Hall, T. (2009). Reconstruction of the history of anthropogenic CO₂ concentrations in the ocean. *Nature*, 462(7271), 346-349.
- Kiesow, L. (1964). On the assimilation of energy from inorganic sources in autotrophic forms of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 52(4), 980-988.
- Kiesow, L. A. (1967). Energy-linked reactions in chemoautotrophic organisms. In Sanadi, D. R. (Ed.), *Current topics in bioenergetics* (Vol. 2, pp. 195-233). Elsevier.
- Koumoundouros, T. (2022, Setembro 11). *Scientists Studying Earth's Trees Issue a Stark Warning to Humanity*. ScienceAlert. <https://www.sciencealert.com/scientists-studying-earths-trees-issue-a-stark-warning-to-humanity>
- Lavrysh, Y. (2016). Peer and self-assessment at ESP classes: case study. *Advanced education*, 6, 60-68.
- Law, K. L. (2017). Plastics in the marine environment. *Annual review of marine science*, 9, 205-229.
- Lévêque, C. (2003). *Ecology: from ecosystem to biosphere*. Science Publishers.
- Li, H., Xiong, Y., Zang, X., Kornhaber, M. L., Lyu, Y., Chung, K. S., & Suen, H. K. (2015). Peer assessment in the digital age: A meta-analysis comparing peer and teacher ratings. *Assessment & Evaluation In Higher Education*, 41(2), 245–264.
- Loreau, M. (1995). Consumers as maximizers of matter and energy flow in ecosystems. *The American Naturalist*, 145(1), 22-42.
- Lisowski, M., Miaoulis, I., Cyr, M., Jones, L. C., Padilla, M. J., & Wellnitz, T. R. (2004). *Prentice Hall science explorer: environmental science* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Lüftenegger, M., Schober, B., Van de Schoot, R., Wagner, P., Finsterwald, M., & Spiel, C. (2012). Lifelong learning as a goal—Do autonomy and self-regulation in school result in well prepared pupils?. *Learning and Instruction*, 22(1), 27-36.
- MacArthur, C. A., Schwartz, S. S., & Graham, S. (1991). Effects of a reciprocal peer revision strategy in special education classrooms. *Learning Disabilities Research and Practice*, 6(4), 201–210.
- Marchão, A., & Henriques, H. (2018). Investigação com crianças: reflexão sobre a escuta das vozes das crianças através de processos de entrevista. *Aula, Revista de Pedagogia de la Universidad de Salamanca*, 24, 135-144.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., Rodrigues, S. (2017). Perfil dos alunos à

saída da escolaridade obrigatória, Ministério da Educação - Direção-geral da Educação.

- Morgado, J. C. (2013). *O Estudo de Caso na Investigação em Educação* (4.a ed.). De Facto Editores.
- Naselli-Flores, L., & Padisák, J. (2022). Ecosystem services provided by marine and freshwater phytoplankton. *Hydrobiologia*, 1-16.
- Nicol, D. (2010). The foundation for graduate attributes: Developing self-regulation through self and peer assessment. *Glasgow: Quality Assurance Agency (QAA) for Higher Education*.
- Normile, D. (2009). Round and round: a guide to the carbon cycle.
- Oki, T., Entekhabi, D., & Harrold, T. I. (1999). The global water cycle. *Global energy and water cycles*, 10, 27.
- Overly, N.V., McQuigg, R.B., Silvernail, D.L. & Coppedge, F.L. *A model for lifelong learning*. Bloomington, Phi Delta Kappa, 1980.
- Page, S. E., Siegert, F., Rieley, J. O., Boehm, H. D. V., Jaya, A., & Limin, S. (2002). The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature*, 420(6911), 61-65.
- Panadero, E. (2016). Is it safe? Social, interpersonal, and human effects of peer assessment: A review and future directions. In G. T. L. Brown & L. R. Harris (Eds.), *Handbook of Human and Social Conditions in Assessment* (pp.247–266). Routledge.
- Panadero, E., & Alqassab, M. (2019). An empirical review of anonymity effects in peer assessment, peer feedback, peer review, peer evaluation and peer grading. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(8), 1253-1278.
- Panadero, E., & J. Alonso-Tapia. (2013). Self-assessment: Theoretical and Practical Connotations. When It Happens, How is It Acquired and What to Do to Develop It in Our Students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* 11(2): 551–576.
- Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of Self-Assessment on Self-Regulated Learning and Self-Efficacy: Four Meta-Analyses. *Educational Research Review* 22, 74–98.
- Panadero, E., & Romero, M. (2014). To Rubric or Not to Rubric? The Effects of Selfassessment on Self-regulation, Performance and Self-efficacy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 21(2), 133–148.
- Park, J., & Williams, K. (2016, February). The effects of peer-and self-assessment on the assessors. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education* (pp. 249-254).

- Pastor, J., & Cohen, Y. (1997). Herbivores, the functional diversity of plants species, and the cycling of nutrients in ecosystems. *Theoretical Population Biology*, 51(3), 165-179.
- Patchan, M. M., & Schunn, C. D. (2015). Understanding the benefits of providing peer feedback: How students respond to peers' texts of varying quality. *Instructional Science*, 43, 591-614.
- Perkins, D. M., Reiss, J., Yvon-Durocher, G., & Woodward, G. (2010). Global change and food webs in running waters. *Hydrobiologia*, 657, 181-198.
- Peterson, C. H., & Peterson, N. A. (2011). Impact of peer evaluation confidentiality on student marks. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(2).
- Pimm, S. L., Lawton, J. H., & Cohen, J. E. (1991). Food web patterns and their consequences. *Nature*, 350(6320), 669-674.
- Planas Lladó, A., Soley, L. F., Fraguell Sansbelló, R. M., Pujolras, G. A., Planella, J. P., Roura-Pascual, N., ... & Moreno, L. M. (2014). Student perceptions of peer assessment: an interdisciplinary study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(5), 592-610.
- Pokorný, J., & Rejšková (2008). Water Cycle Management. In Jørgensen, S. E., & Fath, B. D. (Eds.), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 3729-3737). Academic Press.
- Pongratz, J., Reick, C. H., Raddatz, T., & Claussen, M. (2009). Effects of anthropogenic land cover change on the carbon cycle of the last millennium. *Global Biogeochemical Cycles*, 23(4).
- Rand ,G.M., Wells, P.G., & McCarthy, L.S. (1995). Introduction to aquatic ecology. In Rand, G.M. (Ed.), *Fundamentals of Aquatic Toxicology* (pp. 3-53). Taylor and Francis.
- Reece, J. B., Wasserman, S. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Minorsky, P. V., Jackson, R. B., Machado, D. C., Renard, G., & de Oliveira, P. L. (2015). *Biologia de Campbell* (10ª edição). Artmed Editora.
- Reichle, D. E., O'Neill, R. V., & Harris, W. F. (1975). Principles of energy and material exchange in ecosystems. In van Dobben. W. H., & Lowe-McConnell, R. H. (Eds.), *Unifying Concepts in Ecology: Report of the plenary sessions of the First international congress of ecology* (pp. 27-43). The Hague, the Netherlands, Springer Netherlands.
- Reichstein, M., Bahn, M., Ciais, P., Frank, D., Mahecha, M. D., Seneviratne, S. I., Zscheischler, J., Beer, C., Buchmann, N., Frank, D. C., Papale, D., Rammig, A., Smith, P., Thonicke, K., van der Velde, M., Vicca, S., Walz, A., & Wattenbach, M. (2013). Climate extremes and the carbon cycle. *Nature* 500(7462), 287-295.

- Reid, W.V., Mooney, H.A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S.R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R.M., McMichael, A.J., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R.T., Zakri, A.H., ... & Zurek, M.B. (2005). *Ecosystems and human well-being - Synthesis: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press.
- Reinholz, D. (2016). The assessment cycle: a model for learning through peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(2), 301-315.
- Resta, P., & Lee, H. (2010). Peer and self assessment. In Ubell R. (Ed.), *Virtual teamwork: Mastering the art and practice of online learning and corporate collaboration* (pp. 45-64). John Wiley & Sons, Inc.
- Ribeiro, N., Cavadas, B., & Sousa, B. (2022). *AND 8 (vol. 1)* (1.^a Edição). ASA.
- Rigler, F. H. (1975). The concept of energy flow and nutrient flow between trophic levels. In van Dobben. W. H., & Lowe-McConnell, R. H. (Eds.), *Unifying Concepts in Ecology: Report of the plenary sessions of the First international congress of ecology* (pp. 15-26). The Hague, the Netherlands, Springer Netherlands.
- Roscoe, R. D., and M. T. H. Chi. (2007). Understanding Tutor Learning: Knowledge-building and Knowledge-telling in Peer Tutors' Explanations and Questions. *Review of Educational Research* 77(4): 534–574.
- Rossow, W. B., Walker, A. W., & Garder, L. C. (1993). Comparison of ISCCP and Other Cloud Amounts. *J. Climate*, 6, 2394–2418.
- Sadeghi, B., Hassani, M. T., & Mohammadloo, M. B. (2015). The comparative effect of teacher-and peer-assessment on EFL learners' self-confidence. *Journal of Language Teaching and Research*, 6(5), 1010-1019.
- Sadler, D. R. (1989). Formative Assessment and the Design of Instructional Systems. *Instructional Science* 18(2), 119–144.
- Sambell, K., McDowell, L., & Sambell, A. (2006). Supporting diverse students: developing learner autonomy via assessment. In Bryan C., & Clegg K. (Eds.), *Innovative assessment in higher education* (pp. 178-188). Routledge.
- Santos, A.I., & Calafate, L., (2018). Espécies Invasoras. *Rev. Ciência Elem.*, 6(1):004.
- Scalera, R., Genovesi, P., Essl, F., & Rabitsch, W. (2012). The impacts of invasive alien species in Europe. *European Environment Agency Technical Report*, 16, 114.
- Schlesinger, W. H., & Jasechko, S. (2014). Transpiration in the global water cycle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 189, 115-117.

- Scheu, S. (2003). Effects of earthworms on plant growth: Patterns and perspectives. *Pedobiologia*, *47*, 846–856.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1998). Tutoring and students with special needs. In K. J. Topping & S. Ehly (Eds.), *Peer-assisted learning* (pp. 165–182). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shen, B., Bai, B., & Xue, W. (2020). The effects of peer assessment on learner autonomy: An empirical study in a Chinese college English writing class. *Studies in Educational Evaluation*, *64*, 100821.
- Slowak, A. P., & Taticchi, P. (2015). Technology, policy and management for carbon reduction: A critical and global review with insights on the role played by the Chinese Academy. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 601-619.
- Sluijsmans, D. M. A., Brand-Gruwel, S., van Merriënboer, J. J. G., & Martens, R. L. (2004). Training teachers in peerassessment skills: Effects on performance and perceptions. *Innovations in Education and Teaching International*, *41*(1), 59–78.
- Smethurst, R. (1995). Education: a public or private good? *RSA Journal*, *143*(5465), 33-45.
- Stančić, M. (2021). Peer assessment as a learning and self-assessment tool: a look inside the black box. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *46*(6), 852-864.
- Stefani, L. A. J. (1998). Assessment in Partnership with Learners. *Assessment & Evaluation in Higher Education* *23*(4): 339–350.
- Stramma, L., Johnson, G. C., Sprintall, J., & Mohrholz, V. (2008). Expanding oxygen-minimum zones in the tropical oceans. *Science*, *320*(5876), 655-658.
- Stramma, L., Schmidtko, S., Levin, L. A., & Johnson, G. C. (2010). Ocean oxygen minima expansions and their biological impacts. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, *57*(4), 587-595.
- Strijbos, J. W., Ochoa, T. A., Sluijsmans, D. M. A., Segers, M., & Tillema, H. H. (2009). Fostering interactivity through formative peer assessment in (web-based) collaborative learning environments. In Mourlas, C., Tsianos, N., & Germanakos, P. (Eds.), *Cognitive and Emotional Processes in Web-Based Education: Integrating Human Factors and Personalization* (pp. 375–395). IGI Global.
- Swan, M. (2006). Collaborative Learning in Mathematics: A Challenge to Our Beliefs and Practices. London: National Institute for Adult and Continuing Education (NIACE) for the National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC).

- Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). Developing Evaluative Judgement: Enabling Students to Make Decisions about the Quality of Work. *Higher Education* 76(3): 467–481
- Taras, M. (2010). Student Self-Assessment: Processes and Consequences. *Teaching in Higher Education*, 15(2), 199–209.
- Thompson, R. M., Brose, U., Dunne, J. A., Hall, R. O., Hladysz, S., Kitching, R. L., Martinez, N. D., Rantala, H., Romanuk, T. N., Stouffer, D. B., & Tylianakis, J. M. (2012). Food webs: reconciling the structure and function of biodiversity. *Trends in ecology & evolution*, 27(12), 689-697.
- Thushari, G. G. N., & Senevirathna, J. D. M. (2020). Plastic pollution in the marine environment. *Heliyon*, 6(8), e04709.
- To, J., & Panadero, E. (2019). Peer assessment effects on the self-assessment process of first-year undergraduates. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(6), 920-932.
- Tolba, M. K., & El-Kholy, O. A. (1992a). Climate Change. In Tolba, M. K., El-Kholy, O. A., El-Hinnawi, E., McMichael, D. F., & Munn, R. E. (Eds.), *The World Environment 1972–1992: Two decades of challenge* (pp. 61-81). Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Tolba, M. K., & El-Kholy, O. A. (1992b). Deforestation and habitat loss. In Tolba, M. K., El-Kholy, O. A., El-Hinnawi, E., McMichael, D. F., & Munn, R. E. (Eds.), *The World Environment 1972–1992: Two decades of challenge* (pp. 157-182). Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Topping, K. J. (2005). Trends in peer learning. *Educational psychology*, 25(6), 631-645.
- Topping, K. J. (2009). Peer assessment. *Theory into practice*, 48(1), 20-27.
- Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolução A/RES/70/1 das Nações Unidas (2015).
https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- van Zundert, M., Sluijsmans, D., & van Merriënboer, J. (2010). Effective peer assessment processes: Research findings and future directions. *Learning and Instruction*, 20(4), 270–279.
- Vörösmarty, C., Lettenmaier, D., Leveque, C., Meybeck, M., Pahl-Wostl, C., Alcamo, J., Cosgrove, W., Grassl, H., Hoff, H., Kabat, P., Lansigan, F., Lawford, R., & Naiman, R. (2004). Humans transforming the global water system. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 85(48), 509-514.
- Wardle, D. A. (1992). A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. *Biological reviews*, 67(3), 321-358.

- Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W.H., & Wall, D.H. (2004). Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, *304*, 1629–1633.
- Watson, A. J. (2016). Oceans on the edge of anoxia. *Science*, *354*(6319), 1529-1530.
- Woodwell, G. M., Hobbie, J. E., Houghton, R. A., Melillo, J. M., Moore, B., Peterson, B. J., & Shaver, G. R. (1983). Global deforestation: contribution to atmospheric carbon dioxide. *Science*, *222*(4628), 1081-1086.
- Wu, L., Mao, X. Q., & Zeng, A. (2015). Carbon footprint accounting in support of city water supply infrastructure siting decision making: a case study in Ningbo, China. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 737-746.
- Yu, F. Y., & Wu, C. P. (2013). Predictive effects of online peer feedback types on performance quality. *Journal of Educational Technology & Society*, *16*(1), 332-341.
- Zeng, H., Chambers, J. Q., Negrón-Juárez, R. I., Hurtt, G. C., Baker, D. B., & Powell, M. D. (2009). Impacts of tropical cyclones on US forest tree mortality and carbon flux from 1851 to 2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(19), 7888-7892.
- Zhao, C. S., Pan, X., Yang, S. T., Xiang, H., Zhao, J., Gan, X. J., Ding, S. Y., & Yu, Q. (2021). Effects and prediction of nonpoint source pollution on the structure of aquatic food webs. *Ecohydrology*, *14*(1), e2257.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-regulated Learner: An Overview. *Theory into Practice* *41*(2): 64–70.

APÊNDICES A

Planificações das aulas

Apêndice A1

Planificação da aula 1

ATIVIDADE DIDÁTICA – “CADEIAS TRÓFICAS AQUÁTICAS”	
Jogo do Jenga acerca de uma Cadeia Trófica Costeira – impacte da ação humana nas cadeias tróficas	
Duração da aula: 45 min. (cada turno) 7 mar. 2023	Aula 1 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Gerar interesse e motivação pelos conteúdos a desenvolver;• Introduzir formas de pensar, algumas ideias basilares e conceitos-chave da unidade didática “Fluxos de Energia e Ciclos de Matéria”;• Interligar os conteúdos anteriores (Relações Bióticas e Dinâmica de Populações) aos novos conteúdos. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistematizar cadeias tróficas de ambientes aquáticos e terrestres predominantes na região envolvente da escola, indicando formas de transferência de energia.2. Interpretar cadeias tróficas, partindo de diferentes exemplos de teias alimentares.3. Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Construir modelos que permitam a representação e o estudo de estruturas, de sistemas e das suas transformações. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pensamento crítico;2. Saber científico, técnico e tecnológico;3. Relacionamento interpessoal;4. Bem-estar, saúde e ambiente.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>Outros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Jogo educativo: Cadeias Tróficas Aquáticas, <i>Academia Ciência Viva</i> https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=427 <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Cadeias e teias alimentares;• Ação humana e teias alimentares.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (5 min.): haverá lugar a um breve questionamento sobre os conhecimentos prévios dos alunos acerca de cadeias tróficas. De seguida, será apresentada aos alunos a cadeia trófica sobre a qual vão trabalhar, assim como o jogo e as suas regras.✓ Desenvolvimento de aula (30 min.): em turma, os alunos jogam o jogo do jenga (cerca de duas vezes). Tendo em conta a cadeia trófica “Fitoplâncton → Mexilhão → Caranguejo → Gaivota” haverá 4 cores de blocos empilháveis (cada cor corresponde a determinado nível trófico), sendo que, na base da torre estarão os blocos correspondentes ao fitoplâncton (24 blocos), por cima destes as correspondentes ao mexilhão (15 blocos), caranguejo (9 blocos) e gaivota (6 blocos). Para jogar, cada aluno retira um cartão com um impacte da ação humana na cadeia trófica em estudo, à vez, como, por exemplo “Grande derrame de petróleo na zona costeira” ou “Aumento da procura de caranguejos na gastronomia”. O aluno lê o cartão em voz alta e retira a peça correspondente ao nível trófico diretamente afetado (de forma negativa) pelo impacte, de seguida, o aluno à sua direita retira uma peça correspondente a um outro qualquer nível trófico também negativamente afetado. O	

processo repete-se até a torre de peças cair (que significa que a cadeia trófica colapsou).

- ✓ **Fecho de aula (10 min.):** tem lugar uma breve discussão em turma, no tempo restante, sobre as principais conclusões da atividade. Ainda, o professor vai escolher um impacto e, em turma, pede aos alunos para indicarem se esse impacto será positivo, negativo ou neutro em relação a cada uma das 4 populações da cadeia trófica, já também como preparação ao preenchimento da tabela de impactos na aula seguinte.

Objetivos discussão:

- Sintetizar as informações mais importantes decorrentes da atividade.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; jogo do jenga (com 54 peças de 4 cores distintas).

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e preenchimento (na aula posterior) de uma tabela de impactos a ser corrigida pelo professor, com fornecimento de *feedback* escrito.

OBSERVAÇÕES

As peças do jogo do jenga serão dispostas previamente à aula, pelo professor, assim como a disposição das mesas.

Apêndice A2

Planificação da aula 2

AULA DE APROFUNDAMENTO DE CONCEITOS Exploração de conceitos relacionados com as cadeias e teias tróficas	
Duração da aula: 90 min. 10 fev. 2023	Aula 2 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Aprofundar conceitos emergentes da aula anterior;• Praticar e aplicar formas de pensar, algumas ideias basilares e conceitos-chave da unidade didática “Fluxos de Energia e Ciclos de Matéria”;• Autoavaliar o trabalho individual. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistematizar cadeias tróficas de ambientes aquáticos e terrestres predominantes na região envolvente da escola, indicando formas de transferência de energia.2. Interpretar cadeias tróficas, partindo de diferentes exemplos de teias alimentares.3. Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Construir modelos que permitam a representação e o estudo de estruturas, de sistemas e das suas transformações. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pensamento crítico e criativo;2. Raciocínio e resolução de problemas;3. Saber científico, técnico e tecnológico;4. Bem-estar, saúde e ambiente;5. Desenvolvimento pessoal e autonomia.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>ADN 8</i> (vol. 1) ASA. <p>Outros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Jogo educativo: Cadeias Tróficas Aquáticas, <i>Academia Ciência Viva</i> https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=427 <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Cadeias e teias alimentares;• Ação humana e teias alimentares.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (5 min.): os alunos serão questionados e lembrados acerca da atividade do jogo do jenga da aula anterior.✓ Desenvolvimento de aula (75 min.):<ol style="list-style-type: none">1) Em pequenos grupos, os alunos preenchem uma tabela de impactes da ação humana em que têm de, impacte a impacte, preencher, ora com o sinal “+” ora com sinal “-” se o impacte afeta positiva ou negativamente as populações de fitoplâncton, mexilhões, caranguejos e gaivotas. Segue-se uma breve discussão em turma acerca das dificuldades e principais conclusões do preenchimento da tabela de impactes. 30 min. <p><u>Objetivos da discussão:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Perceber as dificuldades no preenchimento da tabela;- Evidenciar as dificuldades de compreensão dos conteúdos e esclarecer dúvidas;- Sintetizar as principais conclusões da atividade.	

- 2) Apresentação em suporte *Powerpoint*, com questionamento e participação dos alunos, acerca dos conceitos e ideias relevantes para os conteúdos abordados na aula (produtores, consumidores, níveis tróficos, cadeia trófica, teia alimentar...). | **20 min.**
- 3) Individualmente, os alunos terão de, a partir de uma teia alimentar de floresta mediterrânica, sistematizarem esquematicamente cadeias tróficas, indicando os níveis tróficos e função ecológica das espécies incluídas. | **25 min.**

✓ **Fecho de aula (10 min.):** os alunos autoavaliam o seu trabalho na tarefa de sistematizarem cadeias tróficas, em suporte escrito, e entregam ao professor.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; tabelas de impactes.

AVALIAÇÃO

Formativa: preenchimento de uma tabela de impactes (a ser corrigida pelo professor, com fornecimento de *feedback* escrito).

OBSERVAÇÕES

As autoavaliações escritas serão recolhidas pelo professor com a finalidade de as comparar com uma futura autoavaliação escrita a realizar pelos alunos no final da unidade didática.

Apêndice A3

Planificação da aula 3

AULA SOBRE HETEROAVALIAÇÃO Importância da Heteroavaliação e de Critérios de Avaliação	
Duração da aula: 45 min. (cada turno) 14 fev. 2023	Aula 3 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Compreender em que consiste a heteroavaliação;• Perceber a importância da heteroavaliação, bem como a da definição de critérios;• Criação conjunta de uma rubrica de avaliação a aplicar na aula seguinte. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Linguagens e textos;2. Desenvolvimento pessoal e autonomia.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO); <p>Artigos científicos:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Falchikov, N. (1995). Peer feedback marking: Developing peer assessment. <i>Innovations in Education and training International</i>, 32(2), 175-187.✓ Topping, K. J. (2009). Peer assessment. <i>Theory into practice</i>, 48(1), 20-27. <p>CONTEÚDOS</p> <p>Sem conteúdos científicos.</p>
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (10 min.): será apresentada aos alunos, de forma muito breve e simples, a pequena investigação que o professor pretende trabalhar com a turma, clarificando o conceito de heteroavaliação e realçando a sua importância na promoção das capacidades de autoavaliação e de desenvolvimento pessoal e autonomia.✓ Desenvolvimento de aula (25 min.):<ol style="list-style-type: none">1) São apresentados e discutidos alguns exemplos simples de rubricas de avaliação para diferentes produtos. 5 min.2) Realização conjunta (professor e turma) de uma rubrica de avaliação sobre um trabalho escrito a ser aplicada na aula seguinte. 20 min.✓ Fecho de aula (10 min.): aplicação da grelha, em turma, a alguns exemplos textuais curtos.	
<p>RECURSOS/MATERIAIS</p> <p>Computador; projetor.</p>	<p>AVALIAÇÃO</p> <p><u>Formativa:</u> observação direta.</p>

Apêndice A4

Planificação da aula 4

AULA DE INTRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE CONCEITOS Introdução aos Fluxos de Energia e Fluxos de Matéria	
Duração da aula: 90 min. 17 fev. 2023	Aula 4 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Introduzir e aplicar conceitos chave na movimentação da energia e matéria nos ecossistemas, interligados com os conceitos de aulas anteriores;• Aprofundar alguns impactes da ação humana nos ecossistemas;• Avaliar, entre pares, o trabalho realizado. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistematizar cadeias tróficas de ambientes aquáticos e terrestres predominantes na região envolvente da escola, indicando formas de transferência de energia.2. Interpretar cadeias tróficas, partindo de diferentes exemplos de teias alimentares.3. Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">2. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.3. Formular opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Linguagens e textos;2. Pensamento crítico e criativo;3. Raciocínio e resolução de problemas;4. Saber científico, técnico e tecnológico;5. Bem-estar, saúde e ambiente;6. Desenvolvimento pessoal e autonomia.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Transferência de energia nos ecossistemas;• Cadeias e teias alimentares;• Ação humana e teias alimentares;• Seres vivos e ciclos de matéria.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (40 min.): apresentação, com questionamento e participação dos alunos, acerca do movimento da energia e da matéria nos ecossistemas, aproveitando para rever e esclarecer dúvidas sobre os conteúdos anteriores. Serão também desenvolvidos 4 impactes da ação humana nas teias alimentares (extinção de espécies, introdução de espécies exóticas, desflorestação e tipo de agricultura),	

assim como medidas de minimização.

✓ **Desenvolvimento de aula (55 min.):**

- 1) Como primeira tarefa, é distribuída pelos todos os alunos uma ilustração artística alusiva à natureza cíclica do movimento da matéria nos ecossistemas. A tarefa dos alunos será a de, individualmente, escreverem um breve texto (em que refiram expressões obrigatórias, que o professor irá projetar no quadro, como “decompositores” e “produtores”, por exemplo) onde expõem a sua interpretação da imagem, à luz dos conhecimentos da disciplina. Subsequentemente, o professor recolhe as propostas, baralha-as e redistribui-as pelos alunos, por forma nenhum aluno ficar com a sua, e tem lugar a heteroavaliação com *feedback* escrito, referida a critérios desenvolvidos na aula anterior. Os alunos entregam os textos aos seus criadores e estes, analisando o *feedback*, reformulam se necessário e entregam ao professor. | **35 min.**
- 2) Na segunda tarefa, recorrendo ao ecossistema florestal representado no manual nas páginas 108 e 109, os alunos, em pequeno grupo, terão de criar uma cadeia alimentar com 4 níveis tróficos ou mais. Será também sorteado (por filas) um impacte da ação humana (extinção de espécies, introdução de espécies exóticas ou desflorestação) e a tarefa dos alunos consistirá em: partindo da cadeia alimentar que criaram, pensar em como o impacte que lhes foi atribuído poderá afetá-la, indicando pelo menos uma população negativamente afetada e uma positivamente afetada (se houver). O produto final deverá indicar um esquema da cadeia alimentar (indicando níveis tróficos e funções ecológicas), os efeitos do impacte, as populações afetadas (e de que forma), assim como uma pequena mensagem dirigida ao presidente da câmara de Lisboa, Carlos Moedas, pedindo uma intervenção de modo a minimizar os efeitos da ação. A proposta de resolução dos grupos será alvo de heteroavaliação, em moldes semelhantes aos da tarefa anterior, mas desta vez com *feedback* oral. | **15 min.**

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; cópias da ilustração; fichas com orientações para a tarefa de grupo.

AVALIAÇÃO

Sumativa: avaliação da primeira tarefa (individual), referida a critérios (elaborados na aula anterior).

Formativa: avaliação da tarefa de grupo, com *feedback* escrito; análise do *feedback* dos alunos na tarefa individual.

Apêndice A5

Planificação da aula 5

AULA DE HETEROAVALIAÇÃO	
Heteroavaliação dos textos sobre a ilustração alusiva ao ciclo de matéria na natureza	
Duração da aula: 45 min. (cada turno) 28 fev. 2023	Aula 5 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Analisar criticamente, referindo-se a critérios, os trabalhos dos pares;• Fornecer <i>feedback</i> construtivo aos pares acerca do seu trabalho;• Reformular os próprios trabalhos, integrando o <i>feedback</i> dos pares. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u> -//-</p> <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Construir explicações científicas, baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados;2. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e novos contextos. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Linguagens e textos;2. Pensamento crítico;3. Saber científico, técnico e tecnológico;4. Relacionamento interpessoal;5. Desenvolvimento pessoal e autonomia.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>Artigos científicos:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Falchikov, N. (1995). Peer feedback marking: Developing peer assessment. <i>Innovations in Education and training International</i>, 32(2), 175-187.✓ Topping, K. J. (2009). Peer assessment. <i>Theory into practice</i>, 48(1), 20-27. <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Cadeias e teias alimentares;• Seres vivos e ciclos de matéria.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (5 min.): o professor circula pelos alunos, instruindo-os a que retirem um papel <i>post-it</i> dobrado do interior de um saco preto, por forma a formar, de maneira aleatória, pares de heteroavaliação (os alunos de um par vão heteroavaliar o trabalho um do outro). Cada papel contém um número; os alunos que ficarem com o mesmo número serão pares de heteroavaliação. Ainda, um dos números (em cada par) contém também uma seta vertical, indicativa que é esse o aluno que terá de se levantar e ir ao encontro do colega, pela altura de tróica de <i>feedback</i> oral. O professor distribui os trabalhos pelos alunos, conforme os pares obtidos.✓ Desenvolvimento de aula (35 min.):<ol style="list-style-type: none">1) Os alunos analisam o trabalho do seu par de heteroavaliação, referindo-se aos critérios previamente	

definidos, projetados no quadro. O professor circula e dá apoio aos alunos na tarefa. | **15 min.**

2) Finda a análise, os pares juntam-se para trocarem *feedback* acerca dos seus trabalhos. | **10 min.**

3) Após a troca de *feedback*, os alunos regressam aos seus lugares, com os seus próprios trabalhos, com o intuito de os reformularem antes da entrega final, integrando o *feedback* do colega. | **10 min.**

- ✓ **Fecho de aula (5 min.):** o professor orienta os alunos para que, antes de entregarem os trabalhos finais reformulados, classifiquem o *feedback* recebido, numa escala de 1 a 4, em que 1 significa “não foi nada útil”, 2 “foi pouco útil”, 3 “foi útil” e 4 “não foi nada útil”. Para isso, devem colocar, no seu trabalho, o número que indica essa classificação, seguida do nome do colega que forneceu esse *feedback*.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; papéis de *post-it*; ilustração “Flower”.

AVALIAÇÃO

Sumativa: avaliação dos textos interpretativos, reformulados.

Formativa: observação direta.

OBSERVAÇÕES

Na sua reformulação, os alunos devem escrever um novo texto, por forma ao professor poder comparar o trabalho dos alunos antes do *feedback* e depois de terem recebido *feedback*. Tratando-se de alterações pontuais, o aluno deve fazê-lo a cor diferente, excetuando o vermelho.

Apêndice A6

Planificação da aula 6

AULA DE AVALIAÇÃO SUMATIVA E DE DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS Teste de avaliação sumativa e Ciclo da Água	
Duração da aula: 90 min. 3 mar. 2023	Aula 6 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">Recolher dados sobre as aprendizagens dos alunos para fins classificatórios;Compreender o ciclo da água, integrado na biosfera;Aprofundar algumas formas de interferência do ser humano no ciclo da água, salientando comportamentos responsáveis. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.Interpretar as principais fases dos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, com base em informação diversificada (notícias, esquemas, gráficos, imagens) e valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia e Ciências Físico-Químicas).Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">Articular saberes de diferentes disciplinas para aprofundar temáticas abordadas em Ciências Naturais. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">Saber científico, técnico e tecnológico;Bem-estar, saúde e ambiente.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Seres vivos e ciclos de matéria;• Ciclos de matéria (ciclo da água);• Ação humana e ciclos de matéria (ciclo da água).
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 1ª Parte da aula (60 min.): terá lugar o teste de avaliação sumativa, incidindo sobre: cadeias e teias alimentares, investigações experimentais, movimento de energia e matéria nos ecossistemas, interferência do ser humano nas teias alimentares.✓ 2ª Parte da aula (25 min.): são apresentadas aos alunos, com questionamento e participação destes, as principais fases do ciclo da água, assim como a interferência de animais, plantas e ação humana.	

✓ **Fecho de aula (5 min.)**: em turma, os alunos jogam jogos interativos acerca do ciclo da água à sua escolha (jogo da forca ou quizz), constantes no sítio da Internet <https://wordwall.net/pt-br/community/jogos-do-ciclo-da-%C3%A1gua>.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; testes de avaliação.

AVALIAÇÃO

Sumativa: teste de avaliação sumativa.

Formativa: observação direta e questionamento.

Apêndice A7

Planificação da aula 7

ATIVIDADE EXPERIMENTAL	
A Fotossíntese e a Respiração – Ciclo do Carbono e do Oxigénio	
Duração da aula: 45 min. (cada turno) 7 mar. 2023	Aula 7 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">Entender as principais formas como o ser humano interfere no ciclo da água;Consolidar os conceitos de controlo experimental, variável dependente e independente;Treinar o controlo e manipulação de variáveis;Introduzir ideias basilares para a compreensão dos ciclos do carbono e do oxigénio. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">Explicar como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados;Formular opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">Pensamento crítico;Raciocínio e resolução de problemas;Saber científico, técnico e tecnológico;Bem-estar, saúde e ambiente.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>Outros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Atividade experimental: Carbon Cycle Lab- Photosynthesis and Respiration, <i>Science That Rocks</i> https://sciencelessonsthatrock.com/carbon-cycle-lab-photosynthesis-and-respiration-html/ <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Seres vivos e ciclos de matéria;• Ciclos de matéria;• Ação humana e ciclos de matéria.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (15 min.): terá lugar uma breve apresentação, com questionamento e participação dos alunos, acerca da interferência do ser humano no ciclo da água, fechando esta matéria.✓ Desenvolvimento de aula (25 min.):<ol style="list-style-type: none">1) O problema de investigação é apresentado aos alunos (Como é que as plantas e os animais contribuem para que o carbono circule na natureza?) e, com questionamento, em conjunto, professor e turma chegarão a uma hipótese experimental a testar (“As plantas utilizam, na	

fotossíntese, o CO₂ que nós animais expiramos”, por exemplo) e desenho experimental simples. | **10 min.**

2) Com a ajuda do professor, a turma, dividida em dois grupos, efetua a preparação da atividade experimental. Para isso, terão a ajuda do protocolo experimental. Resumidamente, utilizando o indicador de pH azul de bromotimol, os alunos irão soprar, através de uma palhinha, para um gobelé com água de nascente, alterando a sua cor de azul para amarelo. Essa água amarela irá encher 2 tubos de ensaio por grupo, um contendo uma planta aquática (*Limnophila sessiliflora*) e um não contendo qualquer planta (controlo). Passadas 24h, a água do tubo de ensaio com a planta aquática deverá tornar-se azul devido à utilização do CO₂ dissolvido, aumentando o pH da água. | **15 min.**

✓ **Fecho de aula (5 min.):** em turma, com a orientação do professor, é gerada uma pequena discussão sobre o que esperam acontecer e poder concluir com esta atividade experimental.

Objetivos discussão:

- Averiguar a compreensão da experiência e dos conceitos envolvidos;
- Sintetizar os pontos chaves da experiência.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; 4 gobelés de 250 mL; 8 tubos de ensaio de 50 mL; suporte para tubos de ensaio; 2 frascos de azul de bromotimol; papel absorvente; água de nascente; planta aquática (*Limnophila sessiliflora*, por exemplo); película aderente; etiquetas; canetas.

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e questionamento.

OBSERVAÇÕES

Todos os materiais estarão preparados previamente à aula.

Apêndice A8

Planificação da aula 8

ATIVIDADE “CARTA ÀS NAÇÕES UNIDAS”

Ciclos do Carbono e Oxigénio – As baleias e o aquecimento global

Duração da aula: 90 min. | 10 mar. 2023

Aula 8 da Sequência Didática

OBJETIVOS

- Compreender conceitos e ideias fundamentais dos ciclos do carbono e do oxigénio;
- Entender a natureza inter-relacional dos conteúdos, fomentando o pensamento de sistemas;
- Aplicar os conhecimentos científicos fomentando a cidadania participativa.

APRENDIZAGENS ESSENCIAIS

AED

1. Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.
2. Interpretar as principais fases dos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, com base em informação diversificada (notícias, esquemas, gráficos, imagens) e valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia e Ciências Físico-Químicas).
3. Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.

AET

1. Selecionar e organizar informação, a partir de fontes diversas e de forma cada vez mais autónoma, valorizando a utilização de tecnologias digitais e integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos.
2. Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados.
3. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.

FUNDAMENTOS

Documentos curriculares em vigor:

- ✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);
- ✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano | 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais.
- ✓

Manuais escolares:

- ADN 8 (vol. 1) | ASA.

Vídeos na Internet:

- Sustainable Human (2014, dezembro, 1). *How Whales Change Climate*. [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=M18HxXve3CM&ab_channel=SustainableHuman

CONTEÚDOS

- Seres vivos e ciclos de matéria;
- Ciclos de matéria (ciclo do carbono e ciclo do oxigénio);
- Ação humana e ciclos de matéria (ciclo do carbono).

<p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Linguagem e textos; 2. Informação e comunicação; 3. Pensamento criativo; 4. Saber científico, técnico e tecnológico. 5. Bem-estar, saúde e ambiente. 	
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <p>✓ Abertura de aula (10 min.): terá lugar a entrega dos trabalhos finais reformulados acerca da ilustração “Flower”, chamando a atenção para aspetos fundamentais do processo de heteroavaliação, tais como a qualidade do <i>feedback</i> fornecido, o que poderiam ter feito melhor, o que fizeram bem e onde têm de ter mais atenção.</p> <p>✓ Desenvolvimento de aula (45 min.):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ocorre uma apresentação, com questionamento e participação dos alunos, acerca dos ciclos do carbono e do oxigénio. No final da apresentação, há uma breve explicação sobre o que é a ONU (Organização das Nações Unidas), quem é o seu secretário-geral. 30 min. 2) É apresentada aos alunos a tarefa que terão de desenvolver no restante tempo da aula, assim como a proposta de rubrica de avaliação. A tarefa consiste na escrita de uma carta (individual) ao secretário-geral das Nações Unidas, António Guterres, alertando para a problemática do aquecimento global e para o facto de que existe uma possível forma de mitigação (protecção das baleias nos oceanos de todo o mundo) que deverão explicar, convencendo o sr. secretário geral da utilidade da sua aplicação. 10 min. 3) Os alunos visionam um pequeno vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=M18HxXve3CM&ab_channel=SustainableHuman) sobre o papel das baleias no aquecimento global, essencial para a escrita da sua carta. 5 min. <p>✓ Fecho de aula (35 min.): os alunos escrevem a carta às nações unidas, com orientação do professor.</p>	
<p>RECURSOS/MATERIAIS</p> <p>Computador; projetor.</p>	<p>AVALIAÇÃO</p> <p><u>Sumativa:</u> avaliação da carta às Nações Unidas.</p> <p><u>Formativa:</u> observação direta e questionamento.</p>

Apêndice A9

Planificação da aula 9

AULA DE HETEROAVALIAÇÃO Heteroavaliação das cartas às Nações Unidas

Duração da aula: 45 min. (cada turno) | 14 mar. 2023

Aula 9 da Sequência Didática

OBJETIVOS

- Analisar criticamente, referindo-se a critérios, os trabalhos dos pares;
- Fornecer *feedback* construtivo aos pares acerca do seu trabalho;
- Reformular os próprios trabalhos, integrando o *feedback* dos pares.

APRENDIZAGENS ESSENCIAIS

AED

1. Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.
2. Interpretar as principais fases dos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, com base em informação diversificada (notícias, esquemas, gráficos, imagens) e valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia e Ciências Físico-Químicas).
3. Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.

AET

1. Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados.
2. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.

ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO

1. Linguagem e textos;
2. Informação e comunicação;
3. Pensamento crítico;
4. Saber científico, técnico e tecnológico;
5. Relacionamento interpessoal;
6. Desenvolvimento pessoal e autonomia;
7. Bem-estar, saúde e ambiente.

FUNDAMENTOS

Documentos curriculares em vigor:

- ✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);
- ✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano | 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais.

Manuais escolares:

- ADN 8 (vol. 1) | ASA.

CONTEÚDOS

- Seres vivos e ciclos de matéria;
- Ciclos de matéria (ciclo do carbono);
- Ação humana e ciclos de matéria.

DESCRIÇÃO DETALHADA

- ✓ **Abertura de aula (10 min.):** uma vez mais, recorrendo a um sorteio (retirar papéis de *post-it*, dobrados. Do interior de um saco, sem ver), são formados os pares de heteroavaliação. Os trabalhos (cartas às Nações Unidas) são distribuídos pelos alunos segundo o resultado do sorteio e os critérios de avaliação são projetados no quadro e lidos pelo professor em voz alta, havendo lugar para a colocação de dúvidas acerca destes.
- ✓ **Desenvolvimento de aula (30 min.):**
 - 1) Os alunos analisam o trabalho do seu par de heteroavaliação, referindo-se aos critérios previamente definidos, projetados no quadro. O professor circula e dá apoio aos alunos na tarefa. | **15 min.**
 - 2) Finda a análise, os pares juntam-se para trocarem *feedback* acerca dos seus trabalhos. | **5 min.**
 - 3) Após a troca de *feedback*, os alunos regressam aos seus lugares, com os seus próprios trabalhos, com o intuito de os reformularem antes da entrega final, integrando o *feedback* do colega. | **10 min.**
- **Fecho de aula (5 min.):** são apresentados brevemente aos alunos os resultados que obtiveram na atividade experimental da semana anterior. São também informados de que terão a tarefa de, até à próxima aula (sexta-feira, 17 março), colocar um comentário numa tarefa do *Classroom*, sobre a interpretação que fazem dos resultados obtidos.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; cartas às Nações Unidas escritas pelos alunos.

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e questionamento; apreciação acerca da qualidade do *feedback* fornecido por cada aluno; análise dos comentários colocados no *Classroom*.

Sumativa: avaliação, pelo professor, das cartas às Nações Unidas.

OBSERVAÇÕES

A análise dos resultados será feita da forma apresentada por questões de falta de tempo. A discussão propriamente dita terá lugar na aula seguinte, integrando os comentários dos alunos colocados previamente no *Classroom*, encurtando a sua duração e aumentando a sua eficácia.

Apêndice A10

Planificação da aula 10

ATIVIDADE DIDÁTICA “AS AMENDOEIRAS E O CICLO DO CARBONO” Análise de uma notícia, com heteroavaliação, acerca da floração precoce das amendoeiras	
Duração da aula: 90 min. 17 mar. 2023	Aula 10 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Discutir os resultados da atividade experimental da aula 7 da sequência didática;• Interpretar uma notícia real com recurso aos conceitos anteriormente lecionados, aplicando-os;• Analisar criticamente, referindo-se a critérios, os trabalhos dos pares;• Fornecer <i>feedback</i> construtivo aos pares acerca do seu trabalho;• Reformular os próprios trabalhos, integrando o <i>feedback</i> dos pares. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.2. Interpretar as principais fases dos ciclos da água, do carbono e do oxigénio, com base em informação diversificada (notícias, esquemas, gráficos, imagens) e valorizando saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia e Ciências Físico-Químicas).3. Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados.2. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.3. Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pensamento crítico e criativo;2. Raciocínio e resolução de problemas;3. Saber científico, técnico e tecnológico;4. Relacionamento interpessoal;5. Desenvolvimento pessoal e autonomia;6. Bem-estar, saúde e ambiente.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>Notícia:</p> <ul style="list-style-type: none">• Silva, Ana La-Saete (2023, fevereiro 17). <i>As amendoeiras já estão a dar as boas-vindas à Primavera e isto não é uma boa notícia</i>. Público. https://www.publico.pt/2023/02/17/azul/foto-legenda/amendoeiras-ja-estao-dar-boasvindas-primavera-nao-boa-noticia-2039338 <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Seres vivos e ciclos de matéria;• Ciclos de matéria (ciclo do carbono);• Ação humana e ciclos de matéria.

DESCRIÇÃO DETALHADA

- ✓ **Abertura de aula (10 min.):** com recurso aos comentários deixados pelos alunos no *Classroom*, são discutidos brevemente os resultados da atividade experimental.
- ✓ **Desenvolvimento de aula (75 min.):**
 - 1) É apresentada aos alunos uma adaptação de uma notícia real acerca do florescimento precoce das amendoeiras em Espanha, relacionadas com as alterações climáticas. | **5 min.**
 - 2) É apresentada aos alunos a tarefa que terão de desenvolver e heteroavaliar no decorrer da aula: desenhar um esquema do ciclo do carbono na área de Almogía, com orientação do professor e tendo que utilizar algumas expressões obrigatórias, assim como responderem às questões “Indica quais os componentes do ciclo do carbono nos quais o ser humano pode estar a interferir, causando o que acontece em Almogía. Explica como isso acontece”. De seguida, são apresentados e esclarecidos os critérios de avaliação da tarefa, com possibilidade de alteração. | **15 min.**
 - 3) Os alunos realizam a tarefa. O professor vai esclarecendo dúvidas e gerindo a realização da tarefa. | **30 min.**
 - 4) Finda a análise, os pares juntam-se para trocarem *feedback* acerca dos seus trabalhos. | **10 min.**
 - 5) Após a troca de *feedback*, os alunos regressam aos seus lugares, com os seus próprios trabalhos, com o intuito de os reformularem antes da entrega final, integrando o *feedback* do colega. | **15 min.**
- **Fecho de aula (5 min.):** são levantadas, oralmente e em turma, as maiores dificuldades dos alunos no decorrer da heteroavaliação e da realização da tarefa.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; saco e *post-its* para sortear; notícia.

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e questionamento; apreciação acerca da qualidade do *feedback* fornecido por cada aluno.

Sumativa: avaliação da tarefa (pelo professor).

OBSERVAÇÕES

Antes do início da aula, os trabalhos corrigidos dos alunos (carta às Nações Unidas) são distribuídos pelas suas carteiras.

Apêndice A11

Planificação da aula 11

ATIVIDADE DIDÁTICA “O AVISO DAS ÁRVORES”	
Análise de uma notícia acerca da perda de árvores, relacionada aos ciclos da água, carbono e oxigénio	
Duração da aula: 45 min. (cada turno) 21 mar. 2023	Aula 11 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Interpretar uma notícia real atual com recurso aos conceitos anteriormente lecionados;• Aplicar os conceitos relativos aos ciclos de matéria e ação humana;• Compreender a interligação entre os ciclos de matéria estudados. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.2. Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados acerca do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Selecionar e organizar informação, a partir de fontes diversas e de forma cada vez mais autónoma, valorizando a utilização de tecnologias digitais e integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos.2. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.3. Formular opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Linguagens e textos;2. Informação e comunicação;3. Pensamento crítico;4. Saber científico, técnico e tecnológico; <p>Bem-estar, saúde e ambiente.</p>	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• ADN 8 (vol. 1) ASA. <p>Notícia:</p> <ul style="list-style-type: none">• Koumoundouros, Tessa (2022, setembro 11). <i>Scientists Studying Earth’s Trees Issue a Stark Warning to Humanity</i>. ScienceAlert. https://www.sciencealert.com/scientists-studying-earths-trees-issue-a-stark-warning-to-humanity
	<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Seres vivos e ciclos de matéria;• Ciclos de matéria (água, carbono, oxigénio);• Ação humana e ciclos de matéria.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (15 min.): após a entrega dos trabalhos anteriores corrigidos e classificados (carta às Nações Unidas e atividade das amendoeiras em flor), é entregue o enunciado da atividade, assim como a rubrica de avaliação das questões de desenvolvimento, que deverá ser clarificada pelo professor. O professor lê a notícia em voz alta e dá início ao trabalho autónomo dos alunos.	

✓ **Desenvolvimento de aula (30 min.):** os alunos trabalham nas questões de forma individual e autónoma, com o professor a circular e verificar a execução da tarefa, esclarecer dúvidas, orientar a gestão de tempo e a resposta às questões, chamando a atenção de toda a turma sempre que necessário, seja para dúvidas comuns que estão a surgir nas questões, seja para colocar em evidência um dado aspeto dos critérios de avaliação.

RECURSOS/MATERIAIS

Cópias da notícia e enunciados da atividade; cópias da rubrica de avaliação.

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e questionamento; avaliação das respostas dadas pelos alunos.

OBSERVAÇÕES

A autoavaliação não será preenchida nesta aula, mas sim na aula seguinte, antes da entrega final do trabalho reformulado.

Apêndice 12

Planificação da aula 12

AULA DE DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS E FECHO DE UNIDADE	
Heteroavaliação dos trabalhos da aula anterior e Bioacumulação e Bioampliação	
Duração da aula: 90 min. 24 mar. 2023	Aula 12 da Sequência Didática
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Compreender os conceitos de bioampliação e bioacumulação;• Relacionar os conceitos da aula com problemáticas reais e atuais;• Relacionar os conceitos com os anteriormente lecionados, fomentando uma visão global e integrativa da unidade);• Analisar criticamente, referindo-se a critérios, os trabalhos dos pares;• Fornecer <i>feedback</i> construtivo aos pares acerca do seu trabalho;• Reformular os próprios trabalhos, integrando o <i>feedback</i> dos pares. <p>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS</p> <p><u>AED</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas.2. Analisar criticamente exemplos teoricamente enquadrados acerca do modo como a ação humana pode interferir nos ciclos de matéria e afetar os ecossistemas. <p><u>AET</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais e em novos contextos.2. Formular opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA. <p>ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PASEO</p> <ol style="list-style-type: none">1. Saber científico, técnico e tecnológico;2. Desenvolvimento pessoal e autonomia;3. Bem-estar, saúde e ambiente.	<p>FUNDAMENTOS</p> <p>Documentos curriculares em vigor:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO);✓ Aprendizagens Essenciais – 8º ano 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Naturais. <p>Manuais escolares:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>ADN 8</i> (vol. 1) ASA. <p>Vídeos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Franzoso, C. [Cláudio Franzoso]. (2014, Abril 1). Desastre de Minamata. [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=zMG0MsylQ0&ab_channel=Cl%C3%A1udioFranzoso• Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) [Pesquisa Fapesp]. (2018, Março, 19). Mercúrio: ribeirinhos em risco. [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=F4A8KeKTWls&ab_channel=PesquisaFapesp
	<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Cadeias e teias alimentares;• Ação humana e teias alimentares;• Ação humana e ciclos de matéria.
<p>DESCRIÇÃO DETALHADA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Abertura de aula (10 min.): os alunos são informados das atividades a desenvolver em aula, são sorteados os pares de heteroavaliação e distribuídos os trabalhos dos alunos de acordo.	

✓ **Desenvolvimento de aula (70 min.):**

- 1) Tem lugar a heteroavaliação dos trabalhos e troca de feedback entre os pares. O professor ajuda e orienta o processo, chamando a atenção para o tempo de que dispõem. | **15 min.**
- 2) Ocorre a reformulação dos trabalhos e classificação do feedback recebido, com entrega ao professor. O professor circula e monitoriza a execução da tarefa, esclarecendo dúvidas. | **20 min.**
- 3) Visionamento, com algumas paragens para o professor chamar a atenção para aspetos chave e questionar os alunos, de dois vídeos acerca da bioampliação e bioacumulação com Mercúrio, um vídeo que se reporta aos anos 1950 (desastre de Minamata) e outro que se reporta à atualidade (Amazónia). | **15 min.**
- 4) Discussão em turma, tendo como ponto de partida os vídeos, sobre a bioampliação e bioacumulação, relacionando-a com outro problema atual, o dos microplásticos. | **20 min.**

Objetivos da discussão:

- Consolidar os conceitos de bioampliação e bioacumulação;
- Estabelecer relações entre o conteúdo dos vídeos e os conceitos anteriormente lecionados (influência do homem nas teias alimentares, ciclos de matéria na natureza);
- Estabelecer o paralelismo entre a problemática dos vídeos e a dos microplásticos;
- Entender algumas medidas de minimização destes impactes da ação humana.

- ✓ **Fecho de aula (10 min.):** os alunos preenchem um questionário (o mesmo que haviam preenchido no início da sequência didática) acerca da sua capacidade de autoavaliação e competências de desenvolvimento pessoal e autonomia. O professor distribui também pelos alunos os papéis que estes haviam preenchido no primeiro contacto com o professor, onde referiam um ponto positivo e outro negativo sobre si próprios, bem como algum assunto/atividade de interesse que gostassem de desenvolver nas aulas de ciências naturais. O objetivo será o de, desta vez, colocarem um ponto positivo e outro negativo acerca do professor, referente às suas práticas de ensino.

RECURSOS/MATERIAIS

Computador; projetor; ligação à Internet; colunas de som; trabalhos dos alunos referentes à atividade “O Aviso das Árvores”; questionários em papel.

AVALIAÇÃO

Formativa: observação direta e questionamento.

Sumativa: avaliação das respostas dos alunos na atividade “O Aviso das Árvores”.

APÊNDICES B

**Apresentações em suporte PowerPoint
utilizadas nas aulas**

Apêndice B1

Apresentação referente à aula 2

Cadeias e Teias Tróficas

Conceitos e Ideias Chave

1

Como é que os seres vivos obtêm alimento / matéria orgânica?

Matéria Orgânica / Alimento



Autotróficos

Produzem a sua própria **matéria orgânica**, a partir de matéria inorgânica (sais minerais, CO2...).



Heterotróficos

Obtêm **matéria orgânica** através da ingestão ou absorção de matéria orgânica de outros seres vivos.

2

O que é uma **cadeia alimentar**?

E uma **teia alimentar**?



Erva → Gafanhoto → Rato → Coruja



Lion, Jackal, Tiger, Wild cat, Goat, Kite, Snake, Owl, Rabbit, Mouse, Green Plant

Papéis Ecológicos nas Cadeias e Teias

Produtores

Todos os seres **autotróficos**. Produzem o seu próprio alimento.



Autotróficos

Consumidores


Seres que se alimentam de outros organismos.



Heterotróficos

Decompositores

Seres que **decompõem** a matéria orgânica em matéria inorgânica.



Heterotróficos

Para que servem os **decompositores**?



DECOMPOSITORES

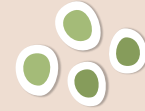
? EXEMPLOS ?



Tipos de Organismos Decompositores



Fungos
(cogumelos, bolores...)



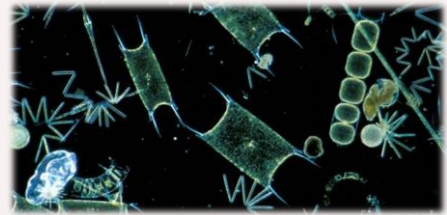
Bactérias
decompositoras

As **minhocas** são seres consumidores, **não são verdadeiros decompositores!** São organismos detritívoros (alimentam-se de detritos/restos de matéria orgânica), mas não decompõem a matéria orgânica em matéria inorgânica.



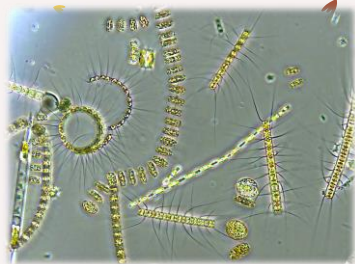
Ecosistemas aquáticos

Fitoplâncton e **Zooplâncton**



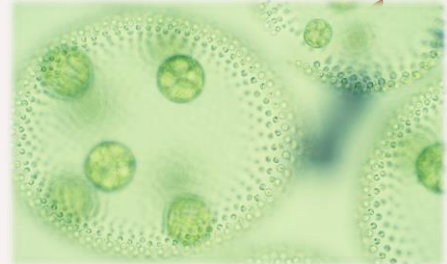
Fitoplâncton

Organismos aquáticos autotróficos (**foto**sintéticos), de dimensões microscópicas que flutuam pela água.



Fitoplâncton

Organismos aquáticos autotróficos (**foto**sintéticos), de dimensões microscópicas que flutuam pela água.



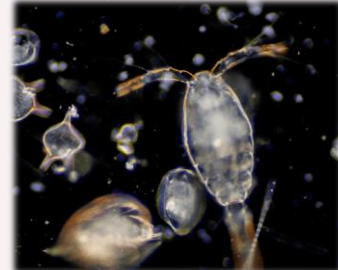
Fitoplâncton

Organismos aquáticos autotróficos (**foto**sintéticos), de dimensões microscópicas que flutuam pela água.



Zooplâncton

Organismos aquáticos **heterotróficos**, de dimensões microscópicas que flutuam pela água.



Zooplâncton

Organismos aquáticos **heterotróficos**, de dimensões microscópicas que flutuam pela água.

Níveis Tróficos

É a posição ocupada por um ser vivo na cadeia alimentar/trófica.

		
		
1º Nível Trófico	2º Nível Trófico	3º Nível Trófico

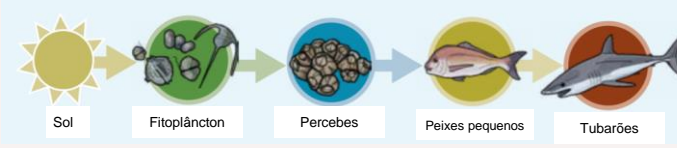
17

Níveis Tróficos

É a posição ocupada por um ser vivo na cadeia alimentar/trófica.

		
		
1º Nível Trófico	2º Nível Trófico	3º Nível Trófico
Produtor	Consumidor primário	Consumidor secundário

18



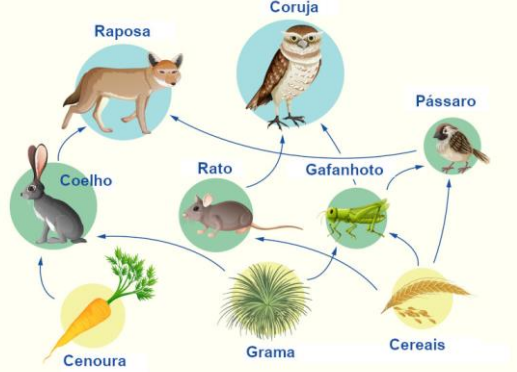
Sol → Fitoplâncton → Percebes → Peixes pequenos → Tubarões

19

FOOD CHAIN



20

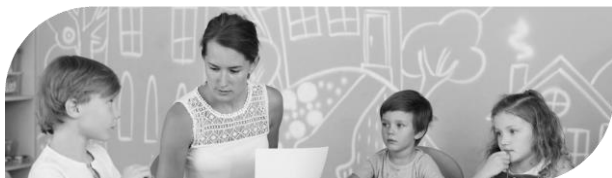


21

Apêndice B2

Apresentação referente à aula 3

Heteroavaliação e Critérios de Avaliação



? O que é a Heteroavaliação ?



? O que são os Critérios de Avaliação ?

Importância da Heteroavaliação

Melhoria de:

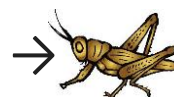
1. Capacidade de avaliar o próprio trabalho.
2. **Compreensão** dos conceitos e **desempenho** escolar.
3. Identificação precoce de **erros** e **aspectos** a melhorar.
4. Capacidades de **análise**.
5. **Autonomia** (identificar pontos fortes e fracos; saber pedir ajuda; *saber onde tenho de chegar e como caminhar até lá*).
6. **Confiança**.
7. **Responsabilidade** pela aprendizagem.

Todos ganham!



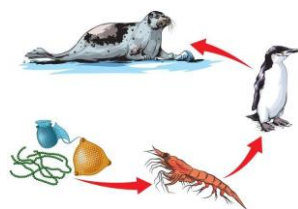
Rubrica de avaliação

Critérios de Avaliação	Descritores
Gestão do tempo	Gere bem o tempo durante a apresentação. Conclui a apresentação no tempo estipulado.
Critério B	
Critério C	
Critério D	
Critério E	



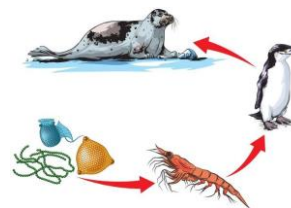
Produtores
Consumidores
Cadeia trófica
Níveis tróficos

A imagem tem 2 produtores (porque são animais que comem plantas) e um come o outro. É uma cadeia trófica com dois níveis tróficos e a seta aponta para quem come.



Produtores
Consumidores
Cadeia trófica
Níveis tróficos

A imagem representa 4 seres vivos com 4 níveis tróficos. Os produtores da cadeia trófica estão no 1º nível trófico e os outros são consumidores.

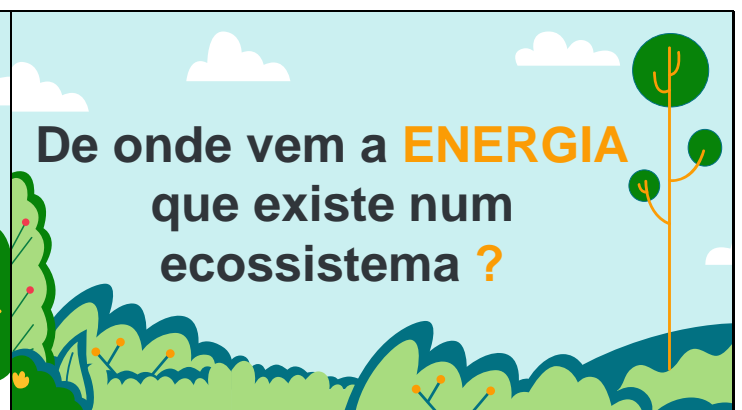
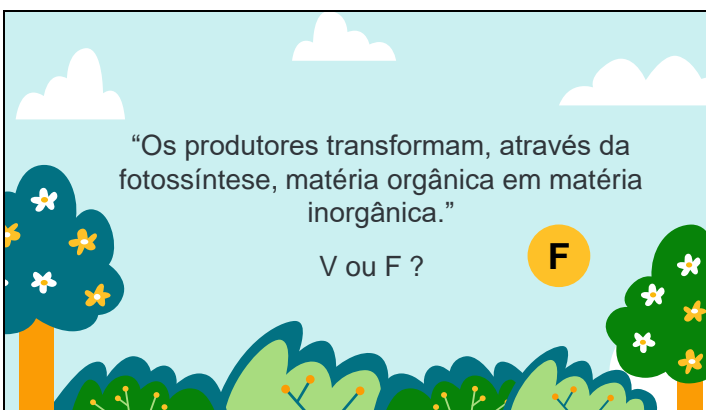
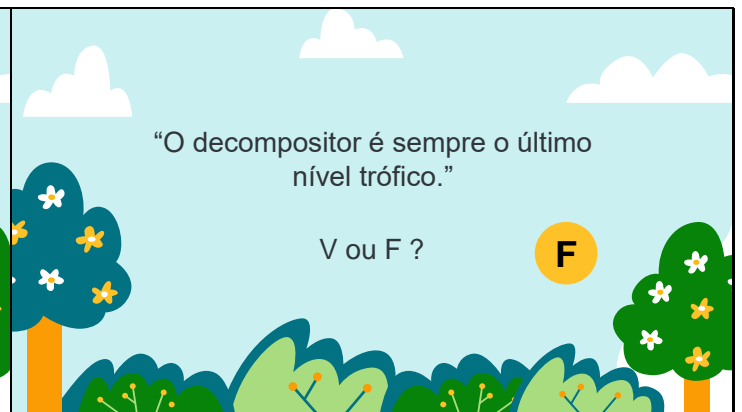
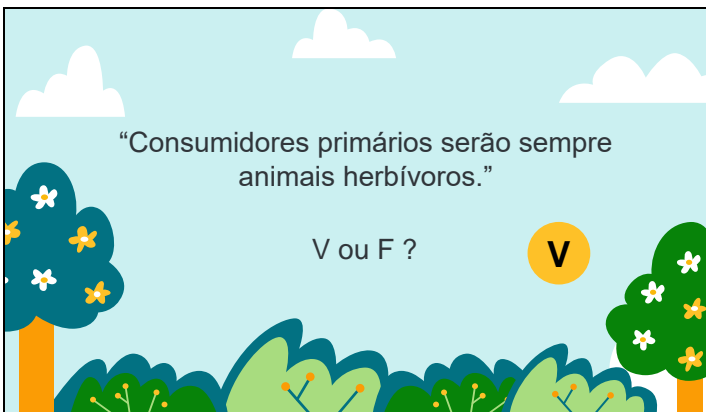
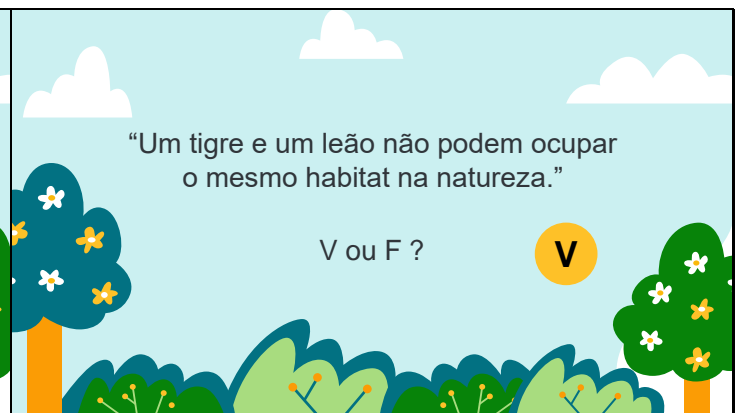
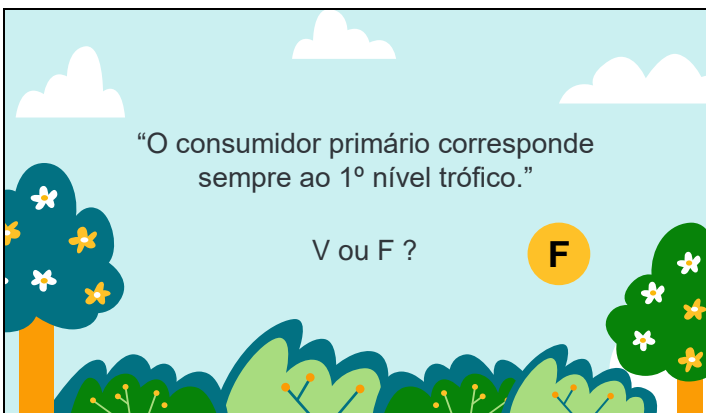


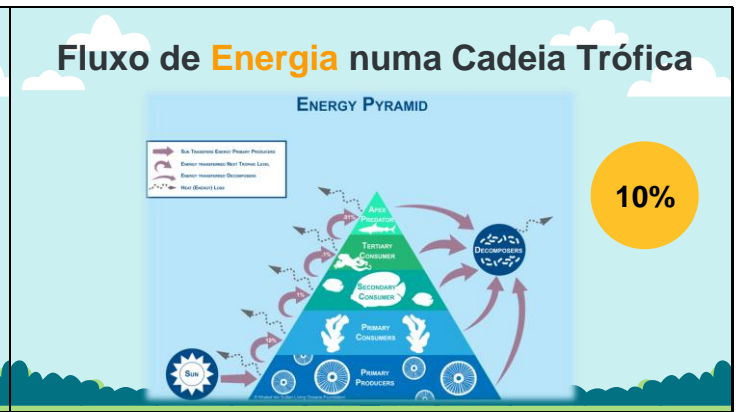
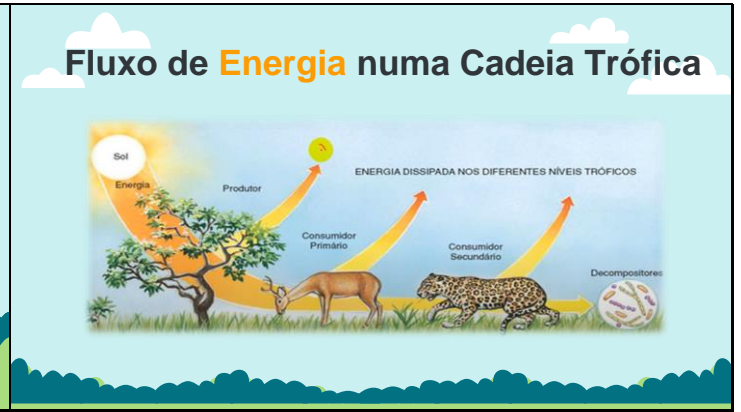
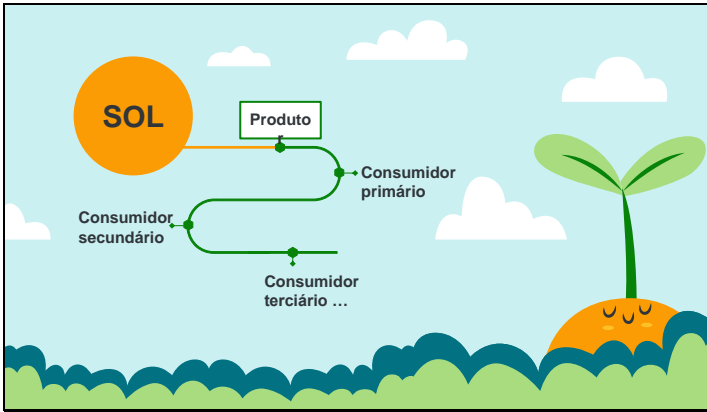
Produtores
Consumidores
Cadeia trófica
Níveis tróficos

A imagem é de uma cadeia trófica, que representa seres vivos que estabelecem relações alimentares entre si, indicadas pelas setas, que se podem ler como "serve de alimento a". Há 4 níveis tróficos na cadeia: o fitoplâncton ocupa o 1º, o camarão o 2º, o pinguim o 3º e a foca o 4º nível trófico. O fitoplâncton é o produtor, pois produz a sua própria matéria orgânica (alimento) através da fotossíntese. Todos os outros são consumidores, desde o primário (camarão) até ao terciário (foca).

Apêndice B3

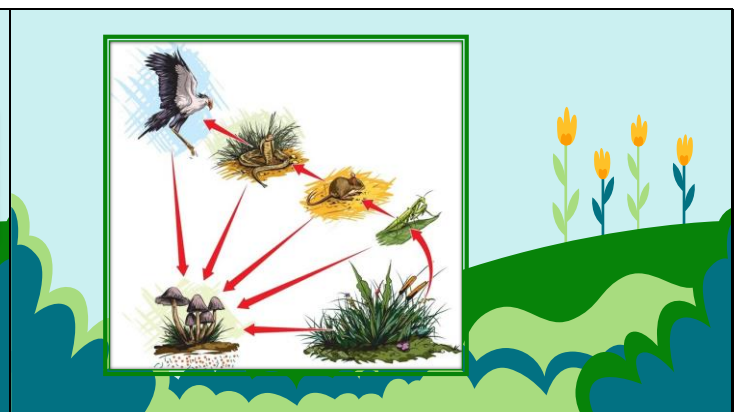
Apresentação referente à aula 4





Os **produtores** (plantas, fitoplâncton e bactérias fotossintéticas) conseguem transformar cerca de **1%** da **energia do Sol** em energia química.

Porque é que a **MATÉRIA** se move em **ciclos** nos ecossistemas?



Uma história do Passado... e do Presente



Uma história do Passado... e do Presente



Interferência do Ser Humano nas Teias Alimentares

Impactes da Ação Humana

- 01 Extinção de espécies
- 02 Introdução de espécies exóticas
- 03 Desflorestação
- 04 Agricultura intensiva

Extinção de Espécies

- Pesca e caça excessivas
- Destruição de habitats
- Poluição
- Aquecimento global

Aquecimento global ameaça sobrevivência e reprodução de tartarugas marinhas

19/11/2019 09:22:50
LUSA Lusa



Um novo estudo alerta para o aumento das temperaturas oceânicas, que coloca em risco a sobrevivência das populações de tartarugas marinhas. Das sete espécies de tartaruga marinha, seis integram já a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas.

Extinção de Espécies

- Pesca e à caça excessivas
- Destruição de habitats
- Poluição
- Aquecimento global



Extinção de Espécies

- Pesca e caça excessivas
- Destruição de habitats
- Poluição
- Aquecimento global



Extinção de Espécies

60% dos **animais** desapareceram nos últimos 50 anos devido à ação humana.

Com o ser humano, as taxas de extinção aumentaram entre **100 e 1000 vezes**.

Espécies Extintas (exemplos)



Uso pardo mexicano



Golfinho de Baiji



Píca-pau-bico-de-marfim

Introdução de Espécies Exóticas

O caso dos castores do Canadá



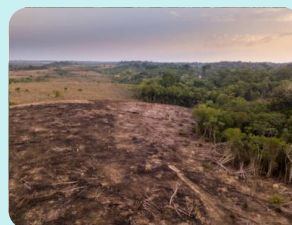
Introdução de Espécies Exóticas

Algumas espécies preocupantes em Portugal



Desflorestação

Para construir estruturas humanas, agricultura, pasto para o gado...



Tipo de Agricultura

Agricultura intensiva vs Agricultura tradicional



Minimizar a Extinção de Espécies

Pesca e caça excessivas: regulamentação; hábitos de consumo...

Destruição de habitats: áreas protegidas; estudos de IA...

Poliuição: regulamentação (proibir sacos de plástico, por exemplo); **reciclar, reduzir e reutilizar!**

Aquecimento global: regulamentação (incentivar "energia verde", por exemplo); reduzir o consumo de carne; usar menos o carro...

"Bancos de Sementes"

Minimizar a Introdução de Espécies Exóticas

Tomar medidas que impeçam o tráfico de espécies exóticas.

Não adquirir espécies exóticas.

Minimizar a Desflorestação

Criar leis de combate à desflorestação.

Plantar árvores.

Reduzir o consumo de papel, carne... **Reciclar** embalagens de cartão, comprar roupa em 2ª mão (**reutilizar**)...



Minimizar a Agricultura Intensiva

Privilegiar produtos locais, de época.

Diminuir o consumo de produtos de supermercado que vêm da agricultura intensiva (ex: óleo de palma, alguns produtos de soja, milho, trigo...).

Impactes da Ação Humana

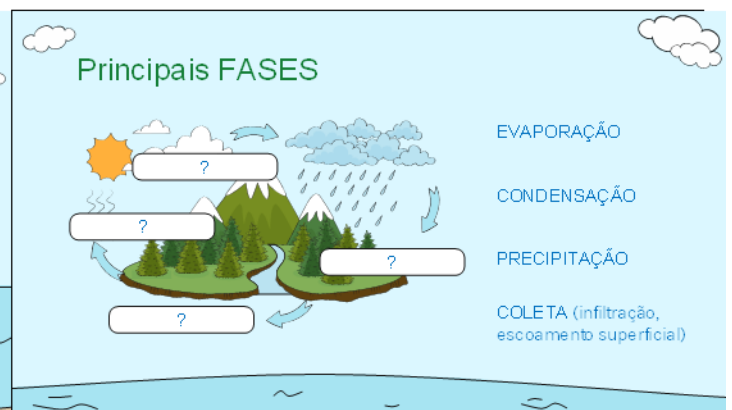
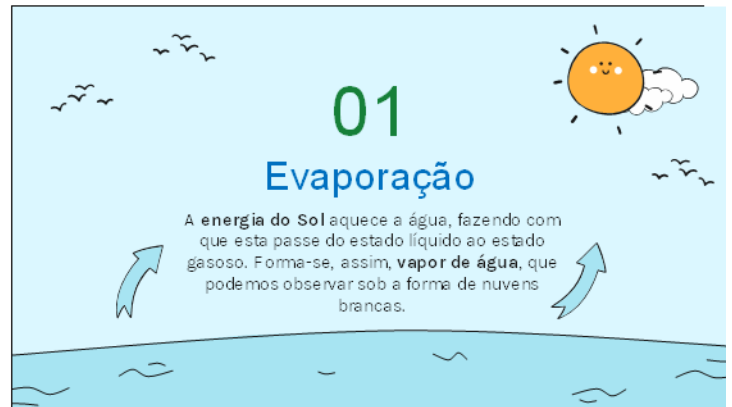
- 01** Extinção de espécies
- 02** Introdução de espécies exóticas
- 03** Desflorestação
- 04** Tipo de agricultura



**Só temos 1 planeta
Não há
“planeta B”...**

Apêndice B4

Apresentação referente à aula 6



Influência dos Animais e Plantas



RESPIRAÇÃO

Liberta água

TRANSPIRAÇÃO

Liberta água

INGESTÃO

Consome água

RESPIRAÇÃO

Liberta água

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Liberta água

ABSORÇÃO DE ÁGUA PELAS RAÍZES

Consome água

Influência do Ser Humano



Desflorestação

Diminuição da evapotranspiração e da infiltração. Aumento do escoamento superficial.



Incêndios Florestais

Diminuição da evapotranspiração e da infiltração. Aumento do escoamento superficial.



Construção de Barragens

Alterações no percurso da água, aumento da evaporação de água.



Construção de Cidades/Estradas

Impermeabilização dos solos: diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial.

Resumo – Influência do Homem

Desflorestação E
Incêndios Florestais

Com menos árvores e outras plantas, a **evapotranspiração diminui**, evaporam-se menos água que o normal, acabando por não se formarem névoas e, em consequência, acaba por não chover. Além disso, as plantas também ajudam a que a água se infiltre no solo, acabando por se reduzir os níveis de água subterrâneos. Com menos vegetação há **menos infiltração**.

Barragens

Alteram o fluxo da água e criam zonas com **uma grande superfície de água** que não existem. Nestas zonas há **mais evaporação**. Essa água que evapora é normalmente arrebatada pelo vento e acaba por precipitar noutras zonas.

Cidades / Estradas

Asfalto, asfalto, calçadas... são estradas: **limpam os solos**. Impermeabilizados, os solos, há **menos infiltração**, ou não há sequer. Isto faz que, quando chove, a água não tenha para onde ir, levando à **inundação**. É importante as cidades conterem **diversos espaços verdes**, onde a água se possa infiltrar no solo, se não depois de parte de lá desviada a outro terreno através da evapotranspiração.

Apêndice B5

Apresentação referente à aula 7

A Respiração e a Fotossíntese

Ciclos do Carbono e Oxigênio

Atividade Experimental



O PROCESSO DE FOTOSÍNTESE

Entra CO_2 e sai O_2 !



HIPÓTESE

- a testar -

As plantas utilizam na fotossíntese o CO_2 que os animais libertam na respiração.

Problema/Questão de Investigação

Como é que as plantas e os animais contribuem para que o CARBONO circule na natureza ?

Indicador de pH - Azul de Bromotimol

Em pH **ácido**, o azul de bromotimol é **AMARELO**.

Em pH **básico**, o azul de bromotimol é **AZUL**.

O CO_2 **acidifica** a água.

Apêndice B6

Apresentação referente à aula 8



CICLO DO CARBONO e CICLO DO OXIGÊNIO

O CARBONO NA NATUREZA

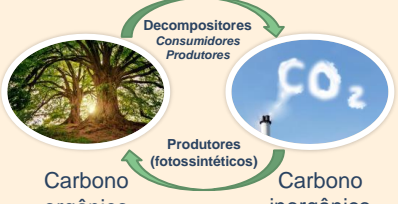


Carbono orgânico
Matéria orgânica (matéria que constitui todos os seres vivos)



Carbono inorgânico
CO₂, carbono nas rochas, carbono fóssil


O CARBONO NA NATUREZA




Carbono orgânico
Matéria orgânica (matéria que constitui todos os seres vivos)

Carbono inorgânico
CO₂, carbono nas rochas, carbono fóssil


INFLUÊNCIA dos Consumidores (animais)



ALIMENTAÇÃO
Ingerem ou absorvem o **carbono** presente na matéria orgânica.



RESPIRAÇÃO
Emitem **CO₂** para a atmosfera.



EXCREÇÃO
Libertam materiais com **carbono** para o meio (solo, água...).

INFLUÊNCIA dos Produtores (plantas, algas, fitoplâncton)



FOTOSÍNTESE
Capturam **CO₂** da atmosfera, construindo matéria orgânica, e libertam **O₂**.



RESPIRAÇÃO
Emitem **CO₂** para a atmosfera.

INFLUÊNCIA dos DECOMPOSITORES (bactérias, fungos)



DECOMPOSIÇÃO
Emitem **CO₂** para a atmosfera quando se alimentam da matéria orgânica transformando-a em matéria inorgânica.



Diagram illustrating the carbon cycle: Sun → Fotossíntese → Carbono orgânico → Organismo morto → Combustível Fóssil → Emissão de gás carbônico → CO₂ → Respição → Respição → Carbono orgânico.

Influência do Ser Humano – ciclo do carbono

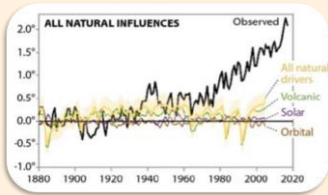
Queima de combustíveis fósseis (90% das emissões de CO₂)

DESFLORESTAÇÃO

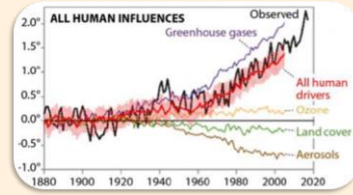
O CO₂ é responsável por 66% do Efeito de Estufa na Terra.



Somos mesmo nós!



Somos mesmo nós!



O OXIGÉNIO NA NATUREZA



Isolado

O_2
Oxigénio atmosférico.



EM outras moléculas

CO_2 , H_2O

INFLUÊNCIA dos Consumidores (animais)



ALIMENTAÇÃO
Ingestão de água (H_2O).



RESPIRAÇÃO
Consumem O_2 da atmosfera e libertam água (H_2O).



TRANSPIRAÇÃO
Libertam água H_2O para a atmosfera.



EXCREÇÃO
Libertam materiais contendo água (H_2O).

INFLUÊNCIA dos Produtores (plantas, algas, fitoplâncton)



FOTOSÍNTESE
Capturam CO_2 da atmosfera, construindo matéria orgânica, e libertam O_2 .



RESPIRAÇÃO
Emitem CO_2 para a atmosfera.

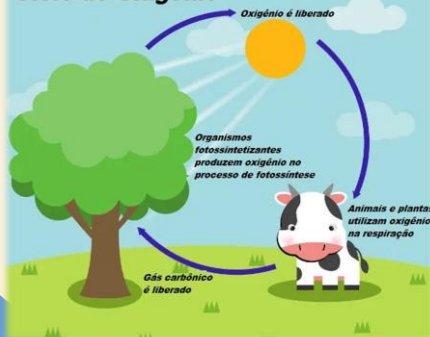


ABSORÇÃO
Absorvem água (H_2O) pelas raízes.
(plantas)



EVAPOTRANSPIRAÇÃO
Libertam água (H_2O) para a atmosfera.
(plantas)

Ciclo do Oxigénio



- Oxigénio (oxigénio)
- Liberto (liberado)
- Organismos fotossintéticos (fotossintetizantes)
- Dióxido de carbono (gás carbónico)

Organização das NAÇÕES UNIDAS ONU

A Organização das Nações Unidas (ONU) é uma organização internacional cujo objetivo é promover a paz e o desenvolvimento mundial por meio da cooperação entre os países.



COMBATER AS
ALTERAÇÕES
CLIMÁTICAS!

António Guterres
Secretário-geral das Nações Unidas





Apêndice B7

Apresentação referente à aula 10

Problema/Questão de Investigação

Como é que as plantas e os animais contribuem para que o CARBONO circule na natureza ?

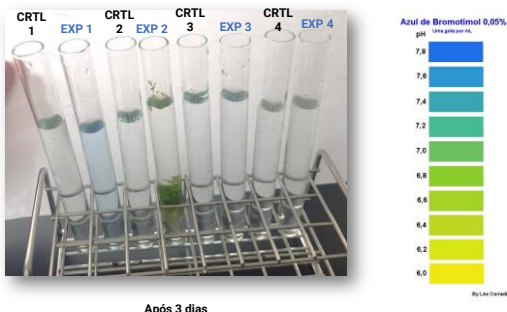
HIPÓTESE

As plantas utilizam na fotossíntese o CO₂ que os animais libertam na respiração.

RESULTADOS TOTAIS

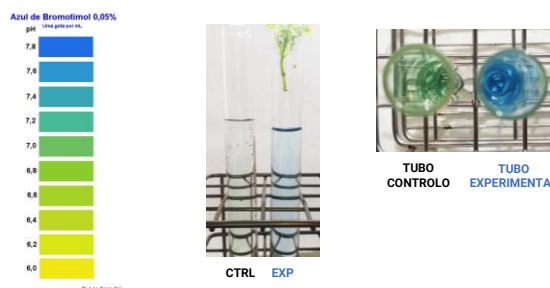
CRTL (grupo controlo):
Tubos onde não foi colocada planta aquática.

EXP (grupo experimental):
Tubos onde foi colocada a planta aquática.



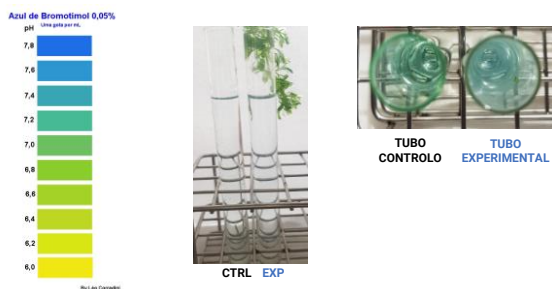
RESULTADOS POR GRUPO

Aluno A | Aluno B | Aluno C | Aluno D | Aluno E | Aluno F



RESULTADOS POR GRUPO

Aluno G | Aluno H | Aluno I | Aluno J



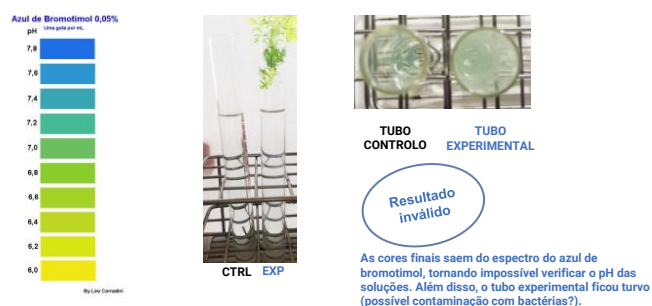
RESULTADOS POR GRUPO

Aluno K | Aluno L | Aluno M | Aluno N



RESULTADOS POR GRUPO

Aluno O | Aluno P | Aluno Q | Aluno R | Aluno S



QUESTÕES

1 A cor das soluções nos tubos de ensaio é diferente da cor da solução inicial (amarelada)? (a solução é composta por água, indicador de pH e CO₂ proveniente da respiração de um aluno)

- 2.1 Após 3 dias, tornaram-se mais ácidas, menos ácidas ou
- 2.2 mantiveram o pH inicial? Qual o pH aproximado da solução do tubo controlo e do tubo experimental?
- 3.1 Essa mudança de acidez (indicada pela cor) aconteceu de forma diferente para o tubo com planta e o tubo sem planta?
- 3.2 Porquê?

Hipótese

As plantas utilizam na fotossíntese o CO₂ que os animais libertam na respiração.

4 A nossa hipótese mostrou ser verdadeira ?

APÊNDICES C

**Materiais referentes às atividades desenvolvidas com os
alunos**

Apêndice C1

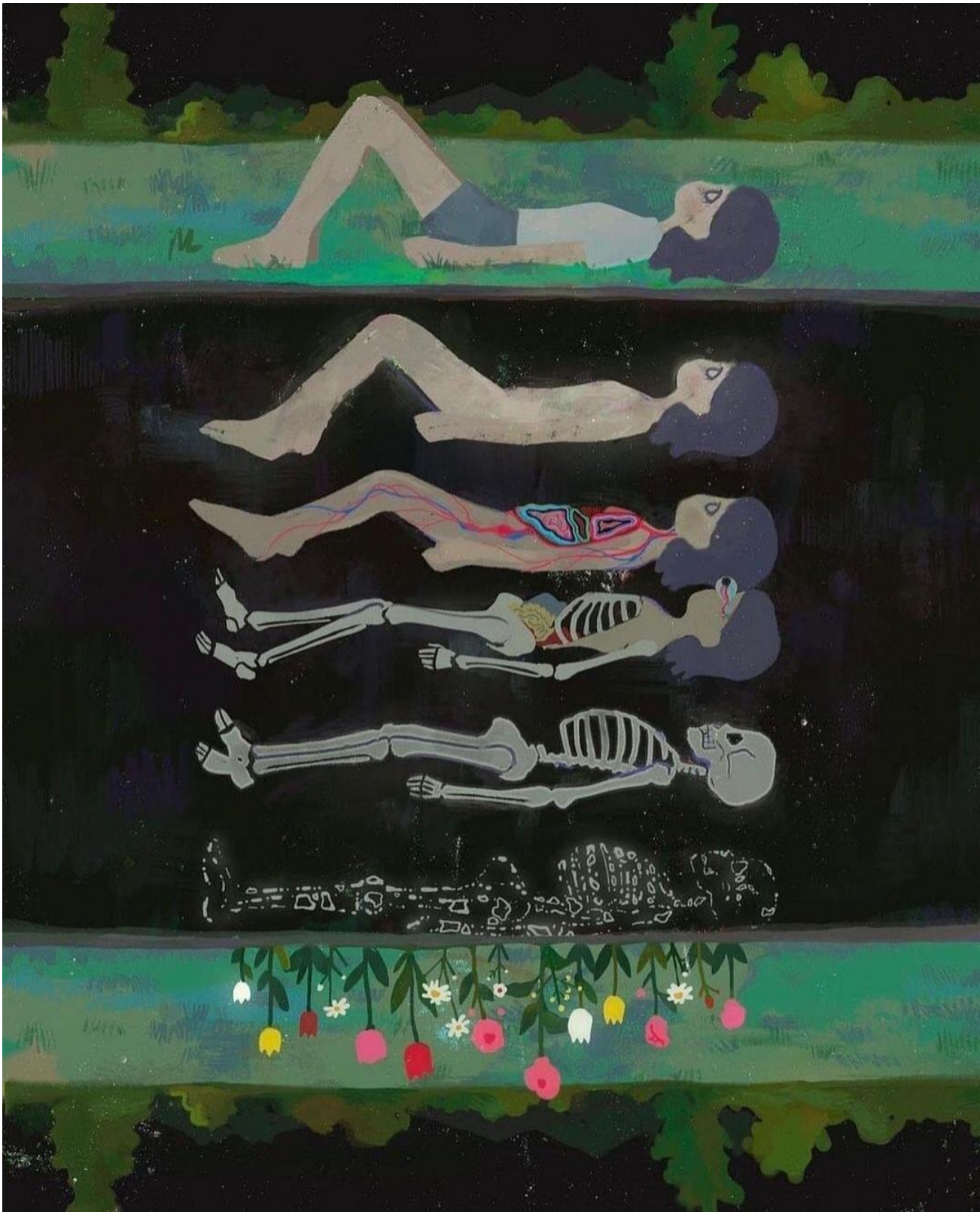
Tabela de impactos da ação humana – aula 2

Ações	Fitoplâncton	Mexilhões	Caranguejos	Gaivotas
Grande derrame de petróleo na zona costeira				
Derrame químico ocorre na zona costeira				
A poluição reduz a capacidade da luz penetrar nas camadas do oceano				
Grande concentração de lixo marinho				
Aumento da procura de caranguejos na gastronomia				
Aumento do consumo humano de mexilhão				
Introdução de um novo predador de moluscos na região				
Utilização de estratégias de conservação das fachadas dos edifícios leva ao afastamento dos predadores de topo				
Aumento da temperatura do oceano				
Quantidade de fitoplâncton diminui com o aumento da temperatura da água				
O aumento da taxa de degelo leva ao aumento do nível médio do mar				
Alterações nas correntes oceânicas dispersam o fitoplâncton				
Acidificação do oceano, devido a um aumento do dióxido de carbono na atmosfera				
Urbanização da zona costeira para construção de um passadiço pedonal				
Aumento intenso da poluição atmosférica na zona, devido à instalação, em simultâneo, de uma rodovia e de uma fábrica têxtil				
Diminuição da população de gaivotas por ingestão de alimentos indevidos e lixo				

Apêndice C2

Ilustração artística – aula 4

Ilustração “**Flower**”



Autor: “Mememe”, www.inprnt.com

Apêndice C3

Protocolo da atividade experimental – aula 7

PROTOCOLO

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A fotossíntese e a Respiração – Ciclo do Carbono e do Oxigênio

MATERIAL

- Gobelés (250 mL);
- Tubos de ensaio;
- Suporte para tubos de ensaio;
- Água da torneira;
- Azul de bromotimol;
- Planta aquática (*Limnophila sessiliflora*);
- Palhinhas;
- Etiquetas e canetas;
- Película aderente.

Prepara uma solução indicadora de pH com água de nascente e CO₂ da tua respiração

1. Enche um gobelé com 250 mL de água da torneira.
2. Coloca 10 gotas do indicador de pH azul de bromotimol na água e mexe um pouco. A água deverá tornar-se azulada.
3. Com uma palhinha, sopra **com cuidado** para dentro da água, fazendo borbulhar, durante 30 segundos. A água deverá tornar-se amarelada.

Prepara o tubo de ensaio experimental e o tubo de ensaio controlo

4. Enche 2 tubos de ensaio com a mesma quantidade da solução amarelada que preparaste previamente. **Não** enchas até ao topo.
5. Num desses tubos de ensaio, coloca um ramo de uma planta aquática. No outro não coloques nada.
6. Tapa a abertura dos 2 tubos de ensaio com película aderente.
7. Coloca etiquetas no suporte de tubos de ensaio, indicando o turno e o grupo.
8. Deixa os tubos de ensaio num local com boa luminosidade e espera 24 horas.

Apêndice C4

Notícia acerca da floração precoce das amendoeiras em Espanha – aula 10

As amendoeiras já estão a dar as boas-vindas à Primavera e isto não é uma boa notícia

Uma imagem de satélite mostra as amendoeiras em flor no Sul de Espanha, numa altura em que podem não ter polinizadores.

Ana La-Salette Silva

17 de Fevereiro de 2023, 17:55 – Jornal Público

Em Espanha, o **florescer** cor-de-rosa das amendoeiras costumava anunciar a chegada da Primavera. Hoje, esse florescer é mau sinal: estas plantas estão a dar flor ainda no inverno – **sem polinizadores**.

Uma imagem de satélite tirada domingo, dia 12 de fevereiro, partilhada pelo sistema europeu de satélites Copérnico (a missão da União Europeia para a observação da Terra) alerta para o florir prematuro das amendoeiras no Sul de Espanha. O fenómeno está a acontecer em Almogía.

Como ainda é inverno, o nascimento das flores não está sincronizado com a época de polinização de borboletas, besouros e, mais importante ainda, das abelhas.

Este desencontro entre flores e animais compromete, por um lado, a planta, que depende da polinização para se reproduzir e, por outro, os próprios animais, que perdem a fonte de alimento.

Naquele que é, a seguir aos Estados Unidos, o segundo maior exportador de amêndoa do mundo, uma colheita comprometida pode ter sérios impactos económicos.

O ano de 2022, que teve o verão mais quente de sempre em Espanha, foi o terceiro mais seco alguma vez registado no país. Espera-se que os países ligados ao Mar Mediterrâneo – **em que Portugal também se inclui** – sejam dos que mais rapidamente vão aquecer nos próximos anos.

Apêndice C5

Palavras obrigatórias e sugestões de inclusão – aula 10

ESQUEMA | CILCO DO CARBONO

PALAVRAS OBRIGATÓRIAS

(5)

Respiração
Fotossíntese
Decomposição
Excreção
Alimentação

SUGESTÕES

de inclusão para o esquema

Amendoeiras
Raposa (viva)
Javali (morto)
Bactérias

Cientistas que estudam as árvores lançam um forte aviso à humanidade

As árvores da Terra estão em perigo. Mas é pior do que se pensava. Um novo estudo verificou que perder algumas espécies não irá apenas colocar em risco algumas florestas; **irá ameaçar ecossistemas inteiros!**

Tessa Koumoundouros

11 de Setembro de 2022 – Website ScienceAlert

Em 2021, o mundo chocou-se ao descobrir que **1/3 de todas as espécies de árvores** estão atualmente em risco de extinção. São cerca de 17.500 espécies únicas de árvores que estão ameaçadas, o que é **mais do dobro** do número de todos os tetrápodes juntos (mamíferos, aves, anfíbios e répteis). Algumas árvores são tão raras que apenas resta 1 único indivíduo, como a palmeira nas Maurícias (*Hyophorbe amaricaulis*). A perda de uma única espécie pode causar um efeito dominó em tudo o que interage com a árvore.

Cada árvore é um pequeno mundo, repleta de diversas formas de vida unicelulares e multicelulares, incluindo outras plantas, fungos, bactérias e animais. A morte de uma árvore significa a morte de todo este pequeno mundo também. De facto, metade dos animais e plantas do mundo inteiro dependem dos habitats criados pelas árvores. “A perda de habitats significa frequentemente a perda de árvores”, refere o investigador Rivers. “Não há nenhuma forma de cuidar das outras criaturas, se não cuidarmos das árvores.”

Mas a perda de árvores não tem apenas impacto nas outras formas de vida...

As árvores estão interligadas com o solo, atmosfera e clima do planeta! Purificam o nosso ar, produzindo oxigénio, e fazem chover! Elas armazenam $\frac{3}{4}$ da água doce acessível da Terra e 50% do carbono. Se perdermos árvores suficientes, corremos o risco dos ciclos do carbono, da água e dos nutrientes do nosso planeta ficarem em desordem total.

“Mostrámos que diversas florestas armazenam mais carbono do que as monoculturas”, disse Rivers. “Isto é verdade para muitas funções ecológicas e não só para a captura de carbono. Por exemplo, as árvores fornecem habitat a animais, estabilizam o solo, tornam uma área mais resiliente a pragas e doenças, resistente a tempestades e condições meteorológicas adversas. Ao perder diversidade de árvores, também iremos perder diversidade em todos os organismos: aves, animais, fungos, microorganismos, insetos.”

Muito precisa de ser feito para combater isto, mas todos podemos fazer a nossa parte ao reconhecer a importância das árvores. Os autores do estudo sugerem que os líderes globais integrem as árvores melhor nas suas políticas sobre o clima e lhes proporcionem maior proteção. Todos devemos pensar nas árvores.

APÊNDICES D

Rubricas de avaliação

Apêndice D1

Rubrica de avaliação da Tarefa 1 “Texto interpretativo acerca de uma ilustração artística”

Rubrica de Avaliação

Texto interpretativo acerca de uma imagem artística

CrITÉRIOS	DESCRITORES
Correção do Texto	Frases bem construídas, com sentido.
Clareza e Organização	A informação é exposta de forma clara e organizada (uma ideia de cada vez, numa sequência lógica).
Correção Científica	<u>Escreve</u> , <u>aplica</u> e <u>relaciona</u> os conceitos científicos de forma correta, revelando compreensão total da matéria .
Adequação ao Contexto	Foca-se no fundamental, sem divagar com informações dispensáveis que não têm ligação com o contexto.
Completo	Inclui todos os conceitos obrigatórios.

Apêndice D2

Rubrica de avaliação da Tarefa 2 “Carta às Nações Unidas”

Rubrica de Avaliação – Carta às Nações Unidas.

CRITÉRIO	NÍVEL		
	Baixo	Médio	Alto
Correção do texto 10%	Maioritariamente frases mal construídas e sem sentido.	Apresenta frases, por vezes, mal construídas e/ou sem sentido.	Maioritariamente frases bem construídas e com sentido .
Clareza e Organização 10%	A informação é exposta de forma confusa e desorganizada, dificultando a leitura.	A informação é exposta no geral de forma organizada, mas, por vezes é confusa.	A informação é exposta de forma clara e organizada , facilitando a leitura (uma ideia de cada vez, numa sequência lógica).
Correção científica 40%	Tem muitas falhas na escrita, aplicação ou relação entre os conceitos científicos, revelando que não compreendeu a matéria.	Tem algumas falhas na escrita e na aplicação ou relação entre os conceitos científicos, mas revela compreensão geral da matéria.	Escreve, aplica e relaciona os conceitos científicos de forma correta, revelando compreensão total da matéria .
Introdução 10%	O aluno não se apresenta a si ou ao seu contexto e a razão da sua comunicação não fica clara.	Apresenta-se a si e ao seu contexto, mas a razão da sua comunicação não fica clara.	O aluno apresenta-se a si e ao seu contexto e expõe a razão da sua comunicação de forma clara .
Desenvolvimento 20%	A explicação da problemática e/ou da possível solução é confusa e superficial.	Explica a problemática e a possível solução de forma clara, mas nem sempre com o grau de profundidade suficiente.	Explica a problemática e a possível solução de forma clara , com o grau de profundidade suficiente para que haja compreensão de quem lê.
Conclusão 10%	Não sugere medidas, ou sugere medidas sem relação com os conteúdos da aula.	Sugere medidas relacionadas com os conteúdos da aula, mas inadequadas.	Sugere medidas adequadas , relacionadas com os conteúdos da aula.

Apêndice D3

Rubrica de avaliação da Tarefa 3 “As amendoeiras e o Ciclo do Carbono”

ESQUEMA

CRITÉRIO	NÍVEL		
	Baixo	Médio	Alto
Aspeto visual e Organização 10%	Esquema desorganizado e com apresentação descuidada.	Esquema falha na apresentação, mas está organizado de forma lógica.	Esquema com apresentação cuidada e bem organizado , facilitando a leitura.
Correção científica 30%	Tem muitas falhas na aplicação e relação entre os conceitos científicos, revelando que não compreendeu a matéria.	Tem algumas falhas na aplicação ou relação entre os conceitos científicos, mas revela compreensão geral da matéria.	Aplica e relaciona os conceitos científicos de forma correta, revelando compreensão total da matéria .
Completez 10%	Falta a maioria das expressões obrigatórias.	Aplica algumas expressões obrigatórias, mas não todas.	Aplica todas as expressões obrigatórias .

RESPOSTA À QUESTÃO

CRITÉRIO	NÍVEL		
	Baixo	Médio	Alto
Correção do texto 10%	Maioritariamente frases mal construídas e sem sentido.	Apresenta frases, por vezes, mal construídas e/ou sem sentido.	Maioritariamente frases bem construídas e com sentido .
Explicação 30%	Não apresenta uma razão válida relacionada com a ação humana.	Apresenta uma razão válida, mas não a relaciona corretamente com o ciclo do carbono ou explica as suas consequências de forma errada.	Apresenta uma razão válida (relacionada com a ação humana), relaciona-a com o ciclo do carbono e explica as consequências corretamente.
Clareza e Organização 10%	A informação é exposta de forma confusa e desorganizada, dificultando a leitura.	A informação é exposta geralmente de forma organizada, mas por vezes é confusa.	A informação é exposta de forma clara e organizada (uma ideia de cada vez, numa sequência lógica).

Apêndice D4

Rubrica de avaliação da Tarefa 4 “O Aviso das Árvores”

Rubrica de Avaliação – Análise de uma notícia acerca da perda de árvores.

Questão 2:

CRITÉRIO	NÍVEL		
	Baixo	Médio	Alto
Papel no Ciclo 5%	Não indica o papel <u>ou</u> indica um papel incorreto	Indica um papel correto, mas que não está indicada na notícia	Indica corretamente o papel indicado na notícia
Explicação da Importância 25%	Não explica <u>ou</u> explica a importância das árvores sem a relacionar com o ciclo da água	Explica porque são importantes as árvores no ciclo da água, mas com algumas incorreções ou de forma confusa	Explica porque são importantes as árvores no ciclo da água, de forma correta e clara
Consequência 10%	Não refere uma consequência <u>ou</u> refere uma que não advém da perda de árvores	Refere uma consequência negativa correta, mas a sua relação com o ciclo da água não fica clara	Refere uma consequência negativa correta e relacionada com o ciclo da água

Questão 3:

CRITÉRIO	NÍVEL		
	Baixo	Médio	Alto
Função nos Ciclos 10%	Não indica o papel das árvores <u>ou</u> indica com incorreções nos 2 ciclos	Indica corretamente o papel das árvores em apenas 1 ciclo	Indica corretamente o papel das árvores nos 2 ciclos
Explicação da Importância 30%	Não explica <u>ou</u> explica de forma errada para os 2 ciclos	Explica de forma correta e clara para apenas 1 ciclo <u>ou</u> explica corretamente para ambos os ciclos, mas de forma confusa	Explica porque são importantes as árvores no ciclo do carbono e no do oxigênio , de forma correta e clara
Consequência 10%	Não refere uma consequência <u>ou</u> refere uma que não advém da perda de árvores	Refere uma consequência negativa correta, mas a sua relação com o ciclo do carbono não fica clara	Refere uma consequência negativa correta e relacionada com o ciclo do carbono

Apêndice E

Teste de avaliação sumativo

TESTE 4 Versão 1

CIÊNCIAS NATURAIS
8.º ANO
TESTE DE AVALIAÇÃO

Classificação

Escola _____
Nome _____
N.º _____ Turma _____
Data ____ - ____ - ____
Prof. _____

Grupo I

As bactérias são a base da cadeia trófica dos ecossistemas das fontes hidrotermais. Algumas dessas bactérias vivem no interior de vermes e de mexilhões gigantes, fornecendo-lhes compostos orgânicos e beneficiando da sua proteção. Os vermes e os mexilhões, por sua vez, servem de alimento a caranguejos brancos.

1. Constrói, com base na informação fornecida, uma cadeia trófica com três níveis.

2. Completa o texto com uma das opções apresentadas entre parênteses.
Escreve a alínea que identifica cada espaço seguida da opção escolhida.

Entre as bactérias e os mexilhões gigantes estabelece-se uma relação biótica _____ a.) _____ (intraespecífica / interespecífica) de _____ b.) _____ (simbiose / comensalismo).

Entre os vermes gigantes e os caranguejos brancos existe uma relação de _____ c.) _____ (parasitismo / predação).

- a) _____
b) _____
c) _____

3. Classifica como verdadeira (V) ou como falsa (F) cada uma das afirmações seguintes.
Escreve o número da afirmação (de I. a VIII.) e a letra (V ou F) correspondente.

	AFIRMAÇÕES
I.	O carbono é transferido através da cadeia trófica sob a forma de compostos orgânicos.
II.	Os seres autotróficos fornecem dióxido de carbono aos outros seres da cadeia trófica.
III.	O carbono é repostado na atmosfera, sob a forma de dióxido de carbono, através da respiração dos seres vivos.
IV.	Os decompositores transformam matéria inorgânica em matéria orgânica.
V.	As algas são seres fotossintéticos, que utilizam a luz como fonte de energia.
VI.	Ao longo de uma cadeia trófica, a energia vai aumentando gradualmente.
VII.	O oxigénio é consumido por diversos seres vivos no processo de respiração celular.
VIII.	Durante a fotossíntese, liberta-se oxigénio para o meio.

Grupo II

Em 1957, na ilha do Faial, uma série de sismos antecedeu uma erupção vulcânica submarina, que ficou conhecida como vulcão dos Capelinhos. O contacto do magma com a água do mar provocou violentas explosões, que emitiram grande quantidade de cinzas impregnadas de cloreto de sódio marinho. As cinzas destruíram casas e culturas, como a de milho e a de tremoço.

Após a erupção do vulcão dos Capelinhos, uma das maiores preocupações governamentais passou a ser a recuperação das terras agrícolas.

Para determinar em que medida a percentagem de cinzas, no solo, influencia as culturas da ilha, semeou-se milho e tremoço em quatro amostras do mesmo solo misturado com diferentes percentagens de cinzas, 20%, 40%, 60% e 80%, recolhidas no mesmo local.

Posteriormente, determinou-se a percentagem de germinação das sementes em cada amostra.

Os resultados desta atividade experimental estão registados na Tabela 1.

Tabela 1 – Percentagem de germinação de sementes de milho e de tremoço em solos com diferentes percentagens de cinzas

		Percentagem de cinzas em cada amostra de solo (%)			
		20	40	60	80
Percentagem de sementes germinadas (%)	Milho	100	50	30	20
	Tremoço	100	10	0	0

Baseado em V. Forjaz, *Vulcão dos Capelinhos, Memórias 1957-2007*, Edição OVGA, Açores, 2007

1. Que hipótese que se pretendeu testar com esta atividade experimental?

- (A) A quantidade de cloreto de sódio no solo influencia o desenvolvimento das plantas de milho e de tremoço.
- (B) A percentagem de cinzas no solo influencia a germinação das sementes de milho e de tremoço.
- (C) Qual é a percentagem de cinzas no solo que as culturas de milho e de tremoço podem suportar?
- (D) Qual é a quantidade de cloreto de sódio no solo que as culturas de milho e de tremoço podem suportar?

2. Com base nos dados da Tabela 1, pode afirmar-se que

- (A) a cultura de tremoço será rentável em solos com uma percentagem de cinzas superior a 60%.
- (B) o aumento do teor de cinzas no solo é favorável à cultura de plantas de milho.
- (C) a cultura de milho será mais produtiva do que a de tremoço em solos com 20% de cinzas.
- (D) o aumento do teor de cinzas no solo prejudica mais a cultura de tremoço do que a de milho.

3. Explica em que medida os resultados obtidos permitem supor que o excesso de cloreto de sódio é prejudicial à germinação de sementes de milho e de tremoço.

Na tua resposta, deves ter em consideração a informação fornecida no texto e os resultados apresentados na Tabela 1.

Grupo III

A vida é um estado organizado de matéria cuja manutenção envolve custos energéticos. Os seres vivos obtêm a energia necessária para a vida através dos compostos orgânicos contidos nos alimentos. Devido a isso, na natureza estabelecem-se relações alimentares entre os seres vivos de um determinado ecossistema, que se podem representar sob a forma de uma teia alimentar, como a da figura 1.

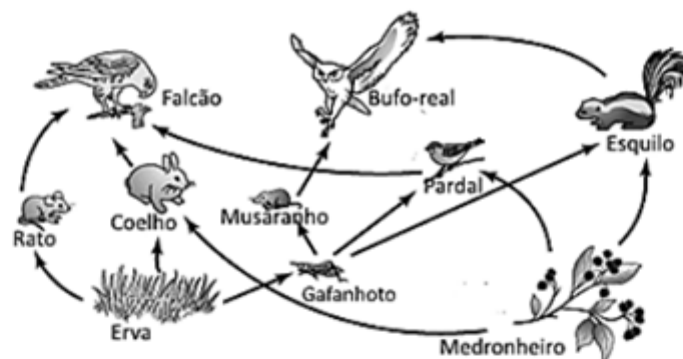


Figura 1

1. Completa o texto com uma das opções apresentadas entre parênteses. Escreve a alínea que identifica cada espaço seguida da opção escolhida.

A energia na teia alimentar da figura 1 é transferível de nível trófico para nível trófico, partindo sempre dos seres a) (produtores / decompositores), que convertem a energia do sol em b) (matéria inorgânica / matéria orgânica). Este movimento corresponde a um c) (ciclo/fluxo) unidirecional, pois a energia nunca regressa ao Sol, perdendo-se grande parte nessa transferência de nível trófico para nível trófico, por exemplo, sob a forma de calor. A matéria move-se em d) (ciclo/fluxo) na natureza, pois, regra geral, após a morte de qualquer ser vivo, acaba por regressar aos produtores.

2. Os seres vivos **autotróficos**...

- (A) São seres microscópicos.
- (B) Consomem oxigénio na fotossíntese.
- (C) São sempre produtores.
- (D) São sempre consumidores.

3. Os seres vivos **heterotróficos**...

- (A) Produzem o seu próprio alimento (matéria orgânica).
- (B) São animais, zooplâncton e fitoplâncton, por exemplo.
- (C) Obtêm alimento através da ingestão ou absorção da matéria orgânica de outros seres.
- (D) São sempre consumidores.

4. Classifica como verdadeira (V) ou como falsa (F) cada uma das afirmações seguintes. Escreve o número da afirmação (de I. a VII.) e a letra (V ou F) correspondente.

	AFIRMAÇÕES
I.	O rato ocupa o 2º nível trófico.
II.	Os decompositores não estão representados nesta teia alimentar.
III.	O bufo-real atua como consumidor quaternário.
IV.	Toda a energia presente no ecossistema entra na teia alimentar através da erva e do medronheiro, que captam a energia solar, armazenando-a em matéria orgânica.
V.	O musaranho serve de alimento ao gafanhoto.
VI.	O falcão, o bufo-real e o esquilo são predadores de topo.
VII.	Se o pardal desaparecesse, isso teria um impacto positivo na população de esquilos e musaranhos.

5. De entre as seguintes duas situações, A e B, escolhe aquela que, na tua opinião, teria uma maior probabilidade de fazer colapsar a teia alimentar da figura 1, **explicando porquê**.

Situação A: desaparecimento dos **predadores de topo** devido à caça.

Situação B: desaparecimento dos **produtores**, devido a um grave acidente com produtos tóxicos na região.

6. Dá dois exemplos de decompositores e explica a sua importância no equilíbrio dos ecossistemas.

Grupo IV

Diversas atividades do ser humano interferem com os ecossistemas e afetam as teias alimentares. A perda de habitats, a sobre-exploração de recursos, a poluição e as alterações climáticas são exemplos. Estes quatro impactes têm todos o potencial de causar a extinção de espécies, diminuindo a biodiversidade. Sobre este assunto, Portugal é o 4º país da Europa com mais espécies em vias de extinção.

1. Selecciona a opção correta.

(A) A agricultura intensiva tem como consequência o aumento da biodiversidade no local.

(B) Para além de destruir habitats, a desflorestação potencia o aquecimento global.

(C) A introdução de espécies exóticas tem impacto negativo em todas as populações de uma teia alimentar.

(D) A criação de áreas protegidas potencia a extinção de espécies.

2. Faz corresponder a cada número (de I. a IV.), todas as letras (de A a F) que se apliquem.



Impactes da ação humana	Medidas de Minimização do Impacte
I. Extinção de espécies	(A) Criar Leis protetoras, ou que incentivem boas práticas
II. Introdução de espécies exóticas	(B) Plantar árvores
III. Desflorestação	(C) Diminuir o consumo de espécies <u>sobre-exploradas</u> como o atum-rabilho
IV. Agricultura intensiva	(D) Reduzir, Reutilizar e Reciclar
	(E) Criar áreas protegidas
	(F) Privilegiar produtos locais, de época

FIM

	Grupo I			Grupo II			Grupo III						Grupo IV		
Questões	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	
Cotação	6	6	8	6	6	10	6	6	6	6	10	10	6	8	100

APÊNDICES F

Instrumentos de recolha de dados

Apêndice F1

Questionário aplicado em dois momentos (pré e pós intervenção)

Este questionário é totalmente **anónimo**. A tua colaboração é muito importante!

Obrigado 😊

Para responderes às questões, considera a seguinte escala

1	2	3	4	NS
Discordo totalmente	Discordo	Concordo	Concordo totalmente	Não Sei

	1	2	3	4	NS
Sei autoavaliar-me					
Acho difícil autoavaliar o meu trabalho					
Quando me autoavalio, normalmente sinto-me perdido					
Não sei o que é um bom trabalho					
Quando autoavalio o meu trabalho, defino critérios (como “estar correto”, “organizado”, “completo”...) e vejo se cumpro esses critérios					
Quando autoavalio, penso se o meu trabalho está bom ou não no geral					

	1	2	3	4	NS
Identifico facilmente os pontos fortes e fracos do meu trabalho					
Sei quando devo pedir ajuda ao professor					
Consigo comunicar exatamente onde preciso de ajuda					
Sou capaz de identificar o que tenho de aprender em cada tema/tarefa					
Considero-me capaz de criar e implementar estratégias para chegar às aprendizagens (estudar, ajuda do professor, procurar informação no livro/internet...)					
Sinto que não tenho muito controlo sobre a minha própria aprendizagem					

	1	2	3	4	NS
No geral, tenho confiança em mim próprio					
Tenho confiança que sou capaz de chegar às aprendizagens pretendidas					
Não me sinto capaz de cumprir os objetivos de aprendizagem					
Faça o que fizer, sei que não vou aprender bem					

	1	2	3	4	NS
Sinto-me motivado para aprender					
Sinto-me desmotivado porque acho que não tenho capacidades					
Acho que sou capaz, mas não me sinto motivado para trabalhar na mesma					
Não saber exatamente aquilo que tenho de aprender desmotiva-me					
Sinto-me mais motivado quando sei exatamente aquilo que tenho de aprender/saber					

Está quase! 😊

	1	2	3	4	NS
Se eu aprendo ou não, isso é responsabilidade do professor					
Sinto que há pouco que um aluno pode fazer para melhorar a sua aprendizagem					
Não me sinto responsável pela minha própria aprendizagem					
É o meu papel garantir que estou a aprender					
É minha responsabilidade tomar medidas quando estou com dificuldades					

	1	2	3	4	NS
Em geral, sou persistente no alcance dos meus objetivos					
Não descaso enquanto não percebo um conceito					
Se não percebo alguma coisa, não me preocupo muito e não faço nada					
Não sei o que fazer quando não percebo a matéria					
Quando não percebo a matéria, a única coisa que faço é tentar que o professor explique melhor					

Obrigado pela tua participação!

Apêndice F2

Questionário Final

Este questionário é totalmente **anónimo**. A tua colaboração é muito importante!
Obrigado ☺

Para responderes às questões fechadas, considera a seguinte escala

1	2	3	4	NS
Discordo totalmente	Discordo	Concordo	Concordo totalmente	Não Sei

O que gostaste **mais** acerca da heteroavaliação?

O que gostaste **menos** acerca da heteroavaliação?

Numa escala de 1 a 4... considero que a heteroavaliação

	1	2	3	4	NS
É injusta					
É útil					
Ajuda na aprendizagem					
É fidedigna / rigorosa (a avaliação que é feita corresponde à realidade; o avaliador utiliza critérios e descritores, os quais analisa com cuidado)					
É imparcial					
É difícil					

Numa escala de 1 a 4... considero que a avaliação feita por um professor

	1	2	3	4	NS
É injusta					
É útil					
Ajuda na aprendizagem					
É fidedigna / rigorosa (a avaliação que é feita corresponde à realidade; o avaliador utiliza critérios e descritores, os quais analisa com cuidado)					

	1	2	3	4	NS
É imparcial					
É difícil					

Numa escala de 1 a 4... a heteroavaliação torna-me / faz-me	1	2	3	4	NS
Mais independente / autónomo					
Ter mais controlo sobre a minha aprendizagem					
Mais capaz de identificar os meus pontos fortes e fracos, tanto gerais como específicos de cada trabalho					
Aprender mais e melhor					
Ter mais confiança em mim mesmo					
Ter mais motivação para aprender					
Ser mais crítico (não aceitar cegamente aquilo que leio ou que me dizem, procurando analisar e perceber o que está bem e o que está mal na informação)					
Capaz de autoavaliar melhor					
Capaz de fornecer <u>melhores</u> <i>feedbacks</i> , mais estruturados e mais úteis					
Mais responsável pela minha própria aprendizagem (a responsabilidade de aprender também é minha, porque posso melhorar a minha aprendizagem autonomamente, analisando o meu trabalho e verificando onde estou bem e onde preciso de melhorar, investindo aí os meus esforços)					
Mais responsável pela aprendizagem dos meus colegas (posso ajudá-los a aprender mais e melhor, logo tenho alguma responsabilidade nisso)					
Mais persistente em alcançar objetivos de aprendizagem (agora sei que posso fazer melhor do que na primeira tentativa, é questão de analisar bem o que fiz e voltar a tentar, por isso tento!)					

Estás quase no fim! 😊

Numa escala de 1 a 4... no processo de heteroavaliação, senti DIFICULDADE em	1	2	3	4	NS
Perceber os critérios e descritores					
Utilizar as rubricas de avaliação					
Expressar / transmitir o meu <i>feedback</i> ao colega					
Conseguir integrar o <i>feedback</i> do colega de forma a melhorar o meu trabalho					
Conseguir perceber, concretamente, o que está melhor e o que está pior no trabalho do colega					
Ter motivação para reformular o meu trabalho					

Se tiveres tido outra(s) dificuldade(s) que não está referida acima, indica-a na linha seguinte:

Numa escala de 1 a 4... no processo de heteroavaliação	1	2	3	4	NS
A nota que dei ao <i>feedback</i> dos meus colegas dependeu do facto de ser ou não amigo deles e/ou de não querer ser "antipático"					
A nota que dei ao <i>feedback</i> dos meus colegas dependeu da qualidade / utilidade desse <i>feedback</i>					
Quando melhorei o meu trabalho, reformulando-o, consegui essa melhoria maioritariamente por causa do <i>feedback</i> que recebi					
Melhorei o meu trabalho maioritariamente devido ao meu próprio esforço, sem grande contribuição do <i>feedback</i> dos colegas para essa melhoria					

Que diferenças há, para ti, entre a heteroavaliação e a avaliação feita por um professor?

Qual preferes? **Porquê?**

Avaliação feita por um professor Heteroavaliação

Porque _____

Muito obrigado pela tua ajuda! O teu contributo é precioso para o meu trabalho

Apêndice F3

Guião de entrevista

Guião de Entrevista

Primeiro, breve introdução a explicar ao aluno que todas as perguntas se destinam a averiguar o efeito que a heteroavaliação pode ter tido neles, e que, portanto, tudo é em comparação com antes de terem experimentado a heteroavaliação.

1. Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?
2. O que gostaste mais acerca da heteroavaliação? Porquê?
3. O que gostaste menos acerca da heteroavaliação? Porquê?
4. Quais foram as tuas maiores dificuldades na heteroavaliação? Porquê?
5. Que diferenças têm, para ti, a heteroavaliação e a avaliação do professor?
6. Qual preferes? Porquê?
7. Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas ao *feedback* dos teus colegas ou simplesmente devido ao teu próprio trabalho? Uma mistura das duas?
8. O que sentiste ao dar *feedback* aos teus colegas? Sentiste-te responsável pela aprendizagem deles, estavas empenhado em que melhorassem ou nem por isso? Indiferença/atenção da parte deles? Sentiste-te útil?
9. A forma como te autoavalias mudou? Se um professor te pedir para autoavaliar um trabalho teu, o que farias? Ou como o farias?
10. Consegues analisar melhor ou mais facilmente o que está bem e o que precisa de ser melhorado nos teus trabalhos e nos dos teus colegas? Achas que isso se tornou mais fácil para ti?
11. Senteste-te mais autónomo na aprendizagem? Tomas mais as rédeas da tua aprendizagem do que antes? És mais ativo e menos passivo em relação à tua aprendizagem?
12. Senteste-te mais motivado? Houve alguma melhoria na tua motivação para aprender? Porquê?
13. Mudaste a tua opinião, de alguma forma, em relação às tuas capacidades? Porquê?
14. Que capacidades achas que tens agora que antes não tinhas, ou tinhas, mas não tão boas como agora? **[Se sim]**
15. Senteste que a responsabilidade pela tua aprendizagem também é tua e não só do professor? Este sentimento mudou devido à heteroavaliação? Porquê?
16. Senteste-te mais confiante? Houve alguma melhoria na tua confiança na aprendizagem? Porquê?

Apêndice F4

Tabela completa da análise de conteúdo das entrevistas aos alunos

Domínio	Categoria	Subcategoria	Exemplos
Processo de heteroavaliação	Prática anterior	Estreantes na heteroavaliação (3)	“Não. [Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?]”
	Gostaram <u>mais</u>	Receber o <i>feedback</i> dos colegas (3)	“Gostei de vermos como é que os nossos colegas veem o nosso trabalho e ver como eles fariam para melhorar.” “(…) poder saber também qual é o ponto de vista deles sobre o meu trabalho, não só o ponto de vista do professor.”
	Gostaram <u>menos</u>	Menor rigor (2)	“(…) nem sempre a avaliação dos colegas é a mais acertada e às vezes pode estar ou melhor, a heteroavaliação não ser a minha nota real, ou estar pior.”
		Poder não ser útil (1)	“As heteroavaliações que não que ajudaram assim tanto, que eu não consegui perceber o que é que era para fazer para melhorar e que nem eles sabiam. [O que gostaste menos?]”
		Fornecer <i>feedback</i> (1)	“(…) não gosto muito de dar os conselhos aos meus colegas”
	Dificuldades	Analisar o trabalho dos colegas (1)	“Não conseguia encontrar o que estava mal num trabalho. Aconteceu-me uma vez só.”
		Avaliar alguns critérios (1)	“Alguns pontos, por exemplo, correção científica, às vezes tem mas falta uma coisinha ou outra e depois eu não sei se dou um 4 ou um 5...”
		Explicar as suas ideias aos colegas (1)	“(…) eu às vezes não sei muito bem como é que eu fiz, fiz da minha cabeça, mas não foi com uma estrutura (...) então, ter de estar a explicar (...) é um bocadinho complicado.”
	Aspetos sociais	Qualidade da heteroavaliação pode depender de aspetos sociais (2)	“(…) a de um professor (...) talvez fosse mais justa a nota, às vezes, (...) se uma pessoa não gostasse tanto de mim ou se gostasse mais de mim, se me modificasse um bocado a nota e eu não gostaria disso, gostava de ter a nota justa.” “(…) há uma hesitação, ou por ser amigo e não querer dizer mal (...) não querer criticar”
		Receção do <i>feedback</i> depende, mas é recebido com atenção pela maioria (3)	“Também senti atenção dos colegas que me calharam, sim.” “Depende também de quem foi, mas maioritariamente atenção, sim”
	Melhorias nos trabalhos	Devidas ao <i>feedback</i> dos colegas (2)	“Não. Foi dos colegas [Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas ao <i>feedback</i> dos teus colegas ou simplesmente devido ao teu trabalho autónomo de reformular?]” “Foi um pouco dos dois. Eu só decidi melhorar por causa do <i>feedback</i> dado”

		Devidas à análise dos trabalhos dos colegas (1)	“(…) por exemplo, vi ali um que há ali qualquer coisa que o meu não tem, eu ia falar com esse «ah, como é que tu estruturaste isto» (…), por isso sim, acho que acabou por ajudar.”
Preferência entre avaliações	Avaliação feita por um professor	Confiam mais/ é mais correta (3)	“Prefiro a avaliação do professor, porque é mais certa (…)” “Normalmente, eu acho que o professor tem uma avaliação mais correta, mais concreta.”
		É melhor para fins classificatórios (1)	“(…) eu acho que a de um professor, porque talvez fosse mais justa a nota (…)”
	Heteroavaliação	É melhor para fins formativos (1)	“Formativa, eu acho que prefiro a heteroavaliação. Só porque é mais intuitiva; intuitiva de aprender e de ouvir todos.”
	Complementaridade	Heteroavaliação e avaliação convencional complementam-se (3)	“Eu acho as duas importantes (…) acho que os trabalhos ficaram mais bem avaliados sendo avaliados tanto pelo professor como por outro colega que tem a mesma idade que nós, logo tem um pensamento parecido com o nosso.” “(…) acabam sempre por dizer qualquer coisa ali que ajuda ou que o professor não diz e que eles pensam…” “(…) gosto de ter o <i>feedback</i> dos colegas e do professor, não só o dos colegas, mas também não só o do professor (…) com o <i>feedback</i> (…) do professor fica 80%, com os colegas completa com 20%.”
Comparação entre <i>feedbacks</i>	Feedback dos colegas	Essencial para identificar pontos de melhoria (3)	“(…) se eles não dissessem o que é que estava errado eu não sabia que tinha de reformular.” “(…) se me dissessem o que é que faltava, os pontos que me faltava, depois eu fui mudar. Foi um bocado parte minha, porque eu decidi mudá-los, mas foi também, a maior parte, foi através da heteroavaliação, porque fez com que eu fosse lá fazê-lo.”
		Mais inteligível (1)	“É mais intuitivo.”
		Mais promotor de melhorias (2)	“(…) se for uma heteroavaliação (…) tens um <i>feedback</i> mais amplo, mais aberto, em que eles dizem-te mais o que melhorar e como é que eu posso fazer para melhorar o meu trabalho.” “(…) eu acho que esse <i>feedback</i> tem-me feito querer melhorar mais do que o <i>feedback</i> dos professores.”
		É benéfico o <i>feedback</i> oral (2)	“Sim, sim. Bastante, até. [Foi benéfico para ti treinares esse esforço de explicar as tuas ideias aos teus colegas?] “(…) ao dar-mos os conselhos às outras pessoas, acho que também nos estamos a dar conselhos a nós próprios”
		Incompleto (1)	“O <i>feedback</i> dos meus colegas (…) normalmente falta sempre alguma coisa”
		Menos honesto (1)	“(…) os colegas podem não ter tanta intimidade comigo ou não estar tão à vontade para dizer tudo o que pensam (…)”
	Feedback de um professor	Mais enriquecedor (1)	“(…) o professor acaba sempre por ter mais conhecimento, por isso acaba sempre por (…) dar conselhos que enriquecem mais o trabalho”

		Mais útil (1)	“Sim, mais útil, sim. [achas que o <i>feedback</i> do professor acaba por ser mais útil?]”
		Mais honesto (2)	“(…) acaba sempre por ser uma opinião mais sincera (...), acho que há sempre aquela hesitação [na heteroavaliação], sendo que pelo professor não há (...)”
Capacidades de autoavaliação	Grau de dificuldade	Maior facilidade (2)	“Sim, autoavaliar sim. [Achas que isso se tornou mais fácil para ti?]”
	Rigor	Maior rigor e utilização de critérios de avaliação (3)	<p>“Sim, mudou. Eu agora (...), se achava que o meu trabalho estava bom ia dizer “ah, acho que está bom porque, por exemplo, tem este aspeto”, portanto analisar melhor, dar uma autoavaliação mais...”</p> <p>“Eu acho que a maior é a capacidade de me autoavaliar mais rigorosamente. Não era muito... pronto, rigoroso, e agora é mais rigorosa.”</p> <p>“Sim, mudou bastante. Antigamente quando me queria autoavaliar, eu não utilizava os critérios que o professor deu naquela grelha e utilizava muito no geral, se estava bom, mau, muito bom...”</p>
Competências de DPA	Autoconfiança	Maior confiança em si próprio e nas suas capacidades (3)	<p>“Sim, porque ao fazer um bom trabalho dá mais confiança e dá mais motivação para fazer outros bons trabalhos. [Sentes-te mais confiante?]”</p> <p>“(…) ao fazer estes trabalhos e receber heteroavaliação (...) senti mais confiança, ou seja, sabia que conseguia fazer os trabalhos melhor”</p> <p>“(…) eu achava menos das minhas capacidades e agora percebi que os meus textos, ao fim mesmo do <i>feedback</i>, melhorei imenso (...); que conseguia melhor só que tinha de me esforçar mais logo na primeira vez.”</p>
	Autorregulação	Melhores capacidades analíticas (3)	<p>“(…) analisar melhor e descrever melhor os aspetos bons, os aspetos maus...”</p> <p>“(…) saber analisar (...), por exemplo, analisar um texto, saber também construir melhor um texto, saber estruturar melhor as bases”</p>
		Maior autonomia na implementação de estratégias (1)	“Melhorou (...), nas outras disciplinas, por exemplo, tenho mais dificuldade numa matéria, deixo mais tempo para essa matéria para conseguir perceber melhor. A outra que já sei melhor, dedico menos tempo.”
	Motivação	Maior motivação (3)	“Eu sinto-me mais motivado, porque percebi que sei... ou seja, sei que consigo fazer trabalhos melhores e sei que consigo fazer um bom trabalho”
		Sentimento pessoal de utilidade (3)	<p>“Dependendo do colega que estava a avaliar. Pessoas mais ambiciosas queriam melhorar o seu trabalho, senti-me mais útil e que elas queriam aprender com o que lhes estava a explicar, outras pessoas estavam mais relaxadas”</p> <p>“Sim, sim. [Sentiste-te útil?]”</p>

	Responsabilidade	Sentimento de responsabilidade e empenho pela melhoria dos colegas (3)	“(…) eu estava a fazer o máximo para que eles percebessem quais eram os pontos que eles tinham errado mais e que pudessem melhorar” “(…) sim esforcei-me para tentar ajudar para que percebesse e tentasse melhorar também o seu trabalho.”
	Resiliência	Maior persistência até atingir o resultado pretendido (2)	“(…) um trabalho daqueles, apresentações em <i>Powerpoint</i> para apresentar (…), eu acabo por exemplo de escrever um tópico, leio «ah, eu acho que consigo fazer melhor», revejo, melhora” “(…) olhar mais uma vez para aquilo que eu fiz. Ou seja, faço um trabalho e antes de entregar e achar que está bom, ler outra vez, perceber se está bem, se falta alguma coisa.”

Apêndice F5

Transcrições das entrevistas aos alunos

ENTREVISTAS AOS ALUNOS

21 abril 2023

Aluno entrevistado: Aluno 1

1. Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?

Não.

2. O que gostaste mais acerca da heteroavaliação?

Gostei de vermos como é que os nossos colegas veem o nosso trabalho e ver como eles fariam para melhorar. Coisas que, por exemplo, eu não via e que eles vissem alguma coisa que eu possa melhorar e também eu para eles.

3. O que gostaste menos acerca da heteroavaliação?

As heteroavaliações que não que ajudaram assim tanto, que eu não consegui perceber o que é que era para fazer para melhorar e que nem eles sabiam.

4. Porquê que algumas heteroavaliações não te ajudaram tanto? Consegues explicar melhor?

Eu tinha algumas dúvidas, só que essa pessoa não me conseguia também esclarecer muito bem.

5. Quais é que foram as tuas maiores dificuldades no processo de heteroavaliação?

Talvez eu também ter algumas dúvidas sobre o que o meu colega podia melhorar.

6. Ou seja, conseguires identificar, no trabalho do colega, aquilo que está melhor, o que está pior e, resumindo, como ajudar?

Sim.

7. E porque é que sentiste dificuldade nisso?

Não conseguia encontrar o que estava mal num trabalho. Aconteceu-me uma vez só.

8. Que diferenças têm, para ti, ser heteroavaliado e ser avaliado por um professor?

Normalmente, eu acho que o professor tem uma avaliação mais correta, mais concreta, só que acho importante ver a opinião dos meus colegas, dizer como é que eles acham que está o trabalho e depois o que é que o professor acha que está.

9. Então a maior diferença que tu notas é que a avaliação do professor é mais rigorosa?

Sim.

**10. Como é que comparas o valor do *feedback* dos colegas e o *feedback* do professor?
Valor/utilidade para ti.**

O *feedback* dos meus colegas não é assim tanto porque estamos todos a fazer um trabalho sobre o que nós achamos que sabemos, então o *feedback* de um colega é o que eles acham que pode melhorar, mas normalmente falta sempre alguma coisa, e o professor como sabe melhor a matéria, sabe tudo o que tem a melhorar.

11. Qual preferes? Heteroavaliação ou avaliação feita por um professor?

Prefiro a avaliação do professor, porque é mais certa, então sei melhor o que é que é preciso fazer.

12. Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas ao *feedback* dos teus colegas ou simplesmente devido ao teu trabalho autónomo de reformular?

Não. Foi dos colegas, porque se eles não dissessem o que é que estava errado eu não sabia que tinha de reformular.

13. O que sentiste ao dar *feedback* aos teus colegas?

Senti que os podia ajudar a melhorar o trabalho que tinham feito mas que não estava tão correto, então gostava de ajudar a poder melhorar o que eu sabia.

14. Sentiste-te responsável pela aprendizagem deles?

Sim, de certa forma, sim.

15. Estavas empenhado em que eles melhorassem? Ou nem por isso, era-te indiferente.

Sim. Não, queria que eles melhorassem também.

16. E o que é que sentiste da parte deles? Sentiste indiferença, sentiste atenção?

Também senti atenção dos colegas que me calharam, sim.

17. Sentiste-te útil a fazer a heteroavaliação?

Sim, acho que sim. Pelo menos os meus colegas melhoraram sempre, menos aquele da R porque eu não sabia o que dizer. De resto, acho que melhoraram, portanto, acho que sim.

18. A forma como te autoavalias mudou? Se um professor te pedir para autoavaliar um trabalho teu, o que farias? Ou como o farias? Isso mudou?

Se calhar antes não tinha... é importante ver as perspetivas dos outros colegas, porque podem alertar de alguma coisa que eu não tinha assim tanta atenção, então se calhar com essas perspetivas conseguia avaliar-me de outra forma.

19. Imagina uma situação em que não tens o *feedback* dos teus colegas. Vocês fizeram um trabalho e o professor, seja de que disciplina for, vai simplesmente pedir para autoavaliar o teu trabalho. A maneira como tu fazias esse processo antes mudou? Tu agora fazes alguma coisa de diferente quando te vais autoavaliar? Sentes mais facilidade? Mudou alguma coisa? O quê, se é que mudou?

Acho mais fácil, porque ao fazer estes trabalhos e receber heteroavaliação dos meus colegas e depois a avaliação final senti mais confiança, ou seja, sabia que conseguia fazer os trabalhos melhor assim, então sabia como autoavaliar o meu trabalho mais facilmente.

20. Ou seja, consegues analisar melhor, ou mais facilmente o que está bem e o que precisa de ser melhorado nos teus trabalhos e nos dos teus colegas?

Sim.

21. Achas que isso se tornou mais fácil para ti, então?

Sim, autoavaliar sim.

22. Sentes-te mais autónomo na aprendizagem? Tomas mais as rédeas da tua aprendizagem do que antes? És mais ativo e menos passivo no teu processo de aprendizagem?

Sim, porque antes eu... era tudo o que eu achava que fazia, agora com os colegas a dizerem o que pode estar bom e o que pode estar mal, posso, quando for a trabalhar, saber que falta sempre mais alguma coisa para fazer.

23. Depois deste processo todo de heteroavaliações, sentes-te um bocadinho mais autónomo nas outras disciplinas? Ou seja, sentes que consegues controlar melhor o teu processo de aprendizagem? Conseguires perceber “o que é que é suposto eu saber”, “onde é que eu estou bem, onde é que eu estou mal”, “onde é que eu vou colocar os meus esforços?”, direccionares mais o teu processo de aprendizagem. Achas que ganhaste capacidades deste tipo, ou não mudou grandemente?

Melhorou um bocado, porque, em todas as disciplinas há sempre alguma coisa que tenho mais dificuldades e dá para perceber nesses trabalhos que falta alguma coisa que tinha mais dificuldades, então nas outras disciplinas, por exemplo, tenho mais dificuldade numa matéria, deixo mais tempo para essa matéria e...

24. E antes não fazias isso?

Não. Fazia, por exemplo, tudo igual.

25. Sim. Podes continuar, dás mais tempo a essa matéria...

Dou mais tempo a essa matéria para conseguir perceber melhor. A outra que já sei melhor, dedico menos tempo.

26. Sentes-te mais motivado? Houve alguma melhoria na tua motivação para aprender, depois deste processo?

Eu sinto-me mais motivado, porque percebi que sei... ou seja, sei que consigo fazer trabalhos melhores e sei que consigo fazer um bom trabalho.

27. Mudaste a tua opinião, de alguma forma, em relação às tuas capacidades?

Sei que consigo sempre melhorar alguma coisa que não percebo isso quando faço e a heteroavaliação ajuda-me nisso. Ou seja, sei que posso sempre melhorar alguma coisa.

28. Ficaste com uma perceção das tuas capacidades superior...

Àquilo que tinha. [anui]

29. Que capacidades achas que tens agora que antes não tinhas, ou tinhas, mas não tão boas como agora? Consegues-me dar algum exemplo?

Talvez olhar mais uma vez para aquilo que eu fiz. Ou seja, faço um trabalho e antes de entregar e achar que está bom, ler outra vez, perceber se está bem, se falta alguma coisa.

30. Sentes que a responsabilidade pela tua aprendizagem também é tua e não só do professor?

Sim, é minha. Porque nas aulas, se não entendo alguma coisa, pergunto ao professor, mas não tenho aulas todos os dias e não posso perguntar quando eu quero, portanto, é responsabilidade minha estudar em casa e perceber melhor essa matéria que é para depois nos testes correr melhor.

31. E esse sentimento mudou devido à heteroavaliação ou já pensavas assim?

Não, já pensava assim.

32. Sentes-te mais confiante? Houve alguma melhoria na tua confiança na aprendizagem?

Sim, porque ao fazer um bom trabalho dá mais confiança e dá mais motivação para fazer outros bons trabalhos.

Aluno entrevistado: Aluno 2

1. Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?

Não, não tinha experimentado, foi a primeira vez.

2. O que gostaste mais acerca da heteroavaliação? Porquê?

O que eu gostei mais foi a atenção dada a um só trabalho por outro colega, acho que os trabalhos ficaram mais bem avaliados sendo avaliados tanto pelo professor como por outro colega que tem a mesma idade que nós, logo tem um pensamento parecido com o nosso.

3. Ou seja, o que gostaste foi de receber o *feedback* de colegas teus?

Sim.

4. O que gostaste menos acerca da heteroavaliação? Porquê?

O que gostei menos foi que nem sempre a avaliação dos colegas é a mais acertada e às vezes pode estar ou melhor, a heteroavaliação não ser a minha nota real, ou estar pior.

5. Sentes que depende muito de quem te calha?

Um bocado.

**6. Porquê que gostaste de receber a perspetiva dos outros colegas em relação ao teu trabalho?
Em que é que achas que isso enriquece?**

Eu acho que se aprende mais com várias opiniões diferentes, especialmente pessoas que estão nas mesmas aulas que eu e aprendem as mesmas coisas, logo às vezes se eu não percebo alguma coisa, depois eles vêm-me dizer o que é que eu preciso... enriquece um bocado.

7. Quais foram as tuas maiores dificuldades na heteroavaliação? Porquê?

Não diria que tive muitas dificuldades na heteroavaliação, mas, às vezes, seguir alguns pontos daquela grelha de avaliação que o professor nos deu.

8. Em que é que tiveste dificuldade em seguir as rubricas, especificamente?

Alguns pontos, por exemplo, correção científica, às vezes tem mas falta uma coisinha ou outra e depois eu não sei se dou um 4 ou um 5...

9. Então foi dificuldade em aplicar as rubricas, porque, às vezes, podia ser ambíguo se tem aquele critério, se não tem, se está no nível médio, se não está...

Exato.

10. Que diferenças têm, para ti, ser heteroavaliado e ser avaliado por um professor?

Eu acho que a maior diferença é o *feedback* recebido. Por exemplo, o professor diz a nota, mais aquilo que temos errado e explica logo o problema; eu acho que se for uma heteroavaliação, acho que tens um *feedback* mais amplo, mais aberto, em que eles dizem-te mais o que melhorar e como é que eu posso fazer para melhorar o meu trabalho.

11. Ou seja, achas o *feedback* dos teus colegas mais útil para reformular, melhorar e aperfeiçoar um trabalho?

É mais intuitivo.

12. Porquê? É uma questão de linguagem?

Por exemplo, esta heteroavaliação estava no papel mas as pessoas vinham falar connosco e discutíamos ideias sobre o trabalho, logo faziam-me proceder melhor.

13. Achas que houve vantagem em trocaram *feedback* de forma oral?

Sim.

14. Qual preferes e porquê? Heteroavaliação ou avaliação feita por um professor?

Eu acho as duas importantes, mas [o aluno perguntou “se fosse para contar para a nota?” e eu respondi, “Por exemplo.”] eu acho que a de um professor, porque talvez fosse mais justa a nota, às vezes, não sei, se uma pessoa não gostasse tanto de mim ou se gostasse mais de mim, se me modificasse um bocado a nota e eu não gostaria disso, gostava de ter a nota justa.

15. E se não fosse para a nota, se fosse só por uma questão formativa, uma questão de perceberes como é que está o teu trabalho?

Formativa, eu acho que prefiro a heteroavaliação. Só porque é mais intuitiva; intuitiva de aprender e de ouvir todos.

16. Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas ao *feedback* dos teus colegas ou simplesmente devido ao teu próprio trabalho autónomo de reformulação?

Foi um pouco dos dois. Eu só decidi melhorar por causa do *feedback* dado, se me dissessem o que é que faltava, os pontos que me faltava, depois eu fui mudar. Foi um bocado parte minha, porque eu decidi mudá-los, mas foi também, a maior parte, foi através da heteroavaliação, porque fez com que eu fosse lá fazê-lo.

17. A heteroavaliação pôs em evidência, fez saltar-te à vista o que é que é preciso melhorar, que tu à partida não irias ver?

Ya.

18. O que sentiste ao dar *feedback* aos teus colegas? Sentiste-te responsável pela aprendizagem deles, estavas empenhado em que melhorassem ou não?

Sinceramente sim, eu estava a fazer o máximo para que eles percebessem quais eram os pontos que eles tinham errado mais e que pudessem melhorar depois ao fim de lhes dar a minha avaliação.

19. E o que é que sentiste da parte deles? Sentiste indiferença, sentiste atenção, sentiste-te útil, não te sentiste útil...?

Dependendo do colega que estava a avaliar. Pessoas mais ambiciosas queriam melhorar o seu trabalho, senti-me mais útil e que elas queriam aprender com o que lhes estava a explicar, outras pessoas estavam mais relaxadas e estavam um bocado "Tudo bem".

20. Quando te calhou essas pessoas mais relaxadas, o que é que sentias? Em relação estar-te a esforçar para dar *feedback*?

Eu sentia-me útil por estar a fazê-lo, mas sentia-me um bocado frustrado por eles não estarem a melhorar com o *feedback*.

21. A forma como te autoavalias mudou? Se um professor te pedir para autoavaliar um trabalho teu, o que farias? Ou como o farias? Esse teu processo mudou?

Sim, mudou bastante. Antigamente quando me queria autoavaliar, eu não utilizava os critérios que o professor deu naquela grelha e utilizava muito no geral, se estava bom, mau, muito bom... com aqueles critérios dá para aprofundar mais, para ver, em cada ponto, o que é que me falta fazer e não falta fazer.

22. Imagina que numa disciplina qualquer, tens que te autoavaliar, mas o professor não vos deu critérios, não vos deu uma grelha como eu costumo dar. Quando vais autoavaliar esse trabalho, o que é que vais fazer?

Eu diria que ia adaptar os critérios àquela disciplina.

23. Ias tu procurar critérios para aquele trabalho estar bom?

Sim.

24. Com um trabalho teu à frente (pode ser um vídeo, um texto, uma ficha...) , achas-te agora mais capaz de olhar para lá e criar critérios, ou seja, pensar: “para isto estar bom, o que é que tem de ter? Deixa ver se eu tenho”, tu agora fazes isto? Ou achas mais fácil fazer isto?

Acho que é mais fácil fazer isso. Por exemplo, avaliando como eu estava a avaliar antes, não avaliava todos os pontos e era muito no geral, agora dá para avaliar mais os pontos, então a correção fica mais correta.

25. Achas que a tua autoavaliação ficou mais rigorosa?

Rigorosa. [Anui]

26. E é mais fácil para ti agora autoavaliar, não te sentes tão perdido?

Sim. Não.

27. Sentes-te mais autónomo na aprendizagem? Tomas mais as rédeas da tua aprendizagem do que antes? És mais ativo e menos passivo em relação à tua aprendizagem?

Não sei se mais ou se menos, eu acho que não mudou assim tanto. Eu já sou bastante autónomo a estudar e na aprendizagem... claro que os professores têm um papel importante também, para explicar a matéria, mas eu acho que a parte mais importante da aprendizagem é o que o aluno quer aprender. Se o aluno não quiser aprender, ele não aprende.

28. Sentes-te mais motivado? Houve alguma melhoria na tua motivação para aprender? Sim.

Devido ao *feedback* que me deram, eu acho que senti-me mais ambicioso para melhorar os meus trabalhos.

29. Porquê?

Porque gosto de ser o melhor [risos]. Porque quero melhorar o meu trabalho.

30. Achas que é porque agora tens uma melhor noção de que na verdade é possível melhorar, ou que consegues sempre melhorar?

Sim. Na altura enquanto estás a escrever o texto não se vê todos os pontos, mas depois esse *feedback* ajuda-nos imenso a perceber o que é que falta, para depois noutros textos melhorarmos, noutros trabalhos.

31. Agora, numa pergunta de desenvolvimento de um teste, por exemplo, depois deste processo todo, tens mais tendência a ir rever as tuas repostas, para ver o que é que está bem, o que é que está mal, o que é que pode ser melhorado, ou manténs a mesma forma?

Eu diria que sim, agora como tenho mais [impercetível] dos textos enquanto estou a fazer, ou seja, por cada vários tipo de frase eu vou vendo e antes de os começar também tenho planificado mais as respostas vendo os critérios que é suposto utilizar e ir utilizando, por parágrafos, cada critério que é preciso.

32. Mudaste a tua opinião, de alguma forma, em relação às tuas capacidades?

Eu diria que mudei a minha opinião, mas mudei a minha opinião para o bem. Eu acho que estava, eu achava menos das minhas capacidades e agora percebi que os meus textos, ao fim mesmo do *feedback*, melhorei imenso e que estava melhor; que conseguia melhor só que tinha de me esforçar mais logo na primeira vez.

33. Que capacidades achas que tens agora que antes não tinhas, ou tinhas, mas não tão boas como agora?

Eu acho que a maior é a capacidade de me autoavaliar mais rigorosamente. Não era muito... pronto, rigoroso, e agora é mais rigorosa.

34. Mais rigorosa, criteriosa, não é?

Sim, é mais crítica a mim próprio e facilita também a melhoria pessoal nos trabalhos.

35. Sentes que agora é um bocadinho mais fácil para ti melhorar, porque consegues analisar melhor também, é isso?

Sim. Eu acho que o *feedback* que me deram, não em termos do contexto da pergunta, mas o contexto do texto ser formulado, acho que tem-me ajudado imenso a ter o texto mais organizado e a pôr tópicos por tópicos por ordem.

36. Sentes que a responsabilidade pela tua aprendizagem também é tua e não só do professor? Este sentimento mudou devido à heteroavaliação, ou não?

Já tinha respondido mais ou menos a essa, mas acho que mudou um bocadinho, porque agora não temos sido avaliados pelo professor, quer dizer temos sido avaliados, mas recebi também o *feedback* das pessoas e eu acho que esse *feedback* tem-me feito querer melhorar mais do que o *feedback* dos professores.

37. Porquê? Que diferenças é que tu vês entre um *feedback* normalmente, em média, que um professor dá e o que tens recebido dos teus colegas?

Eu diria que sou bastante ambicioso e que se um professor consegue, não é que eu tenha de conseguir, mas eu gostava também de conseguir fazê-lo. Mas agora se um colega meu percebe o que é que eu estou a fazer mal, eu acho que também, enquanto estaria a fazer o texto, também devia percebê-lo; tenho as mesmas aulas, tenho os mesmos métodos para aprender.

38. Aumentou um bocadinho o teu sentido de exigência?

Eu acho que sim, eu acho que sim.

39. Sentes-te mais confiante? Houve alguma melhoria na tua confiança, na confiança que tens em relação à tua aprendizagem, confiança que consegues aprender? Porquê?

Eu acho que sim, porque gostei bastante da minha diferença de desempenho entre os trabalhos anteriores, respondidos pelo professor, do que estes trabalhos heteroavaliados. Fez a positiva, melhorei... querer mais porque... querer ter um melhor trabalho porque [imperceptível] avaliado por outra pessoa da minha idade.

40. Quando classificaste o *feedback* que os teus colegas te deram, o *feedback* que foste recebendo, como é que foi o teu critério para classificar? Classificaste tendo em conta mais o nível de amizade ou viste objectivamente se foi útil ou se não foi e foste sério e rigoroso, ou uma mistura das duas?

A avaliar o *feedback* eu diria que era a percepção do *feedback*, ou seja, a clareza, não acho que tinha muito a ver com amizades, acho que foi mesmo para ser justo... foi a clareza do *feedback* e se o *feedback* me ajudou a melhorar o trabalho. Se me ajudou é porque foi intuitivo.

Aluno entrevistado: Aluno 3

1. Já tinhas experimentado a heteroavaliação antes?

Não.

2. O que gostaste mais acerca da heteroavaliação? Porquê?

Meio que poder interagir com os meus colegas, poder saber também qual é o ponto de vista deles sobre o meu trabalho, não só o ponto de vista do professor, porque claro que o professor acaba sempre por saber mais que o aluno e, pronto, assim acho que neste caso sendo que somos nós alunos

que estamos mais ou menos no mesmo patamar o ponto de vista de cada um acerca do meu trabalho, ou do trabalho uns dos outros.

3. Achas que o *feedback* dos colegas enriqueceu o teu trabalho?

Sim, de certa forma. Do ponto de vista deles, da forma deles verem o meu trabalho, se calhar.

4. O que é que há de diferente entre o *feedback* que estas a receber dos teus colegas e o *feedback* que recebes do professor?

Eu acho que o professor acaba sempre por ser mais sincero, porque, por exemplo, os colegas podem não ter tanta intimidade comigo ou não estar tão à vontade para dizer tudo o que pensam, mas acho que acabam sempre por dizer qualquer coisa ali que ajuda ou que o professor não diz e que eles pensam... sendo que eles também estão na minha posição de fazer o trabalho, portanto, sim.

5. O que gostaste menos acerca da heteroavaliação?

Eu, por exemplo, não gosto muito de dar os conselhos aos meus colegas, porque eu às vezes não consigo muito bem fazê-lo porque, por exemplo, eu faço o meu trabalho, eu às vezes não sei muito bem como é que eu fiz, fiz da minha cabeça, mas não foi com uma estrutura, foi feito não com uma base... então, ter de estar a explicar mais ou menos “ah, tens de fazer mais assim, assim e assim”, acho que é um bocadinho complicado, mas acho que, com esforço, acabo por conseguir fazer isso, mas pronto, acho que foi só isso, porque eu acho que, de resto, foi...

6. Achas que foi benéfico para ti treinares esse esforço de explicar as tuas ideias aos teus colegas?

Sim, sim. Bastante, até.

7. Ajudou-te em quê, a compreender melhor?

Não sei, a tentar, se calhar, dar melhor os, por exemplo, ao dar-mos os conselhos às outras pessoas, acho que também nos estamos a dar conselhos a nós próprios, por exemplo, ao dizer “ah, tu deves fazer [impercetível]” e depois olho para o meu trabalho, “ah, se calhar eu também não fiz bem isso” e acabo por corrigir também o meu trabalho.

8. Quais foram as tuas maiores dificuldades na heteroavaliação? Mais alguma para além do ter de dar *feedback* aos colegas? Porquê?

Não, acho que não.

9. Que diferenças têm, para ti, seres heteroavaliada ou avaliada por um professor? O que é que, para ti, é diferente?

Eu acho que quando somos heteroavaliados, apesar de também ter algumas coisas boas, lá está, o ponto de vista que os meus colegas veem que é diferente da do professor, eu acho que a do professor, o professor acaba sempre por ter mais conhecimento, por isso acaba sempre por ajudar mais e acabar por dar conselhos que enriquecem mais o trabalho, por isso acho que, mais ou menos, é essa a diferença, é o termos mais conhecimento e poder ajudar mais a melhorar o meu trabalho.

10. Ou seja, achas que o *feedback* do professor acaba por ser um bocadinho mais rigoroso? Se calhar mais útil?

Sim, sim, e sincero. Sim, mais útil, sim.

11. No entanto, vês uma mais valia em receber *feedback* dos colegas?

Sim, mas, por exemplo, gosto de ter o *feedback* dos colegas e do professor, não só o dos colegas, mas também não só o do professor. Portanto, com o *feedback* dos colegas acaba sempre por... imagine, com o do professor fica 80%, com os colegas completa com 20%.

12. Achas que se complementam? Há algo no *feedback* dos colegas que é diferente do do professor, não consegues é explicar bem o que é, é isso?

É, exato, sim, sim, é isso, complementam-se. Não, não sei explicar bem, mas há ali qualquer coisa que acaba sempre por enriquecer mais o trabalho, mas, lá está, porque eles estão na mesma posição que eu, a fazer o trabalho.

13. Qual preferes? Ser heteroavaliada ou avaliada por um professor? Porquê?

Eu acho que é ser avaliada por um professor, porque, lá está, acaba sempre por ser uma opinião mais sincera e acaba sempre por ser mais útil, lá está, não só dos conhecimentos do professor, mas porque acaba sempre por, não tem aquele tipo de “ah, se calhar, ela vai ficar não sei quê por eu estar a dizer isto sobre o trabalho dela”, ou qualquer coisa, não é que eu ficasse, claro que eu não iria ficar, só que, pronto, acho que há sempre aquela hesitação, sendo que pelo professor não há, porque, pronto, é um professor e um aluno, acaba sempre por dar a sua opinião mais sincera.

14. Achas que as melhorias que tiveste nos teus trabalhos foram devidas principalmente ao *feedback* dos teus colegas ou foram mais devido ao teu próprio trabalho autónomo de reformular?

Eu acho que o *feedback* dos colegas, pelo menos do meu par, quando tinha alguma dúvida, se calhar não ia muito para lá, mas, por exemplo, eu via o trabalho dos meus colegas e, por exemplo, vi ali um que há ali qualquer coisa que o meu não tem, eu ia falar com esse “ah, como é que tu estruturaste isto” ou qualquer coisa ali, por isso sim, acho que acabou por ajudar. Qual é que era a pergunta, não me lembro [risos].

15. Conseguiste ver coisas que faltavam no teu trabalho, simplesmente só pelo facto de veres o trabalho dos teus colegas?

Sim, sim, é isso. Não é copiando o que está lá! Mas sim.

16. (Repito a pergunta 14)

Acho que foi mais eu própria. Acho que os *feedbacks*, lá está, não são assim tão sinceros, nunca acabam por ser totalmente, pronto, mas claro que ajudam, mas acho que foi mais autonomamente.

17. Porque é que achas que não foram assim tão sinceros, ou podem não ser tão sinceros os *feedbacks* dos colegas?

Lá está, há uma hesitação, ou por ser amigo e não querer dizer mal, não é dizer mal, claro, mas, pronto, não querer criticar, mesmo que seja pelo bom sentido ou pelo mau, acho que há sempre aquela, não há tanta... não é intimidade, mas não há o tão à vontade, se calhar, por exemplo, aliás, se calhar se fosse com uma pessoa mais próxima minha, talvez me conseguisse dizer, agora, por exemplo, quando é um colega, claro, amigos, até porque sou amiga dos meus colegas, mas acaba pro não ser totalmente sincero, não há ali...

18. Tu sentiste essa hesitação?

Eu a explicar para os outros não senti hesitação, mas sinto que talvez os outros, comigo, talvez tenham tido alguma hesitação, sim.

19. O que sentiste ao dar *feedback* aos teus colegas?

Não sei, mas senti que talvez tivesse algum potencial para tentar ajudar os outros a melhorar o seu trabalho ou... pronto, nesse tipo de aspeto.

20. Sentiste-te responsável pela aprendizagem deles, estavas empenhado em que melhorassem ou nem por isso?

Sim, sim, imagine, se sei que ele se calhar tem algumas dificuldades nalguns aspetos que eu não tenho, sim esforcei-me para tentar ajudar para que percebesse e tentasse melhorar também o seu trabalho.

21. E o que é que sentiste da parte deles? Sentiste indiferença, sentiste atenção?

Depende também de quem foi, mas maioritariamente atenção, sim porque acho que todos no fundo todos queriam melhorar o seu trabalho, ter também uma melhor nota e também melhorar a aprendizagem.

22. Sentiste-te útil?

Sim, sim.

23. A forma como te autoavalias mudou? Se um professor te pedir para autoavaliar um trabalho teu, o que farias? Ou como o farias?

Como assim?

24. Se a maneira como tu te autoavalias mudou.

Após a heteroavaliação? [respondo que sim] Acho que sim, acho que por acaso mudou, porque, lá está, vi os aspetos... não sei bem explicar, mas por acaso acho que mudou mesmo, porque também vi uma forma diferente de ver o meu trabalho; não é ver o meu trabalho, por exemplo ele diz-me “ah, mas tens ali qualquer coisa e eu também vejo dessa forma”, não, é mesmo da forma que eu vejo, sinto que acabei também por reparar em aspetos que não reparava antes, porque, por exemplo, em trabalhos anteriores tinham reparado naquele aspeto e eu, no outro trabalho, quando me estava a avaliar a mim mesma, reparei “ah! Este aspeto”.

25. Em termos de processo, quanto te pediam para autoavaliar, se calhar fazias uma coisa mais geral. Era isso?

Sim, sim. Se calhar antes sim.

26. E isso agora mudou, não mudou, como é que fazes agora, ou como é que farias agora?

Sim, mudou. Mudou. Eu agora, no caso, por exemplo, se achava que o meu trabalho estava bom ia dizer “ah, acho que está bom porque, por exemplo, tem este aspeto”, portanto analisar melhor, dar uma autoavaliação mais...

27. Mais rigorosa, mais criteriosa?

Isso! Exato, sim. Mais ana-, pronto, analisar melhor e descrever melhor os aspetos bons, os aspetos maus...

28. Sentes-te mais autónomo na aprendizagem? Tomas mais as rédeas da tua aprendizagem do que antes? Conduzes mais o teu próprio processo de aprendizagem, ou nem por isso.

Eu acho que sim, eu acho que sim, mas não devido à heteroavaliação. Acho que a comparar com, por exemplo, o ano passado ou até mesmo com o 1º período e agora o 2º período e o 3º acho que mudou, mas não sinto que foi especificamente devido à heteroavaliação.

29. Achas que foi da idade?

Sim, se calhar isso, se calhar de também crescer a esse nível, por exemplo de dar mais atenção, não ser tão... não sei explicar, mas...

30. Sentes-te mais motivada? Houve alguma melhoria na tua motivação para aprender, ou nem por isso?

Eu acho que houve, porque meio que assim as aulas feitas como estavam a ser meio que era mais um desafio, ora seja isso também ajuda sempre, dá mais motivação, não é só “ah, façam um trabalho, depois entreguem no fim da aula”, não, era meio que um desafio até porque depois nas aulas seguintes íamos tentar melhorar ou não sei quê, meio que era, não sei explicar, mas havia meio que um concurso, mas na forma de “tenho de me esforçar mesmo para o trabalho ficar mesmo bom”, porque é... não sei, mas eu via meio que um desafio.

31. Mudaste a tua opinião, de alguma forma, em relação às tuas capacidades?

Se calhar sim, se calhar reparei que talvez conseguia fazer coisas que pensava “ah, não, aí acho que não, acho que não”, mas, lá está, com a motivação acho que consegui perceber que afinal conseguia fazer essas coisas e com esforço.

32. Verdadeiro, ou falso: tu, se calhar, agora quando terminas uma resposta de desenvolvimento, ou um trabalho, um vídeo, uma apresentação... tu quando chegas ao fim, se calhar agora pensas: muito provavelmente eu tenho capacidade para fazer isto ainda melhor?

Sim, sim. Sim, se calhar sim.

33. E tentas melhorar?

Depende. Imagine, por exemplo, estamos a ter um teste, se calhar quando é muito rápido ou quando já não tenho tempo nenhum, escrevo isso, leio e penso “Podia ter melhorado. Ah, faltam 2 minutos, não vai dar”, mas pronto.

34. Mas se tivesses tempo se calhar ias melhorar?

Sim, aí sim. Se tivesse tempo, ou se fosse um trabalho daqueles, apresentações em *Powerpoint* para apresentar, aí sim eu acabo por exemplo de escrever um tópico, leio “ah, eu acho que consigo fazer melhor”, revejo, melhora, porque aí tenho tempo, lá está, estou a fazer em casa, estou a fazer com tempo, agora quando é nesse tipo de teste e não sei quê “ah, podia ter feito melhor, mas pronto olha, já foi, se calhar não está mau, podia estar melhor, mas pronto olha...”.

35. Que capacidades achas que tens agora que antes não tinhas, ou tinhas, mas não tão boas como agora?

Lá está, analisar, saber analisar, se calhar, treinei bastante isso, também com a quantidade de trabalhos que fizemos, por exemplo, analisar um texto, saber também construir melhor um texto, saber estruturar melhor as bases, portanto saber a estrutura melhor, por exemplo, se calhar primeiro é a introdução, depois o desenvolvimento, depois a conclusão, se calhar também consegui melhor aprofundar isso, esse tipo de coisas.

36. Sentes que a responsabilidade pela tua aprendizagem também é tua e não só do professor? Este sentimento mudou devido à heteroavaliação?

Eu por acaso não acho que seja mesmo do professor, claro que há sempre a responsabilidade, porque é o professor que nos ensina, não é? Portanto, tem sempre a responsabilidade, mas eu sinto que muito maioritariamente da responsabilidade é nossa sempre.

37. E agora sentes mais, ou não?

Acho que não. Eu sempre senti desde o início, desde sempre, desde que entrei na escola, a responsabilidade é minha, não é o professor que tem de estar sempre a puxar por mim, claro que isso ajuda, não é, mas se há professores que fazem isso, ainda bem, ajudam sempre, agora não é a responsabilidade deles. Claro que os professores, quando o fazem, são bons professores, gosto muito quando os professores fazem isso, mas, lá está, não vejo como uma responsabilidade dos professores.

38. Achas que escreves melhor agora, ou escreves um bocadinho melhor?

Em termos de quê, de português? **[respondo que sim]** Sim, acho que sim! Usar melhor um vocabulário, um vocabulário mais... adulto, se calhar, mais desenvolvido, não só palavras como vemos normalmente, mas acho que sim, acho que sim.

39. E foi só em relação ao vocabulário ou achas que consegues estruturar melhor um texto, pontuar melhor, ou não?

Pontuar se calhar não. Lá está, acho que é só mesmo a escrita, mas a estrutura acho que também sim, acho que, lá está, a introdução, desenvolvimento, a conclusão, saber melhor... os tópicos, juntar melhor os tópicos.

40. Ou seja, a prática de olhares para os critérios e aplicá-los, quase que entraram na tua cabeça e tu própria agora os aplicas, isso é verdade?

É isso, os critérios, lá está. Quando nos dava aquelas folhas com os critérios, ajudava sempre muito, porque, lá está, nós tínhamos meio que uma estrutura, agora, como nós o fizemos, como nós o treinámos, agora se calhar sem essa folha consigo muito mais facilmente fazer isso do que fazia antes. Porque, lá está, treinámos fazê-lo.

41. Nos trabalhos dos teus colegas, foste reparando em melhorias na escrita?

Eu por acaso sim, notei, quando eu lia por exemplo um trabalho, por exemplo, nos primeiros trabalhos que fizemos, sim notava-se que não eram frases muito, nem eu mesma se calhar dava tanta importância a isso, e sinto que os meus colegas também não. Por exemplo, agora no último trabalho também por acaso reparei, nos trabalhos que li, que estavam muito melhores, melhor estruturados, tudo isso... não é que eu tenha estado ali a reparar, não estou a dizer isto por sair da boca para fora, claro que eu não estive ali a ler “ah, este melhorou”, comparar, não, mas por acaso acho que sim, por acaso acho que melhoraram. Se calhar eu não dei importância aos que eu tinha lido antes, mas pelo menos os que eu li no fim, sinto que se calhar essas pessoas, pelo menos pessoas próximas de mim, nos trabalhos que costumava, fazer, não só nos trabalhos de ciências, mas se calhar não faziam tão bem estruturado, com tanta boa pontuação, vocabulário tão crescido, se calhar... eu notei melhorias neles, se calhar, nos meus amigos.

42. Sentes-te mais confiante? Houve alguma melhoria na tua confiança na aprendizagem? Porquê?

Eu acho que não, porque, se calhar, por exemplo, quando tinha uma boa nota, ou alguém dizia “ah, o teu trabalho estava bom, fizeste bem aquilo”, se calhar sim, ganhava alguma confiança e pensava “ah eu consigo”, ganhar confiança, por exemplo “Ah, se calhar eu consigo mesmo! Se calhar eu sou boa nisto”, mas acho que no geral não... se calhar isso aconteceu uma vez ou outra, mas também não sei bem responder a esta pergunta.

43. Se calhar precisavas que isto fosse uma prática mais recorrente, mais vezes, mais tempo, para no fim tirares alguma conclusão?

Sim. Sim.

44. Achas que foram poucas vezes?

Não, não acho que tenha sido poucas vezes, quer dizer, por exemplo o tempo também não foi muito, não é, foi o 2º período só, não foi? **[Respondo que foi uma parte]** Foi uma parte do 2º período, por isso acho que também... é assim, acho que foi muito bom, claro que era melhor se pudesse continuar, mas pronto, também não é possível, não é, não é só isto que se pode dar, até porque o ano é grande, mas também há muita coisa para dar, por isso também não há muito tempo para grandes coisas, mas sim acho que sim, recorrente, se fossemos recorrendo a isso, claro que sim, eu talvez chegasse ali “ah eu não preciso do papel, consigo fazer sozinha. Não preciso desta ajuda” e se calhar hoje claro que me sinto muito mais confiante se eu tiver a ajuda, sendo que eu acho que se eu fosse treinado, treinado, treinando, já dispensava essa ajuda, por exemplo o papel com os critérios.

Anexo I

Atividade “Cadeias Tróficas Aquáticas”

PAVILHÃO DO
CONHECIMENTO
CENTRO CIÊNCIA VIVA

JOGO: CADEIAS TRÓFICAS AQUÁTICAS



Jogo educativo



2º, 3º, 4º, 5º e 8º anos



Estudo do Meio; Ciências Naturais



Nível trófico | Cadeia alimentar | Teia alimentar | Impacto ambiental



Na Natureza, todos os animais dependem uns dos outros, relacionando-se de muitas maneiras. Neste jogo de blocos empilháveis encontramos uma forma divertida de explorar a relação entre os diferentes níveis tróficos das cadeias alimentares aquáticas e o impacto (benéfico e/ou prejudicial) do ser humano nas relações que se estabelecem entre organismos de diferentes espécies.

Enquadramento curricular	<ul style="list-style-type: none">• À descoberta do Ambiente Natural: os seres vivos do seu Ambiente• À descoberta do Ambiente Natural: os seres vivos do Ambiente próximo• À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade: qualidade do ambiente.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolver a capacidade de resolução de problemas e reconhecer processos científicos;• Utilizar processos simples para conhecimento da realidade;• Reconhecer seres vivos, as suas características externas e habitats onde vivem;• Adquirir noções de respeito pela vida e pela natureza;• Identificar problemas ligados ao meio ambiente e possíveis soluções;• Recolher dados sobre o modo de vida dos animais
Materiais	<ul style="list-style-type: none">• Cadeia trófica marinha (Anexo I);• 17 cartas de impactos ambientais (Anexo II);• Grelha de soluções (Anexo III);• 54 blocos empilháveis representando quatro níveis tróficos diferentes, em que:<ul style="list-style-type: none">○ 24 peças são cor-de-rosa (primeiro nível trófico – produtores)○ 15 peças são verdes (segundo nível trófico – consumidores primários)○ 9 peças são azuis escuras (terceiro nível trófico – consumidores secundários)○ 6 peças são azuis claras (quarto nível trófico – consumidores terciários)

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Todos os seres vivos alimentam-se e... servem de alimento para outros. Tal como no meio terrestre, também no meio aquático os organismos mais pequenos servem de alimento a outros sucessivamente maiores.

As relações entre os diferentes níveis tróficos designam-se de “cadeias tróficas” ou “cadeias alimentares”. Estas relações tróficas podem sofrer alterações quando são impactadas negativa ou positivamente, por fatores naturais ou antropogénicos. Isto é, se, por qualquer razão, existir menos disponibilidade de um tipo de alimento/organismo, quem

se alimenta deste poderá sofrer com essa escassez e ocorrer o colapso da população por insuficiência de recursos. Porém, a diminuição dos recursos alimentares poderá também observar-se como consequência do aumento da densidade de uma determinada população (que, por sua vez, pode ter proliferado em virtude de uma diminuição dos seus predadores).

Existe uma vasta interação entre espécies e organismos. Assim, os impactos sobre uma determinada população – no que respeita ao habitat, alimento, predadores, ... – refletem-se, igualmente, em todas as outras populações que dependem ou a suportam, direta ou indiretamente.

Esta atividade explora as consequências de diferentes impactos ambientais, naturais ou antropogénicos – derrame de petróleo, introdução de novos predadores na região, ... – em diferentes níveis tróficos aquáticos.

QUESTIONAR

- Como dependem os seres vivos uns dos outros?
- Numa relação trófica, por que razão os seres vivos mais pequenos afetam os maiores?
- Qual a diferença entre uma rede trófica e uma cadeia trófica?
- Qual o papel do ser humano na proteção das relações tróficas?

EXPLORAR

Preparação do jogo:

1. Colocar três peças **cor-de-rosa** juntas, lado a lado, na horizontal. Sobrepor outro conjunto de três peças, na horizontal, perpendicularmente às três primeiras. Continuar a sobrepor blocos **cor-de-rosa**, até as peças terminarem;
2. Sobre os blocos **cor-de-rosa**, sobrepor as peças **verdes** da mesma forma;
3. Sobre os blocos **verdes**, sobrepor as peças **azul-escuro** da mesma forma;
4. Sobre os blocos **azul-escuro**, sobrepor as peças **azul-claro** da mesma forma;
5. Distribuir as cartas de impactos ambientais com o texto voltado para baixo;
6. Ter em consideração a informação contante na grelha de soluções, para orientar a atividade.

Como jogar:

1. Questionar os alunos sobre o que é uma cadeia alimentar, pedindo exemplos;
2. Questionar os alunos sobre as ameaças que conhecem ao oceano e aos organismos que neles habitam;
3. Por último, questionar por que razão as pequenas mudanças afetam o oceano (*sendo o oceano tão vasto, como é que um animal como o albatroz é afetado por alterações na disponibilidade de fitoplâncton no oceano, por exemplo?*).
4. Pedir aos alunos que construam a torre de blocos conforme indicado na “Preparação do jogo”;
5. Explicar as regras do jogo e o que representa cada peça e cada carta;
6. Pedir ao primeiro jogador para escolher uma carta e ler o seu conteúdo em voz alta;
7. Seguidamente, o jogador deverá indicar qual o nível trófico diretamente afetado e remover uma peça da cor correspondente (*apenas essas peças podem ser removidas, não podendo as outras ser tocadas*);
8. Criar uma pilha de cartas usadas, assim como para os blocos já removidos da torre;
9. Cada um dos restantes jogadores deverá continuar o jogar, seguindo as instruções anteriormente referidas, até a torre cair (*a queda da torre representa o colapso da cadeia trófica*);
10. Discutir a ligação entre os diferentes organismos na cadeia trófica;
11. Pedir aos alunos que repitam a construção da torre, mas criando eles uma cadeia trófica, criando novas cartas de impactos antrópicos para essa cadeia.

EXPLICAR

Todos os seres vivos se alimentam uns dos outros. Estas relações predador-presa ocorrem entre organismos microscópicos até outros tão grandes como as baleias. Como em todas as relações tróficas terrestres, as aquáticas também se iniciam com a luz proveniente do Sol, que fornece energia aos seres vivos designados “produtores”. Estes organismos são fotossintéticos e servem de alimento para os “consumidores” (primários, secundários, terciários, ...) e decompositores. Quando as populações destes seres vivos de pequenas dimensões sofrem alterações na sua densidade, podem deixar de constituir uma fonte de alimento suficiente para os organismos que se alimentam destes. Numa verdadeira “reação em cadeia”, estes últimos acabam também por ser afetados.

Uma cadeia alimentar é uma sequência linear de organismos que servem de alimento a outros, onde a matéria (nutrientes) passa de um organismo para outro, circulando no ecossistema de forma cíclica, uma vez que no final desta cadeia encontram-se os decompositores que reciclam a matéria orgânica, transformando-a em inorgânica. Na natureza nada se perde, nada se gasta, tudo se transforma. A energia é aproveitada, mas apenas em parte. Cada ser vivo gasta energia para as suas atividades diárias e, como tal, por norma, as cadeias alimentares não têm muitos níveis tróficos. Geralmente estas não têm mais de quatro níveis, uma vez que a quantidade de energia desperdiçada entre cada nível é sucessivamente maior, como tal, os ganhos energéticos vão diminuindo ao longo da cadeia. Para os últimos elos da cadeia sobram parcelas cada vez menores de energia. Daí se falar em fluxo de energia, unidirecional, mas com perdas ao longo da cadeia.

Uma rede (ou teia) alimentar é uma interligação de várias cadeias alimentares, que se assemelha, com maior realismo, às relações de consumo (predador-presa) que ocorrem nos ecossistemas.

Com mudanças na temperatura do oceano, *upwelling*, acidificação e outros impactos, estas relações tróficas podem sofrer consequências que afetam os restantes animais. As ações antropogénicas influenciam estas relações entre os seres vivos. Estas ações podem ser diretas ou indiretas, positivas ou negativas. Por esta razão são necessários diversos estudos e avaliações antes de uma tomada de decisão, já que podemos provocar um desequilíbrio em todo o ecossistema.

SABER MAIS

Os alunos devem apresentar à turma as relações tróficas que construíram e discutir o sucedido, abordando qual foi a peça (espécie) de cada grupo que fez com que a torre caísse (colapso da relação trófica) e qual foi o motivo (impacto negativo) desse colapso.

É possível propor aos alunos um modelo mais ou menos exigente, consoante o seu nível escolar, propondo que a ação tenha, para além das consequências diretas, também indiretas (p.e. numa cadeia *Fitoplâncton* → *Mexilhões* → *Caranguejos* → *Gaivotas*, a “Urbanização da zona costeira para construção de um passadiço pedonal”, prejudica diretamente os mexilhões e os caranguejos, diminuindo as suas populações. Porém, indiretamente, também as gaivotas saem prejudicadas (pois têm menos alimento disponível), ao invés, o fitoplâncton irá aumentar, face à diminuição de predadores (mexilhões).



tipologia



nível de ensino




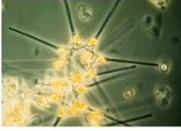


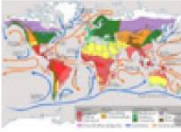

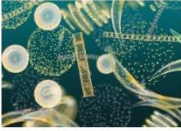









áreas disciplinares



áreas temáticas



duração

	<p>Grande derrame de petróleo</p>		<p>Tamanho do fitoplâncton diminui com o aumento da temperatura da água</p>
	<p>Derrame químico ocorre na zona costeira</p>		<p>O aumento da taxa dedegelo leva ao aumento do nível médio do mar</p>
	<p>A poluição reduz a capacidade da luz penetrar nas camadas do oceano</p>		<p>Alterações nas correntes oceânicas dispersam o fitoplâncton</p>
	<p>Grande concentração de lixo marinho</p>		<p>O aumento da pluviosidade diminui o fitoplâncton</p>
	<p>Aumento da procura de caranguejos na gastronomia</p>		<p>Acidificação do oceano, devido a um aumento do dióxido de carbono na atmosfera</p>
	<p>Aumento do consumo humano de mexilhão</p>		<p>Urbanização da zona costeira para construção de um passadiço pedonal</p>
	<p>Introdução de um novo predador de moluscos na região</p>		<p>Aumento da poluição através dos sistemas de drenagem (esgotos)</p>
	<p>Utilização de estratégias de conservação das fachadas dos edifícios leva ao afastamento dos predadores de topo</p>		<p>Diminuição da população de gaivotas por ingestão de alimentos indevidos e lixo</p>
	<p>Aumento da temperatura do oceano</p>		