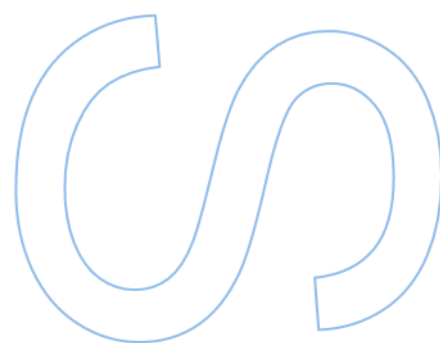
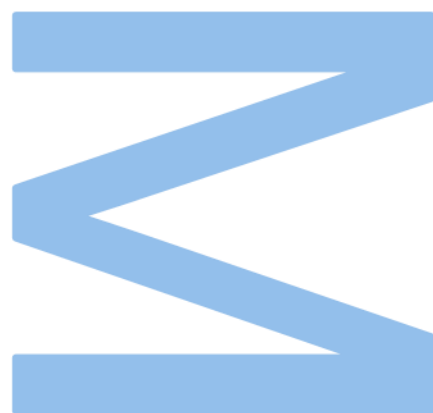




À escuta dos ecossistemas: A Investigação como estratégia de ensino no 8.º ano do Ensino Básico



Rute Costa Vidal

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino em Ciências
2023

Orientadora

Clara Vasconcelos, Professora Associada com Agregação,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

“O [objetivo] fundamental do educador é exatamente proporcionar condições para que o aluno queira aprender.”

Vitor Henrique Paro

Declaração de Honra

Eu, Rute Costa Vidal, inscrita no Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta Académica da U.Porto, que o conteúdo do presente relatório de estágio reflete as perspetivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega.

Ao entregar este relatório de estágio, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição.

Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências bibliográficas. Não são divulgados no presente relatório de estágio quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Rute Costa Vidal

Porto, 10 de julho de 2023

Agradecimentos

À orientadora Professora Doutora Clara Vasconcelos pela sua disponibilidade, aconselhamento e pelos desafios e oportunidades de desenvolvimento profissional proporcionados durante o Mestrado. Agradeço todo o seu contributo para a minha formação ao longo deste percurso.

Ao professor cooperante, pela confiança depositada em mim durante o estágio, pela partilha de conhecimentos, pela orientação durante a planificação das atividades pedagógicas e colaboração na sua dinamização. A sua curiosidade pelo mundo natural foi contagiante e a sua disposição para explorar oportunidades de inovação pedagógica ampliou os meus horizontes.

Aos professores do grupo 520 da escola cooperante, pelo companheirismo, pelos debates interessantes, pela partilha de ideias inovadoras e pelo entusiasmo que transmitem pelo ensino.

Aos meus alunos, agradeço terem partilhado um pouco do vosso mundo comigo! Obrigada pela vossa alegria, sinceridade e por tudo o que pude aprender convosco. Não vos esquecerei!

Às minhas colegas de mestrado, pela amizade, pelo apoio e entreaajuda ao longo deste percurso nem sempre fácil. Grata pelos momentos de convívio e boa disposição!

Aos meus pais, ao meu irmão João e ao meu namorado Lucas, obrigada por estarem sempre ao meu lado, por compreenderem as minhas ausências, por acreditarem em mim e serem, cada um individualmente, uma inspiração para mim. Adoro-vos!

Resumo

A transição para o século XXI trouxe um conjunto de mudanças na forma como as sociedades enfrentam desafios, muitos com alcance global, e que exigem dos cidadãos o domínio de um conjunto de competências específicas, nomeadas Competências para o Século XXI. Entre elas, incluem-se a colaboração, relacionada com a capacidade de desempenhar tarefas em conjunto, e o *insight* ambiental, que se refere à compreensão da interdependência dos subsistemas terrestres e dos seus processos, bem como da importância do equilíbrio dinâmico entre todos eles para a manutenção de condições na Terra compatíveis com a vida humana. O desenvolvimento destas competências nos alunos é essencial para que estejam aptos a responder às exigências do futuro.

A influência das atividades antrópicas na biosfera pode ser detetada por variações na biodiversidade. A monitorização da biodiversidade tem sido realizada através da bioacústica e das paisagens sonoras e reflete perturbações no equilíbrio dos ecossistemas. Neste plano de intervenção, os alunos realizaram atividades práticas em que avaliaram a perturbação de ecossistemas da sua região, no âmbito destas áreas de estudo.

Este trabalho de investigação-ação propõe-se a avaliar o desenvolvimento de colaboração e *insight* ambiental nos alunos do 8.º ano do Ensino Básico através da implementação da metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação (EOABI).

O EOABI é uma metodologia de aprendizagem ativa e centrada nos alunos, que os envolve em atividades que espelham o trabalho de investigadores, promovendo o desenvolvimento de pensamento crítico e de trabalho colaborativo.

O estudo foi conduzido no âmbito da Formação Inicial de Professores, numa escola do distrito do Porto, e contou com a participação de 48 alunos, selecionados por conveniência.

Os dados recolhidos através de grelhas de observação grupal, teste cognitivo colaborativo e mapas de conceitos individuais, foram analisados por estatística descritiva e análise de conteúdo.

Os resultados obtidos indicam que o EOABI foi eficaz na promoção de trabalho colaborativo e na aquisição de conhecimentos imprescindíveis ao desenvolvimento da competência de *insight* ambiental. Contudo, a avaliação individual indica um

desenvolvimento heterogéneo da competência de *insight* ambiental, em que alguns alunos evidenciam conhecimentos muito básicos e outros conhecimentos avançados.

Palavras-chave: investigação-ação, ensino orientado para a aprendizagem baseada na investigação, *insight* ambiental, trabalho colaborativo, interdisciplinaridade.

Abstract

The transition to the 21st century brought changes in the way societies face challenges, many with global reach, that require citizens to master a set of specific skills, the 21st Century Skills. These include collaboration, which relates to the ability to perform tasks together, and environmental insight, which refers to the understanding of the interdependence of Earth's subsystems and their processes, and the importance of maintaining a dynamic balance between them to ensure conditions on Earth that support human life. Acquiring these skills is crucial for students to effectively meet the challenges of the future.

The influence of human activities on the biosphere can be detected by variations in biodiversity. Biodiversity monitoring has been performed through bioacoustics and soundscapes and reflects disturbances in the ecosystem balance. In this intervention plan, students performed activities in which they evaluated the disturbance of ecosystems in their region, within the scope of these study areas.

This action-research aims to assess the development of environmental insight and collaboration, in 8th grade students, through Inquiry-Based Learning (IBL).

IBL is an active and student-centred learning methodology that engages students in activities that mirror the work of researchers, promoting the development of critical thinking and collaborative work.

The work was conducted during initial teacher training, in a school of Porto district, and included 48 students, selected by convenience.

Data collected through observation, testing and concept maps were examined using descriptive statistics and content analysis.

The results indicate that IBL was effective in promoting collaborative work and the acquisition of fundamental knowledge for the development of environmental insight skills, some showed basic knowledge while others were more advanced.

Keywords: action-research, inquiry-based learning, environmental insight, collaborative work, interdisciplinarity.

Índice

Lista de Quadros	ix
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviaturas	x
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação.....	1
1.2. Questões e objetivos da investigação	3
1.3. Organização do relatório de estágio	4
2. Contextualização curricular.....	5
2.1. Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação	5
2.1.1. EOABI e colaboração	7
2.1.2. EOABI e <i>insight</i> ambiental	8
2.2. O ensino da sustentabilidade na Terra e as tecnologias de conservação dos ecossistemas	9
3. Plano de Intervenção.....	12
3.1. Planificação	12
3.2. Caracterização das aulas	13
4. Metodologia de investigação.....	17
4.1. Investigação-ação.....	17
4.2. Amostra	20
4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	20
4.3.1. Grelhas de observação grupal.....	20
4.3.2. Teste cognitivo colaborativo	21
4.3.3. Mapa de conceitos individual	23
4.2. Validade e fidelidade do estudo	25
4.3. Questões de Ética	25
5. Resultados e discussão.....	26
5.1. Resultados e discussão relativos às grelhas de observação grupal.....	26

5.2.	Resultados e discussão relativos ao teste cognitivo colaborativo.....	28
5.3.	Resultados e discussão relativos aos mapas de conceitos individuais	32
5.4.	Cruzamento de resultados e discussão	39
6.	Conclusões.....	42
6.1.	Conclusões gerais	42
6.2.	Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações.....	43
6.3.	Contributo do estudo para o desenvolvimento profissional	45
	Referências	47
	Apêndices.....	52
	Apêndice I – Planificações do PI, global e individuais.....	53
	Apêndice II – PowerPoint “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”	62
	Apêndice III – Ficha de Trabalho Formativa “Serviços dos Ecossistemas”	69
	Apêndice IV – Mapa de conceitos inicial	70
	Apêndice V – Guia de exploração “ICM” – Parte I	72
	Apêndice VI – Guião de Exploração “ICM” – Parte II.....	74
	Apêndice VII – Ficha de Trabalho Formativa “Fragmentação e destruição de habitat”.	82
	Apêndice IX – Ficha de Trabalho Formativa “À escuta dos ecossistemas”.....	92
	Apêndice X – Tutorial <i>Audacity</i>	95
	Apêndice XI – PowerPoint “Tecnologia aplicada à conservação dos ecossistemas” - conclusão.....	98
	Apêndice XII – Teste cognitivo	103
	Apêndice XIII – Mapa de conceitos final.....	107
	Apêndice XIV – Grelha de Observações	110
	Apêndice XV - Assentimento Informado	111
	Apêndice XVI – Consentimento informado	112
	Apêndice XVII – Parecer da Comissão de Ética.....	113

Lista de Quadros

Quadro 1 - Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PI (continuação).....	3
Quadro 2 – Etapas principais do EOABI.	6
Quadro 3 - Descrição dos parâmetros a observar e respetiva referência bibliográfica.	21
Quadro 4 - Pontuação de mapas de conceitos segundo Novak & Gowin (1984).	24
Quadro 5 - Apreciação global e por domínios do teste cognitivo colaborativo (n=21). Frequência absoluta e relativa referente a cada nível de classificação.	28
Quadro 6 - Estatística descritiva referente ao teste cognitivo colaborativo.	29
Quadro 7 - Exemplos de respostas à questão 2.1. do teste cognitivo colaborativo.	31

Lista de Figuras

Figura 1 - A aplicação <i>Record the Earth</i> é um projeto na área das paisagens sonoras.	10
Figura 2 - Espectrograma de paisagem sonora na Guiana Francesa. O som é uma ferramenta muito útil para a determinação da biodiversidade de um ecossistema (Sueur & Krause, 2021, p. R1).	11
Figura 3 – Atividade em que os alunos utilizaram modelo didático para resolver ficha formativa e desenvolver a sua compreensão sobre biodiversidade e fragmentação de habitat.....	14
Figura 4 - A espiral da investigação-ação (Cardoso, 2014, p. 35).	18
Figura 5 - Resultados das grelhas de observação grupal (n=15) preenchidas por 2 observadores (O1 e O2), durante duas atividades práticas de EOABI. Frequência absoluta referente a cada nível de desempenho (N1, N2 e N3) para os vários parâmetros em estudo (Apêndice XIII).....	26
Figura 6 - Resultados globais do teste cognitivo (n=21). Frequência absoluta referente a cada nível de classificação.	28
Figura 7 - Resultados do teste cognitivo colaborativo (n=21). Frequência absoluta referente a cada nível de classificação para as questões que avaliam o <i>insight</i> ambiental.	30
Figura 8 – Distribuição das pontuações obtidas no mapa de conceitos individual (n=41), de acordo com sistema de avaliação de Novak & Gowin (1984).....	32
Figura 9 – Mapa de conceitos com pontuação máxima (94 pontos).....	33

Figura 10 – Desempenho dos alunos na elaboração do mapa de conceitos, de acordo com a avaliação por rúbrica. A rúbrica avalia quatro parâmetros: abrangência, organização, correção e ilustração.	35
Figura 11 – Comparação de dois mapas de conceitos, com 60 pontos (A) e 22 pontos (B). O mapa A é um dos destacados por obter uma pontuação superior à do mapa de referência (50 pontos). Contudo, avaliando a “Correção”, o mapa A foi classificado como “Suficiente” e o mapa B com “Bom”.	36
Figura 12 – Identificação de exemplos de elementos dos subsistemas terrestres. Em destaque, identifica-se uma conceção alternativa em que o aluno associa erradamente o conceito “árvores” a “Geosfera”. (Mapa de conceitos parcial.)	37
Figura 13 – Identificação de perturbações de origem antrópica nos ecossistemas. (Mapa de conceitos parcial.)	39
Figura 14 – Frequência dos níveis de desempenho nos mapas de conceitos.	40
Figura 15 – Aluno não fornece exemplos válidos de serviços dos ecossistemas após ter realizado teste em que o seu grupo classificou corretamente os exemplos de serviços fornecidos.	41
Figura 16 - <i>Merlin Bird ID</i>	44

Lista de Abreviaturas

EOABI	Ensino orientado para a aprendizagem baseada na investigação
ESE	<i>Earth system education</i>
IA	Investigação-ação
IPP	Introdução à prática profissional
PASEO	Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória
PES	Prática de ensino supervisionada
PI	Plano de intervenção

1. Introdução

O relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP) do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Decorre da implementação de um Plano de Intervenção (PI), no contexto da Prática de Ensino Supervisionada (PES), em alunos do 8.º ano de uma escola do distrito do Porto.

1.1. Contextualização da investigação

Nas últimas décadas, a sociedade sofreu grandes alterações. O mundo é cada vez mais uma “aldeia global”, em que a tecnologia encurta distâncias e possibilita a cooperação entre nações de diferentes geografias. Concomitantemente, a maior interdependência entre comunidades, por vezes, muito distantes e culturalmente distintas, conduz a desafios de magnitude global e de resolução frequentemente complexa. Desafios como as alterações climáticas ou a satisfação de uma sociedade cada vez mais sedenta de recursos são questões que deixaram de ser uma preocupação exclusivamente do foro ambiental e ganharam a atenção dos líderes mundiais pela gravidade dos potenciais impactos socioeconómicos (CBSE, 2020; Chu et al., 2017; Lamb et al., 2017; Vasconcelos & Orion, 2021).

A educação tem sido utilizada pelas diversas entidades governamentais para preparar os seus cidadãos para os desafios do futuro e para se adaptar aos novos objetivos coletivos, de modo a melhorar a qualidade de vida da sociedade em geral (Coombs, 1970). Assim, especial atenção tem vindo a ser dada às competências consideradas importantes para os cidadãos do século XXI. Entre elas, a colaboração é amplamente destacada por variados autores (Chu et al., 2017; Lamb, et al., 2017). É descrita por Dillenbourg e colaboradores (1996, como citado em Lai, 2011) como “o envolvimento mútuo de participantes num esforço coordenado para resolver um problema em conjunto”, ou “situação em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo em conjunto”. Ao contrário do trabalho cooperativo, em que os participantes realizam diferentes tarefas para alcançar um objetivo comum, o trabalho colaborativo pressupõe que os vários participantes realizem juntos a mesma tarefa (Lai, 2011).

A capacidade de compreender e resolver problemas de alcance global, através de trabalho colaborativo e num ambiente de mútuo respeito pelas diferenças culturais é também destacada pela *Partnership for 21st Century Learning*, que designa esta

competência por “consciência global” (do inglês, *global awareness*) (P21CL, 2019). Outras instituições, incluindo a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), têm nomeado esta competência sob designações diversas¹ e que abrangem tanto questões de cidadania como de sustentabilidade (Lamb et al., 2017). Na base deste posicionamento está a compreensão de que não só os povos do mundo vivem em estreita interdependência, como o próprio planeta Terra é um sistema complexo e autorregulado, em que a perturbação de um dos seus subsistemas tem efeitos nos restantes (Ribeiro & Orion, 2021; Vasconcelos & Orion, 2021). Os subsistemas terrestres, como a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera, trocam continuamente entre si matéria e energia, nomeadamente através de ciclos (bio)geoquímicos, contribuindo para o equilíbrio dinâmico global (Ribeiro & Orion, 2021). O ser humano, como parte integrante do subsistema biosfera e, por conseguinte, do sistema Terra, influencia este equilíbrio e é, simultaneamente, exposto às consequências da sua perturbação. Assim, a continuidade da nossa espécie depende da manutenção deste equilíbrio em condições compatíveis a vida humana (Ribeiro & Orion, 2021; Vasconcelos & Orion, 2021). É neste contexto que emerge a competência de *insight* ambiental, um conceito desenvolvido na área da *Earth System Education* (ESE), e que pressupõe a compreensão de que i) a Terra é composta por vários subsistemas interdependentes e que ii) o ser humano faz parte do sistema Terra e deve atuar de forma a manter o seu equilíbrio dinâmico (Vasconcelos & Orion, 2021).

Tendo esse objetivo em vista, o PI foi planeado com base numa metodologia de ensino orientado para a aprendizagem baseada em investigação (EOABI). O EOABI é apontado como metodologia que naturalmente potencia o contacto dos alunos com o mundo real e os incita a questionar, explorar e pensar criticamente, bem como a partilhar os seus conhecimentos e a debatê-los em comunidade (Harlen, 2013; Ribeiro & Orion, 2021). Esta aprendizagem participativa e centrada no aluno promove o desenvolvimento de aprendizagens significativas, ou seja, de conhecimentos a que os alunos são capazes de atribuir um sentido (Ribeiro & Orion, 2021). Alinha-se com a abordagem ESE, que se preocupa com o desenvolvimento do *insight* ambiental de forma contextualizada e baseada numa perspetiva construtivista (Ribeiro & Orion, 2021). O

¹ De acordo com Lamb e colaboradores (2017), várias instituições destacam a relevância da competência *global awareness*, através de designações diversas: “*responsability for the environment, well-being, and sustainable future*” (OECD, 2015), “*global citizenship and sustainability*” (Council of Ontario Directors of Education, 2007), “*cultural and global citizenship*” (Government of Alberta, 2010), “*participation and building a sustainable future*” (Finnish National Board of Education, 2016).

EOABI fomenta ainda o trabalho colaborativo, já que pressupõe a realização de atividades práticas em que os alunos trabalham em grupo.

1.2. Questões e objetivos da investigação

O PI elaborado explorou a temática “Perturbações nos Ecossistemas”, através de EOABI, e foi direcionado aos alunos do 8.º ano de escolaridade, de acordo com as aprendizagens essenciais da disciplina. Neste estudo pretendem-se explorar as seguintes questões investigativas:

Qual o contributo do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação para o desenvolvimento das competências para o século XXI:

- colaboração?
- *insight* ambiental?

Em alinhamento com as questões de investigação propostas, definiram-se os objetivos orientadores do Plano de Intervenção Pedagógica (Quadro 1).

Objetivos conceptuais	OC1. Desenvolver e sistematizar o conhecimento dos alunos relativamente aos serviços dos ecossistemas. OC2. Dar a conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. OC3. Promover a aprendizagem de causas e consequências de perturbações no equilíbrio dos ecossistemas. OC4. Facilitar a compreensão da aplicação de tecnologias na conservação dos ecossistemas e da sua biodiversidade.
Objetivos pedagógicos	OP1. Desenvolver o <i>insight</i> ambiental dos alunos. OP2. Facilitar o trabalho colaborativo. OP3. Promover o raciocínio científico pela implementação do EOABI. OP4. Fomentar a transdisciplinaridade, através da integração de conhecimentos de físico-química do domínio do “Som”.
Objetivos profissionais	OPr1. Aprimorar competências na implementação de metodologias de ensino-aprendizagem centradas no aluno. OPr2. Impulsionar a formação holística dos alunos. OPr3. Alargar e aplicar competências no âmbito da Investigação em Educação.

Quadro 1 - Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PI.

Dada a natureza da investigação este estudo constitui também uma oportunidade para a reflexão crítica e melhoria da prática pedagógica da professora-investigadora.

1.3. Organização do relatório de estágio

Este documento encontra-se organizado em seis capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma introdução em que se apresenta o enquadramento científico e didático do estudo, os seus objetivos e questões de investigação.

No segundo capítulo, é abordada metodologia de ensino-aprendizagem implementada no PI, o Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação, bem como o contexto curricular em que as atividades pedagógicas se inseriram, a Sustentabilidade na Terra.

O terceiro capítulo refere-se ao Plano de Intervenção, esclarecendo a organização das atividades desenvolvidas e apresentando as planificações global e individuais das aulas. Inclui, ainda, a descrição da prática pedagógica durante a implementação do PI.

No quarto capítulo, são descritos a metodologia de investigação-ação e os instrumentos de recolha de dados aplicados neste estudo. É feita a caracterização da amostra e faz-se referência à validade e fidelidade do estudo, assim como às questões de ética.

O quinto capítulo apresenta os resultados decorrentes da análise dos dados recolhidos e é feita a sua discussão.

Finalmente, no sexto capítulo são apresentadas as principais conclusões do estudo, identificadas as suas limitações e sugeridas novas linhas de investigação. É, ainda, feita uma reflexão sobre o desenvolvimento profissional da professora-investigadora em consequência do desenvolvimento do PI e da produção deste relatório.

2. Contextualização curricular

2.1. Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação

Para acompanhar o avanço científico e tecnológico, é imprescindível que o cidadão comum tenha a capacidade de tomar decisões bem fundamentadas, sustentadas por evidências que ele deve ser capaz de analisar de forma crítica e interpretar adequadamente. (NRC, 2000). Assim, além de um conhecimento científico abrangente, é importante que os cidadãos aprendam a questionar esse conhecimento e compreender a forma como é construído (NRC, 2000).

O Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação (EOABI) propõe-se a trabalhar com os alunos competências que lhes permitam desenvolver raciocínios lógicos e independentes que sejam úteis na resposta aos desafios quotidianos ou mesmo prepararem-se para uma carreira profissional na área da investigação científica (DeBoer, 2006; NRC, 2000).

Esta abordagem ao ensino das Ciências apenas começou a ganhar relevância no século XX, impulsionada pelos trabalhos de pedagogos e psicólogos como Dewey, Bruner e Piaget, que enfatizavam a importância do envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem (DeBoer, 2006; Harlen, 2013; NRC, 2000). Opondo-se ao ensino predominantemente transmissivo e centrado no professor que havia vigorado até então, as metodologias de aprendizagem ativas reconhecem o papel do aluno enquanto construtor do seu conhecimento, colocando-o no centro do processo ensino-aprendizagem. Em alinhamento com as teorias de aprendizagem então emergentes – cognitivismo e, mais tarde, construtivismo – o aluno deixou de ser considerado um recetáculo de saberes, mas alguém cujas experiências e ideias individuais eram determinantes para a construção das aprendizagens (Harlen, 2013; Moreno, 2010; NRC, 2000).

A curiosidade inerente ao ser humano instiga-o, desde a infância, a explorar a sua envolvência. Perante situações desconhecidas, observamos, analisamos, comparamos com o que já conhecemos e procuramos atribuir significados ou antever possíveis consequências. À medida que interagimos com o meio envolvente, refletimos sobre essas experiências e validamos, corrigimos ou desenvolvemos os conhecimentos anteriormente contruídos. Podemos considerar que investigar faz parte da natureza

humana (Ergül, 2011; NRC, 2000). Se o saber científico da Humanidade evolui através da investigação então também os alunos devem servir-se dela para aprender ciência. A investigação como metodologia de ensino-aprendizagem, tira vantagem da curiosidade humana, para potenciar o desenvolvimento de competências investigativas e de literacia científica. Para isso, a investigação deve ser realizada de forma contextualizada, partindo dos conhecimentos já dominados pelos alunos e explorando temas que eles considerem significativos (Dobber et al., 2017; NRC, 2000). Através da realização de trabalhos práticos, os alunos colaboram em atividades investigativas, desenvolvendo a sua compreensão sobre conteúdos e os processos científicos e sobre a natureza da ciência (Dobber et al., 2017; NRC, 2000).

O EOABI pretende espelhar em sala de aula o processo adotado por investigadores, proporcionando aos alunos oportunidades para trabalhar na resolução de problemas e desenvolver o pensamento crítico e competências investigativas como i) identificar problemas, ii) formular questões e hipóteses, iii) planejar e realizar experiências, iv) recolher e analisar dados, v) apresentar dados e vi) tirar conclusões (Arends, 2012; Pedaste et al, 2015).

De acordo com Pedaste e colaboradores (2015), o EOABI pode ser estruturado em cinco etapas principais, abaixo definidas, cuja ordem não é necessariamente linear.

Orientação	Conquista da atenção dos alunos, elucidação do processo investigativo e introdução de uma questão ou problema que estimule a curiosidade e interesse dos alunos.
Conceptualização	Geração de questões e de hipóteses a testar pelos alunos com base no problema apresentado.
Investigação	Planeamento e execução da atividade experimental ou de exploração, e recolha e interpretação de dados.
Conclusão	Formulação explicações para o problema.
Discussão	Reflexão e debate sobre a investigação e comunicação das conclusões.

Quadro 2 – Etapas principais do EOABI.

No EOABI, o professor assume a função de facilitador, estruturando as aprendizagens e auxiliando o aluno a aprender a aprender, de forma autónoma e autorregulada, contribuindo para a evolução da sua capacidade de aprender ao longo da vida.

A aplicação desta metodologia promove o desenvolvimento holístico dos alunos, trabalhando competências de comunicação, de pensamento crítico e criativo, de relacionamento interpessoal, de desenvolvimento pessoal e autonomia, de raciocínio e resolução de problemas, além de saber científico. Deste modo, alinha-se com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), que preconiza valores como a liberdade, a participação ativa na sociedade e o fomento da curiosidade e capacidade de reflexão fundamentada, independente e responsável, com respeito pela diversidade humana (DGE, 2017).

2.1.1. EOABI e colaboração

O EOABI tem como principal estratégia pedagógica a realização, colaborativa, de trabalhos práticos. De modo lato, o trabalho prático é qualquer atividade em que os alunos estejam ativamente envolvidos. Embora frequentemente associado a trabalho de campo, trabalho laboratorial ou trabalho experimental, o trabalho prático inclui – mas não se limita – a este tipo de atividade, podendo compreender a realização de pesquisas ou a resolução de problemas (Dourado, 2001). Estas atividades são realizadas em grupo, o que nutre competências colaborativas entre pares e estimula a reflexão que o confronto de ideias gera (NRC, 2000). De acordo com a teoria da aprendizagem socio-construtivista, baseada no trabalho de Vygotsky, a partilha das perspetivas individuais entre alunos permite-lhes construir aprendizagens que isoladamente não seriam capazes (Moreno, 2010). A discussão tem um efeito catalisador no processo de aprendizagem. Para expressar as suas ideias aos colegas, o aluno precisa de saber organizar e clarificar o seu pensamento, e ao escutar os dos outros, reflete sobre pontos discordantes e deteta inconsistências no seu raciocínio (Moreno, 2010). Adicionalmente, a aprendizagem social leva o aluno a contactar com a diferença do outro e, portanto, a desenvolver competências interpessoais (Moreno, 2010).

Durante a implementação do EOABI, a discussão entre pares é promovida pela natureza das atividades que requerem que os alunos analisem, reflitam e interpretem a realidade, partindo dos seus conhecimentos individuais, mas também que argumentem o seu ponto de vista perante o grupo, detetem fragilidades nos raciocínios, validem opções mais pertinentes e construam uma solução comum.

2.1.2. EOABI e *insight* ambiental

O currículo do 8.º ano de escolaridade de Ciências Naturais contempla, em ambos os domínios – Terra, um planeta com vida e Sustentabilidade na Terra – aprendizagens que sustentam oportunidades para o desenvolvimento de *insight* ambiental. Esta competência, que se refere à compreensão da interdependência entre os subsistemas terrestres e os seus elementos, incluindo o ser humano, habitualmente é trabalhada através da exploração de desequilíbrios ambientais (Ribeiro & Orion, 2021).

Para o desenvolvimento desta competência não basta ter uma perceção superficial das consequências das perturbações ambientais, implica possuir um entendimento mais profundo acerca da complexidade das interações entre e dentro dos subsistemas terrestres (Ribeiro & Orion, 2021). Por exemplo, mais do que saber que a ocupação antrópica do território reduz o habitat disponível para os restantes seres vivos, importa compreender que esta perda de habitat desencadeia uma série de acontecimentos como o aumento de relações competitivas entre os seres vivos, perda de biodiversidade e consequente perda de serviços dos ecossistemas. Estes serviços são essenciais para a manutenção das condições na Terra compatíveis com a vida humana (Sousa et. al., 2020).

Para alcançar este objetivo, o EOABI tem sido indicado por vários autores como uma metodologia de ensino-aprendizagem adequada por permitir uma aprendizagem autêntica e contextualizada, com relevância para os alunos, e que fomenta a reflexão e pensamento crítico (Ribeiro & Orion, 2021; Scherer et al., 2017). Ademais, o EOABI implica a construção de aprendizagens a partir de conhecimentos prévios dos alunos e da sua interação com o meio ambiente, alinhando-se com a base construtivista do *Earth System Education*, que tem como um dos seus pilares fundamentais o desenvolvimento de *insight* ambiental (Ribeiro & Orion, 2021).

A pedagogia ESE valoriza ainda a integração de diversos ambientes de aprendizagem (campo, digital, laboratório, entre outros) e a transdisciplinaridade, uma vez que proporcionam uma visão mais completa e abrangente acerca de um tema complexo. A metodologia EOABI pode proporcionar essa diversidade de circunstâncias de aprendizagem (Orion & Ribeiro, 2021; Scherer et al., 2017).

2.2. O ensino da sustentabilidade na Terra e as tecnologias de conservação dos ecossistemas

O desenvolvimento sustentável assume uma relevância cada vez maior na mitigação dos múltiplos problemas decorrentes do crescimento populacional mundial e limite de recursos (Torres et al., 2017). Neste contexto, a educação tem um papel fundamental na promoção de conhecimento, atitudes e valores que conduzam à adoção de comportamentos responsáveis, individuais e coletivos, que assegurem o futuro das gerações atuais e vindouras (Ribeiro & Orion, 2021; Torres et al., 2017; Vasconcelos & Orion, 2021). Em 2015, a Organização das Nações Unidas redigiu a Agenda 2030, com 17 objetivos do desenvolvimento sustentável, dando continuidade ao trabalho iniciado na Cimeira da Terra (1992) e desenvolvido através de diversas iniciativas desde então, como a Década Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014) (Gadotti, 2008).

Neste PI, o desenvolvimento sustentável foi abordado no contexto da monitorização de perturbações nos ecossistemas através da utilização de tecnologias, em particular, tecnologias de som. A perturbação, antrópica ou natural, de um ecossistema modifica a estrutura da sua comunidade biótica e a sua biodiversidade (Gottesman et al., 2021; Molles, 2016). A biodiversidade de um ecossistema é mensurável e pode ser avaliada em termos do número de espécies existentes (riqueza de espécies) e da abundância relativa de cada uma delas (equitabilidade) (Molles, 2016). Contudo, a sua avaliação por técnicas tradicionais é frequentemente morosa, dispendiosa e pouco prática. As captações sonoras do local de estudo têm demonstrado ser eficientes na identificação de espécies e na deteção da alteração de padrões de biodiversidade (Gottesman et al, 2021).

Cada espécie produz um som único (vocalização, percussão, ...), como uma assinatura sonora que permite a sua identificação. A bioacústica estuda as vocalizações animais e os comportamentos a elas associados, e proporciona a identificação das espécies através da análise do som produzido (Pijanowski et al, 2011). Por outro lado, a ecologia das paisagens sonoras utiliza o som para monitorizar e quantificar alterações nos habitats (Happel & Happel, 2020). Uma paisagem sonora é o conjunto de sons associados a uma paisagem, e que podem ter uma origem abiótica (geofonia), biótica (biofonia) ou humana (antropofonia).

Vários estudos evidenciam a correlação positiva entre a diversidade da paisagem sonora associada a um local e a sua biodiversidade. Ademais, o baixo custo, a facilidade

de implementação das técnicas, e a quantidade e qualidade dos dados áudio captados, levam alguns investigadores a classificar a ecologia das paisagens sonoras como uma área científica emergente potencialmente transformativa (Happel & Happel, 2020). A monitorização da evolução de uma paisagem sonora fornece informação importante acerca da saúde desse ecossistema, já que alterações no padrão de vocalizações da comunidade biótica podem surgir como consequência de poluição, deflorestação ou alterações climáticas (Happel & Happel, 2020).

Os campos da bioacústica ou das paisagens sonoras apresentam um grande potencial para a participação de indivíduos não especialistas na coleção de sons em todo o mundo, tendo já originado projetos como o *Record the Earth*, uma aplicação que permite que qualquer pessoa com telemóvel contribua com gravações áudio do local onde se encontra e, assim, mapear os sons do planeta (Jäckel et al., 2021; The Center for Global Soundscapes, 2022). Estas tecnologias promovem a aproximação dos alunos ao mundo natural, despertando a sua curiosidade.

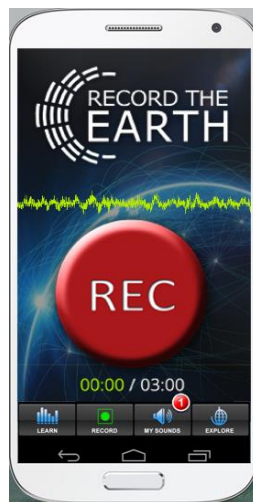


Figura 1 - A aplicação *Record the Earth* é um projeto na área das paisagens sonoras.

A ecologia das paisagens sonoras pode proporcionar um ambiente de aprendizagem inovador e adaptado à diversidade de alunos, tendo sido inclusivamente utilizada na formação científica de jovens cegos (The Center for Global Soundscapes, 2019).

A avaliação da biodiversidade sonora pode ser feita através da análise de espectrogramas, gráficos como o da Figura 2, o que exige o domínio de competências investigativas de análise de dados e fomenta a transdisciplinaridade, ao abordar conceitos técnicos associados ao som como frequência e amplitude, explorados na disciplina de físico-química.

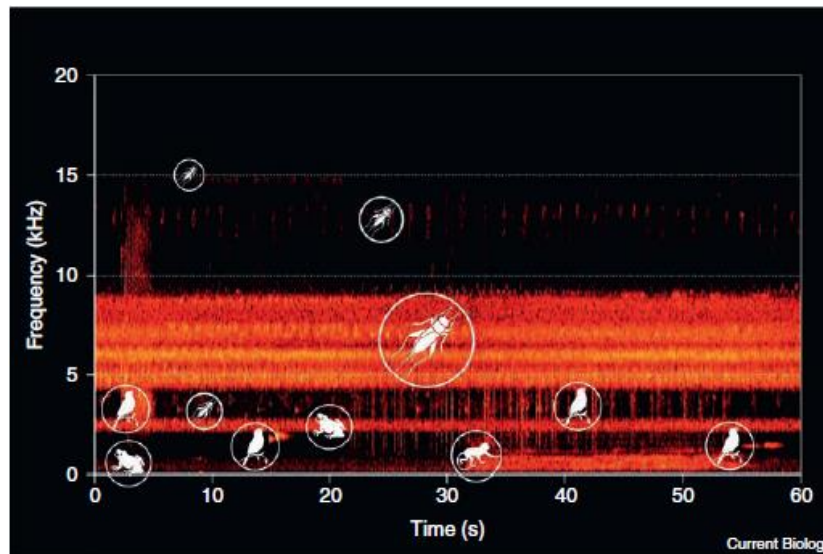


Figura 2 - Espetrograma de paisagem sonora na Guiana Francesa. O som é uma ferramenta muito útil para a determinação da biodiversidade de um ecossistema (Sueur & Krause, 2021, p. R1).

Um espectrograma é, de certa forma, comparável a uma partitura musical, em que as notas se arranjam ao longo do tempo, localizando-se as mais agudas (maior frequência) na zona superior na pauta (Happel & Happel, 2020). Os sons produzidos pelos seres vivos de um ecossistema tendem a distribuir-se pelo espectro de frequências. Esta distribuição pode ser explicada pela hipótese do nicho acústico que sustenta que a competição pelo espaço acústico levaria as espécies de uma comunidade a ajustarem os seus sinais sonoros de modo a minimizar a interferência provocada pelas vocalizações de outros animais. Com o tempo, cada espécie evoluiria no sentido de comunicar numa frequência ou altura do dia exclusiva (Pijanowski et al., 2011; Happel & Happel, 2020).

Pretende-se que o envolvimento dos alunos, decorrente da exploração direta do meio ambiente, através da bioacústica e da ecologia das paisagens sonoras, resulte numa maior consciência acerca das perturbações antrópicas e das suas consequências para a vida selvagem e para o equilíbrio dos ecossistemas dos quais fazemos parte.

3. Plano de Intervenção

No sentido de dar resposta às questões investigativas inicialmente colocadas, foi elaborado um PI. Este plano desenhado para o 8.º ano de escolaridade, trabalha aprendizagens essenciais da disciplina de Ciências Naturais e permite estabelecer relações com as aprendizagens da disciplina de Físico-Química, no domínio do Som. Foram programadas 7 sessões de 50 minutos, cujas planificações – global e individuais – podem ser consultadas no [Apêndice I](#).

3.1. Planificação

O PI foi estruturado em duas etapas, cada uma delas composta por três aulas e centrada numa atividade prática investigativa. O PI culminou com uma aula de avaliação.

Na primeira atividade, os alunos investigaram a relação entre a fragmentação de habitat e a biodiversidade de morcegos numa região do Norte de Portugal, explorando o papel de corredores ecológicos e elementos similares que aumentam a conectividade entre habitats. Esta atividade adaptada e estruturada a partir de uma investigação real (Barros, 2014), envolvia a utilização de tecnologias para avaliação da biodiversidade. Nesta etapa, os alunos estudaram os serviços dos ecossistemas e as interações entre subsistemas envolvidos.

Na segunda atividade, os alunos investigaram a relação entre a biodiversidade da sua região e a ocupação do território. Nesta etapa, os alunos tiveram um maior grau de autonomia e responsabilidade na condução da investigação. Fizeram a recolha de dados autonomamente, realizando capturas de som com telemóvel, e analisaram-nas com recurso a *software* de análise de som. A atividade foi adaptada a partir de bibliografia da especialidade (BirdLife International, 2022; Pijanowski et al., 2011; The Center of Global Soundscapes, 2019)

Em ambas as atividades investigativas, os grupos de trabalho foram avaliados relativamente às suas competências colaborativas, através de grelhas de observação.

Na última aula do PI, os alunos realizaram um teste cognitivo colaborativo e um mapa de conceitos individual a fim de avaliar a competência de *insight* ambiental.

As atividades planificadas corresponderam a um ciclo investigativo, a partir do qual se realizou uma reflexão crítica e determinaram melhorias a implementar no ciclo investigativo seguinte.

3.2. Caracterização das aulas

Embora o PI tenha sido planificado para sete aulas, devido à sobreposição de atividades extracurriculares, uma das turmas não participou na 6.ª aula. A atividade foi adaptada ao tempo disponível.

1.ª aula

Esta foi uma aula teórica, iniciada com uma revisão geral dos conteúdos abordados até ao momento, que contou com a participação oral dos alunos com o intuito de averiguar os conhecimentos pré-adquiridos. De seguida, introduziu-se a temática das “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”, através de uma discussão da acerca da vulnerabilidade das populações de morcegos a perturbações ambientais e possíveis consequências para o ser humano, nomeadamente, no que concerne aos “Serviços dos Ecossistemas”. Este assunto foi explorado com o suporte de *PowerPoint* ([Apêndice II](#)) e acompanhado pelos alunos através do preenchimento de uma ficha formativa ([Apêndice III](#)), estruturada para auxiliar na sistematização das aprendizagens. A participação oral dos alunos foi promovida através do questionamento acerca dos subsistemas terrestres em interação em cada exemplo apresentado, promovendo a integração de conhecimentos previamente adquiridos. Na parte final da aula, a professora-investigadora fez uma introdução aos mapas de conceitos e explicou como deveriam ser elaborados. De seguida, os alunos completaram individualmente um mapa de conceitos sobre a matéria ([Apêndice IV](#)), com estrutura pré-estabelecida e com uma lista de conceitos incompleta. Esta atividade permitiu que tivessem um primeiro contacto com o mapa de conceitos e se familiarizassem com este instrumento.

2.ª aula

Nesta aula foi realizada a primeira atividade prática em que os alunos colaboraram em trabalhos investigativos. Através de um guia de exploração ([Apêndice V](#) e [Apêndice VI](#)) foi introduzido um *role-play*, em que os pequenos grupos de trabalho representavam equipas de investigação que se debruçaram sobre a questão-problema: “Qual a importância das passagens agrícolas inferiores (túneis) para os morcegos?”. Neste documento estavam estruturadas diversas tarefas investigativas como a geração de hipóteses, a seleção de equipamentos e metodologias adequadas ao estudo, a análise

e interpretação dos resultados obtidos e, finalmente, a divulgação de conclusões importantes. No decurso da atividade, os alunos tiveram ainda selecionar informação relevante a partir dos recursos audiovisuais e impressos, disponibilizados através do guia, para suportar a sua investigação. O guia de exploração foi elaborado com base numa publicação científica (Barros, 2014) e ia sendo construído à medida que os alunos progrediam na atividade, disponibilizando novas informações aos alunos. Antes da progressão para cada etapa, a turma debatia em grande grupo as respostas às tarefas propostas. Esta aula promoveu o primeiro contacto dos alunos com a bioacústica, um dos métodos propostos na atividade para o estudo da biodiversidade.

3.ª aula

Esta aula teve a finalidade de elucidar conceitos importantes para a compreensão dos problemas investigados durante o PI, como a biodiversidade e a conectividade (associada à destruição e fragmentação de habitat). O tema foi introduzido através de uma banda desenhada ([Apêndice VII](#)). Os alunos foram distribuídos em grupos e realizaram duas atividades com o suporte de maquetes em que estavam representadas várias áreas florestais (Figura 3).

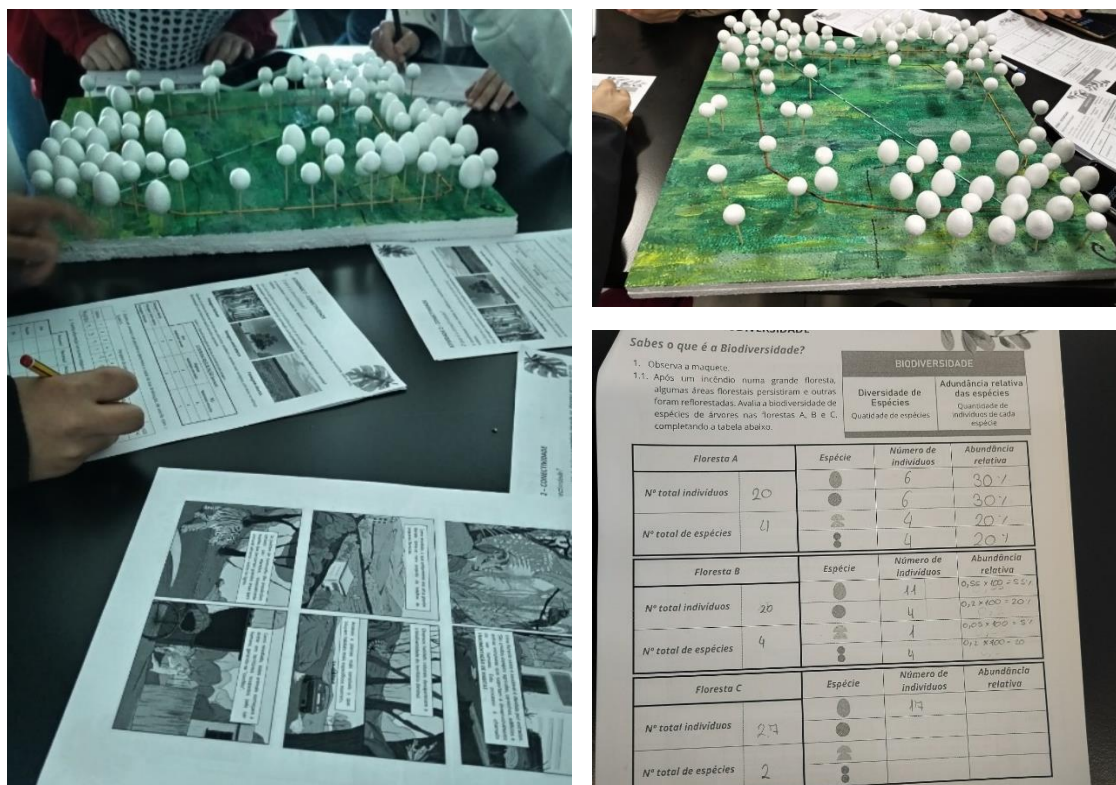


Figura 3 – Atividade em que os alunos utilizaram um modelo didático para resolver uma ficha formativa e desenvolver a sua compreensão sobre biodiversidade e fragmentação de habitat.

Na primeira atividade, os alunos avaliaram a biodiversidade das “florestas” através de parâmetros habitualmente usados em trabalho de campo, a diversidade de espécies e a abundância relativa. Na segunda atividade, os alunos calcularam o “custo” da mobilidade ao longo de vários percursos e para seres vivos diferentes. Ambas as atividades foram estruturadas através de uma ficha formativa ([Apêndice VII](#)).

Os resultados e conclusões de cada atividade foram discutidos em grande grupo e refletiu-se acerca da influência da ocupação de território na biodiversidade e conectividade e da importância dos corredores ecológicos para a conservação dos ecossistemas.

4.ª aula

Esta foi uma aula teórica cuja finalidade era dar a conhecer as potencialidades das tecnologias de som aplicadas ao estudo da biodiversidade e introduzir conceitos importantes para a realização do trabalho investigativo seguinte. Adicionalmente, pretendia-se sensibilizar os alunos para a apreciação e conservação do património natural, bem como promover o entusiasmo pelo tema, apresentando a sua utilização em criações artísticas. Através de exposições de vídeo, foram dadas a conhecer duas gerações de investigadores que usam o som no estudo dos ecossistemas (bioacústica e ecologia das paisagens sonoras), que aplicam na sensibilização ambiental (através do *beatbox*) e da monitorização da evolução dos ecossistemas. Os investigadores explicavam a importância da conservação da natureza enquanto apresentavam o seu método de investigação e equipamentos de captura e análise de som. Como meio de preparação para o trabalho prático da aula seguinte, foi feita uma breve introdução aos espectrogramas que permitem, através da sua representação gráfica, identificar a espécie emissora do som ([Apêndice VIII](#)). Foram dados alguns exemplos, recorrendo ao canto de aves comuns na região. Foi, ainda, abordada a classificação dos sons com base na sua origem e, posteriormente, realizou-se um jogo em que os alunos tinham de adivinhar a origem do som – antrópica, biológica ou ambiental.

Finalmente, utilizaram-se os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para evidenciar a preocupação global com a preservação dos ecossistemas e a sustentabilidade.

5.ª aula

Esta aula foi uma aula prática na qual os alunos conduziram uma investigação acerca da variação da biodiversidade com a ocupação do território. Previamente, tinha sido atribuído aos alunos um trabalho autónomo que consistia na captura de sons de uma

paisagem da sua região, com o auxílio de um telemóvel, e o registo de informações relativas ao local e momento de gravação. Nesta aula, os alunos trabalharam em pequenos grupos, e usaram um *software* de análise de som para avaliar a diversidade de biofonias² em cada local. Os alunos puderam ainda averiguar a fonte sonora predominante em cada tipo de paisagem – território urbanizado, agricultura, floresta. A atividade foi estruturada através de uma ficha formativa que facilitava a análise dos dados recolhidos ([Apêndice IX](#)) e de um guia de utilização do *software* ([Apêndice X](#)). Os resultados da turma foram reunidos e apresentados graficamente.

6.ª aula

Esta aula permitiu concluir a investigação iniciada na aula anterior. Os resultados reunidos foram apresentados ([Apêndice XI](#)) e discutidos em grande grupo, tendo sido determinadas as principais conclusões. Também se realizou uma reflexão sobre a atividade investigativa, identificando as suas limitações, com o intuito de promover o pensamento crítico.

7.ª aula

O PI culminou com um momento de avaliação, realizado em duas partes: 1) Teste cognitivo ([Apêndice XII](#)); 2) Mapa de conceitos ([Apêndice XIII](#)).

O teste cognitivo foi realizado de forma colaborativa, em pares definidos pelos professores. Era composto por quatro tipos de questões – resposta curta, correspondência, escolha múltipla e de desenvolvimento – e avaliava os domínios de conhecimento e resolução de problemas, no contexto da temática em estudo e atividades realizadas.

O mapa de conceitos foi utilizado para uma avaliação individual da integração de conceitos. Os alunos tinham como ponto de partida uma questão central – “Qual a importância da manutenção do equilíbrio dos ecossistemas?” – e uma curta lista de conceitos cuja aplicação era facultativa.

² Sons com origem em seres vivos, à exceção do ser humano.

4. Metodologia de investigação

4.1. Investigação-ação

A investigação-ação é uma metodologia investigativa “situacional, interventiva, participativa e autoavaliativa” (Coutinho, 2011, p.315) e, portanto, pertinente na Formação Inicial de Professores na medida em que auxilia os futuros docentes a adotar uma postura autocrítica do seu trabalho e procurar soluções para os problemas no desenvolvimento das aprendizagens. A sua natureza cíclica, contudo, exige que seja implementada durante um período considerável, limitando o desenvolvimento da investigação. Durante o processo cíclico, o professor-investigador alterna fases de investigação e fases de ação, utilizando a reflexão deliberada e sistemática sobre a prática pedagógica para implementar alterações que permitam alcançar os objetivos educativos com maior grau de sucesso. Assim, a finalidade desta metodologia investigativa é melhorar a prática pedagógica num contexto específico e, por conseguinte, o desempenho individual e coletivo dos alunos (Cohen et al., 2018; Coutinho, 2011). Evidencia-se, então, o caráter situacional e interventivo da metodologia. Por outro lado, a natureza participativa e autoavaliativa deste tipo de investigação permite que o professor-investigador desenvolva competências profissionais, teste processos de ensino-aprendizagem e autorregule o seu próprio progresso (Cohen et al., 2018; Coutinho, 2011).

O ensino reflexivo foi inicialmente defendido por Dewey e oferece ao professor a oportunidade de fazer evoluir a sua prática pedagógica. O docente assume, simultaneamente dois papéis, o de professor e o de investigador. A postura do professor-investigador tem subjacente alguns pressupostos (Cohen et al., 2018):

- o professor-investigador analisa e procura resolver problemas sistemáticos da sua prática pedagógica, em vez que solucionar questões apenas pontualmente;
- o professor-investigador não se cinge à resolução de problemas, mas identifica oportunidades para aprender e fazer evoluir a sua prática pedagógica;
- os pontos a melhorar são identificados pelo próprio professor e não por avaliadores externos;
- assume que o ensino é uma ciência heterogénea e que os seus atores condicionam o processo.

Cohen e colaboradores (2018) destacam ainda a essência colaborativa da investigação-ação, que atribui utilidade e valor às perspetivas de todos os seus participantes na

compreensão da situação em foco. Assume-se a possibilidade de múltiplas leituras dos fenómenos em análise.

O processo da investigação-ação desenvolve-se em ciclos, como representado na Figura 4.

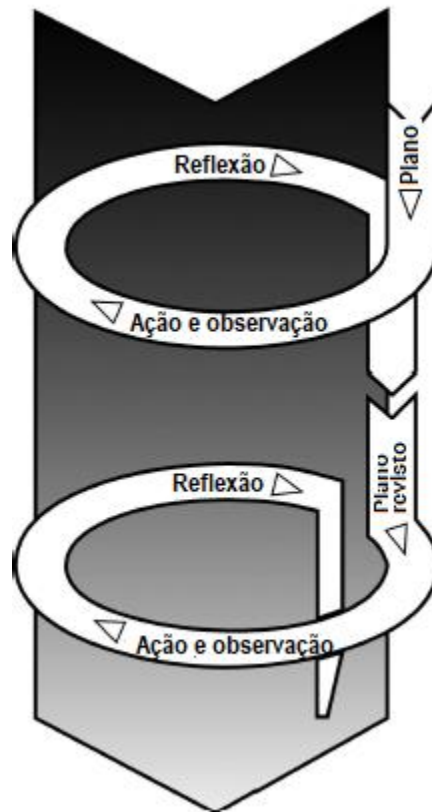


Figura 4 - A espiral da investigação-ação (Cardoso, 2014, p. 35).

Vários autores descreveram as fases em que a investigação-ação se desenvolve (Bassey, 1998; McAteer, 2013; Moroni, 2011, como citado em Cohen et al., 2018; Kemmis & McTaggart, 1992, como citado em Cardoso, 2014) De uma forma geral, podem ser sintetizadas da seguinte forma: 1) identificação de um problema e possíveis causas e definição de uma possível solução ou melhoria; 2) planificação da intervenção pedagógica a implementar, dos dados a recolher e respetivos instrumentos de recolha e revisão de literatura sobre o problema em questão; 3) implementação da intervenção e recolha de dados; 4) interpretação dos dados e análise reflexiva acerca do grau de sucesso com que a mudança pretendida foi alcançada.

A investigação-ação é uma metodologia investigativa mista, em que se aplicam métodos quantitativos e métodos qualitativos. A investigação qualitativa assenta na descrição de fenómenos e recorre ao método indutivo para compreender as intenções ou ideias que

motivam os comportamentos. Por outro lado, a investigação quantitativa baseia-se na medição e análise de variáveis mensuráveis, aplicando o método dedutivo para atingir conclusões objetivas. Se a primeira procura compreender fenómenos em contextos particulares e cuja relação do investigador com a realidade contribui para a investigação, a segunda direciona-se para a busca de eficácia, em que o investigador deve adotar uma postura distanciada e neutra para a construção de conclusões que possam ser generalizadas (Coutinho, 2011). Embora estas duas linhas metodológicas possam parecer, à partida, incompatíveis, elas podem ser complementares e até integradas, proporcionando uma visão mais abrangente da realidade em estudo (Coutinho, 2011). A abordagem multi-metodológica enquadra-se no paradigma socio-crítico da investigação, orientado para a otimização da prática educativa e com vista à resolução de problemas sociais reais (Coutinho, 2011).

Neste estudo multi-metodológico recorreu-se a dois processos de recolha de dados: a análise, através das grelhas de observação, e a testagem ou medição, através do teste cognitivo e mapa de conceitos. A análise refere-se ao registo de observações de acordo com critérios pré-determinados, direcionado para um objetivo particular, neste caso averiguar as competências colaborativas (Coutinho, 2011). A testagem ou medição prende-se com a obtenção de dados numéricos relativamente ao desempenho dos participantes no desenvolvimento da competência de *insight* ambiental (Coutinho, 2011). Os dados quantitativos e qualitativos foram recolhidos na mesma fase investigativa proporcionando a triangulação metodológica, ou seja, a sua interpretação conjunta (Mills & Gay, 2019).

O paradigma sócio-crítico, que serve de base à investigação-ação, enfatiza a importância do conhecimento emancipatório, que capacita os indivíduos para participarem ativamente na transformação da realidade (Coutinho, 2005). Como anteriormente referido, tanto a colaboração como o *insight* ambiental são competências particularmente úteis aos cidadãos do século XXI e o seu desenvolvimento poderá ser fundamental para a criação de uma sociedade mais solidária e resiliente, alinhando-se com os objetivos preconizados pelo Perfil dos Alunos À Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO).

4.2. Amostra

A amostra de conveniência é composta por 48 alunos, sendo 29 do sexo feminino e 19 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos. Os alunos têm nacionalidades portuguesa (44), brasileira (2), venezuelana (1) e ucraniana (1), este último encontrando-se a frequentar a disciplina de Português Língua Não Materna (PLNM). É de referir a existência de dois alunos a usufruírem de medidas universais (art. 8.º) e medidas seletivas (art. 9.º) de suporte à aprendizagem e à inclusão e adaptações ao processo de avaliação (art. 28.º), ao abrigo do Decreto-Lei 54/2018 de 6 de julho. Um caso estava relacionado com perturbações do espectro do autismo e outro com hiperatividade e défice de atenção. Os alunos estavam distribuídos por duas turmas do 8.º ano do ensino básico numa escola pública da região do Porto.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

As técnicas de recolha de dados aplicadas nesta investigação foram a observação, a testagem e a análise de registos. De seguida abordam-se os instrumentos utilizados para esse efeito.

4.3.1. Grelhas de observação grupal

As grelhas de observação são fontes de dados qualitativos indicadas para o estudo de atitudes, perceções, opiniões, grau de empenhamento e valores. (Coutinho, 2011; Mills & Gay, 2019). A mais-valia da observação enquanto técnica de recolha de dados é fornecer informação recolhida *in situ* e com base em acontecimentos reais, em vez de acontecimentos expectáveis (Cohen et al., 2018).

Nesta investigação, a observação foi utilizada com o objetivo de avaliar comportamentos relativos ao trabalho colaborativo, durante as atividades práticas inseridas no EOABI. Realizou-se uma observação estruturada em que foram previamente definidos quatro parâmetros a observar (Quadro 3), com base na literatura, e estabelecidos três níveis de desempenho (N1, N2 e N3) e respetivos descritores ([Apêndice XIV](#)), atempadamente discutidos pelos observadores. A observação direta foi realizada por dois observadores participantes.

Parâmetro	Definição	Referência
Motivação	Processos psicológicos que direcionam e sustentam os comportamentos dos alunos para aprender.	Moreno, 2010
Participação ativa	Fazer perguntas, dar opiniões ou responder quando são colocadas questões.	Mohd et al., 2012
Aprendizagem entre pares	Desenvolvimento de conhecimento e competências com o auxílio dos colegas.	Topping, 2005; Boud et al., 1999
Autonomia	Desenvolver um sentido de independência, domínio e controlo dos seus pensamentos, comportamentos e atitudes.	Moreno, 2010

Quadro 3 - Descrição dos parâmetros a observar e respetiva referência bibliográfica.

Durante o registo de observações, o professor-investigador deve ser consciente das suas preconcepções e procurar ser o mais imparcial e fiel à realidade possível (Mills & Gay, 2019).

4.3.2. Teste cognitivo colaborativo

Os testes são instrumentos de recolha de dados que podem ser adequados à análise de aproveitamento, aptidões, inteligência e criatividade. Por resultarem em dados numéricos, são classificados por alguns autores como provas objetivas, suscetíveis de uma análise quantitativa (Coutinho, 2011). Nesta investigação, foi utilizado um teste ([Apêndice IV](#)), construído pela professora-investigadora e posteriormente sujeito a processo de validação, a fim de averiguar o desenvolvimento da competência de *insight* ambiental, bem como avaliar as aprendizagens dos alunos.

O teste foi realizado colaborativamente (a pares) com o intuito de promover, simultaneamente, uma avaliação sumativa e formativa (de aprendizagem entre pares). Esta abordagem tem já sido praticada na área das ciências e parece promover o pensamento crítico e um entendimento mais profundo das questões trabalhadas graças à discussão que se gera entre os alunos (Bozeman et al., 2023; Setu et al., 2022).

O teste foi avaliado com base em critérios de referência, à semelhança das provas de avaliação externa da responsabilidade do Instituto de Avaliação Educativa (IAVE). Estas provas são de aplicação universal e estandardizada, contribuindo para a validade do teste. Ao contrário do esquema tradicional de distribuição de cotações, em que a cotação aumenta proporcionalmente à dificuldade da questão, prejudicando os resultados principalmente de alunos com mais baixo desempenho, nestas provas a cotação total é uniformemente distribuída pelas várias questões, com o intuito de a tornar mais justa e evitar uma dupla discriminação (IAVE, 2021 fevereiro-março). Assim, neste teste cognitivo foi atribuída igual pontuação a todas as perguntas e as questões de resposta aberta foram cotadas através de níveis de desempenho. A avaliação baseada em critérios é realizada comparando o desempenho dos alunos com critérios de correção pré-definidos (Mills & Gay, 2019).

Os testes foram classificados em 5 níveis, globalmente e por domínio, de acordo com o Plano Curricular de Desenvolvimento de Aprendizagens da escola cooperante, para apreciação da integração de aprendizagens referentes à temática abordada. O teste avaliou os domínios C1 relativo a Conhecimento e C2 relacionado com Resolução de Problemas. Foi, também, realizada uma análise estatística e do conteúdo e das questões relativas ao desenvolvimento de *insight* ambiental.

A pertinência das questões no âmbito do estudo desenvolvido pode ser consultada no [Apêndice XII](#). A tipologia de questões incluía questões de resposta curta, de correspondência, escolha múltipla e resposta aberta.

As questões de resposta curta e de correspondência são fechadas, já que admitem uma ou um número limitado de respostas corretas (Bingölbalı & Cevik, 2022). As questões de escolha múltipla são objetivas (Karadag et al., 2021).

As questões abertas podem ser definidas de múltiplas formas. De acordo com Silver (1995, como citado em Bingölbalı & Cevik, 2022), as questões abertas são definidas como tendo diferentes interpretações ou diferentes respostas possíveis. Estas proporcionam ao docente um maior entendimento acerca do conhecimento, compreensão e processo cognitivo do aluno perante um problema e permitem investigar

o desenvolvimento de competências cognitivas de nível elevado, sendo incluídas em exames nacionais – desenvolvidos pelo IAVE – e internacionais – como o *Program for International Student Assessment* (PISA) (Bingobali & Cevik, 2022; Sarwanto et al., 2021). Ademais, minimizam o efeito de sucesso aleatório (responder “à sorte”) e possibilitam uma classificação parcial ou em vários níveis de desempenho (Karadag et al, 2019).

4.3.3. Mapa de conceitos individual

Os mapas de conceitos são instrumentos verdadeiramente úteis na regulação do desenvolvimento de aprendizagens significativas (Kabatas Memis & Karakus, 2021). Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é aquela que decorre da integração de novos conceitos na estrutura cognitiva pré-existente dos alunos, alinhando-se com a perspetiva cognitivista da aprendizagem (Moreira & Masini, 1982). Por espelharem os esquemas mentais dos alunos, os mapas de conceitos permitem-lhes refletir sobre eles, encontrar inconsistências ou estabelecer novas relações (Novak & Gowin, 1984). Por outro lado, os professores podem acompanhar a construção das aprendizagens, e utilizá-las para orientar o processo ensino-aprendizagem (Novak & Gowin, 1984; Yin et al., 2005). Embora o mapa de conceitos seja um instrumento desenvolvido com base na teoria cognitivista da aprendizagem, ele adequa-se igualmente à educação baseada nas teorias construtivista e socio-construtivista, na medida em que todas admitem que as estruturas cognitivas estão em contínua evolução, modificadas pela experiência (Cañas et al., 2004; Moreira & Masini, 1982).

Os mapas de conceitos são, então, diagramas que estabelecem relações significativas e hierárquicas entre conceitos (Moreira, 2010). As relações são estabelecidas através de linhas ou setas associadas a um conector, ou seja, uma expressão que define a natureza dessa relação (Novak & Gowin, 1984). A organização hierárquica obtém-se organizando os conceitos dos mais gerais e inclusivos para os conceitos mais específicos, normalmente, na vertical e de cima para baixo (Novak & Gowin, 1984; Moreira & Masini, 1982). A estruturação do conhecimento é considerada um parâmetro fundamental da aprendizagem de ciências por permitir a correta integração de conceitos e facilitar a resolução de problemas (Yin et al., 2005).

No âmbito da investigação, os alunos tiveram de elaborar mapas de conceitos individuais ([Apêndice XIII](#)). Não foi fornecida uma estrutura pré-definida, com ligações e conectores, que os alunos tivessem de completar. A elaboração completa do mapa, por

oposição ao “preenchimento de espaços” é considerada um desafio com maior potencial formativo e que melhor consegue capturar o conhecimento dos alunos. Ela reproduz mais fielmente as diferenças entre as estruturas mentais dos alunos, confere mais oportunidades para a exposição tanto de conceções alternativas como de abrangência de conhecimento e, ainda, promove processos cognitivos complexos como o planeamento (Yin et al., 2005).

Novak & Gowin (1984) sugerem que a avaliação dos mapas conceptuais seja realizada através de um sistema de pontuações, com base em 4 critérios: i) proposições (estabelecimento de relações válidas entre dois conceitos); ii) hierarquia (os conceitos devem ser organizados do geral para o particular); iii) ligações cruzadas (estabelecimento de relações significativas entre diferentes ramos do mapa de conceitos); iv) exemplos. As pontuações atribuídas são apresentadas no Quadro 4:

	Pontuação
Proposição	1
Hierarquia	5 por nível
Ligações cruzadas	10
Exemplos	1

Quadro 4 - Pontuação de mapas de conceitos segundo Novak & Gowin (1984).

Nesta investigação não só se adotou este sistema como, simultaneamente, se recorreu a uma rubrica de avaliação, um método avaliativo frequentemente usado com este instrumento didático (Besterfield-Sacre et al., 2004). Nela são analisados os parâmetros abrangência, organização, correção e ilustração e distinguidos quatro níveis de desempenho, de acordo com a bibliografia de referência (Besterfield-Sacre et al., 2004; O'Connor, 2011, dezembro 6). A rubrica pode ser consultada no [Apêndice XIII](#). Esta opção relacionou-se com o facto de a professora-investigadora estar pouco familiarizada com o sistema de pontuações proposto por Novak e Gowin (1984), assim como o facto de os dois métodos aportarem diferentes informações sobre os mapas elaborados.

4.2. Validade e fidelidade do estudo

A validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados garantem a qualidade da informação recolhida durante o processo investigativo e, por conseguinte, asseguram a sua adequada interpretação (Mills & Gay, 2019). A validade diz respeito à medida em que os dados recolhidos refletem a medição pretendida, ao passo que a fidelidade averigua se os resultados obtidos através do instrumento de recolha de dados não variam significativamente dependendo do contexto em que este é aplicado ou do investigador que o aplica (Coutinho, 2011; Mills & Gay, 2019).

Para garantir a validade de conteúdo da recolha de dados, os instrumentos foram construídos a partir de bibliografia da especialidade e revistos por docentes do grupo 520 da escola onde o PI foi implementado. A implementação do PI seis meses após o início do acompanhamento dos alunos permitiu que estes se familiarizassem com a professora-investigadora, minimizando o possível condicionamento do seu comportamento devido à alteração do contexto natural das aulas (Coutinho, 2011; Mills & Gay, 2019).

A fiabilidade das grelhas de observação foi assegurada através do preenchimento por dois observadores, tendo sido obtido um nível de concordância superior a 80%, em cada um dos parâmetros avaliados. No caso do teste cognitivo e mapa de conceitos, a fiabilidade foi garantida pela análise dos instrumentos por dois avaliadores.

4.3. Questões de Ética

De acordo com o artigo 31º da Lei nº 58/2019 da Assembleia da República de 8 de agosto de 2019, os dados recolhidos foram obtidos de forma voluntária, o seu tratamento foi anónimo e foi garantida a confidencialidade no tratamento das informações e respeito pela lei de proteção de dados. Por se tratar de um estudo conduzido num ambiente escolar e com o contributo de alunos menores de idade, foram recolhidas declarações de consentimento informado por parte dos tutores legais e de assentimento informado por parte dos alunos participantes ([Apêndice XV](#) e [Apêndice XVI](#)). A investigadora principal garante que foram efetivados todos os procedimentos éticos dentro das Ciências Sociais (Educação em Ciências). A aplicação dos instrumentos de investigação foi aprovada pela Comissão de Ética da FCUP, com o parecer de referência Proc. CE2022/p35 ([Apêndice XVII](#)).

5. Resultados e discussão

Apesar de 48 alunos terem participado no programa de intervenção, nem todos estiveram presentes nos momentos de avaliação, por motivos diversos e não relacionados com este estudo. Assim, na realização do mapa de conceitos e do teste cognitivo participaram 41 alunos, 26 do sexo feminino e 15 do sexo masculino. Um dos alunos, a usufruir de medidas universais e seletivas e adaptações no processo de avaliação, ao abrigo do Decreto-Lei 54/2018, de 6 de julho. Os resultados foram avaliados através de estatística descritiva e da análise de conteúdo.

5.1. Resultados e discussão relativos às grelhas de observação grupal

A observação grupal foi realizada em duas atividades práticas do PI, tendo sido avaliados os seguintes parâmetros: i) motivação; ii) participação ativa; iii) aprendizagem entre pares e iv) autonomia. A constituição dos 15 grupos foi pré-determinada pela professora-investigadora e pelo professor cooperante, sendo cada grupo composto por 3 ou 4 elementos. Os resultados são apresentados por nível de desempenho (Figura 5).

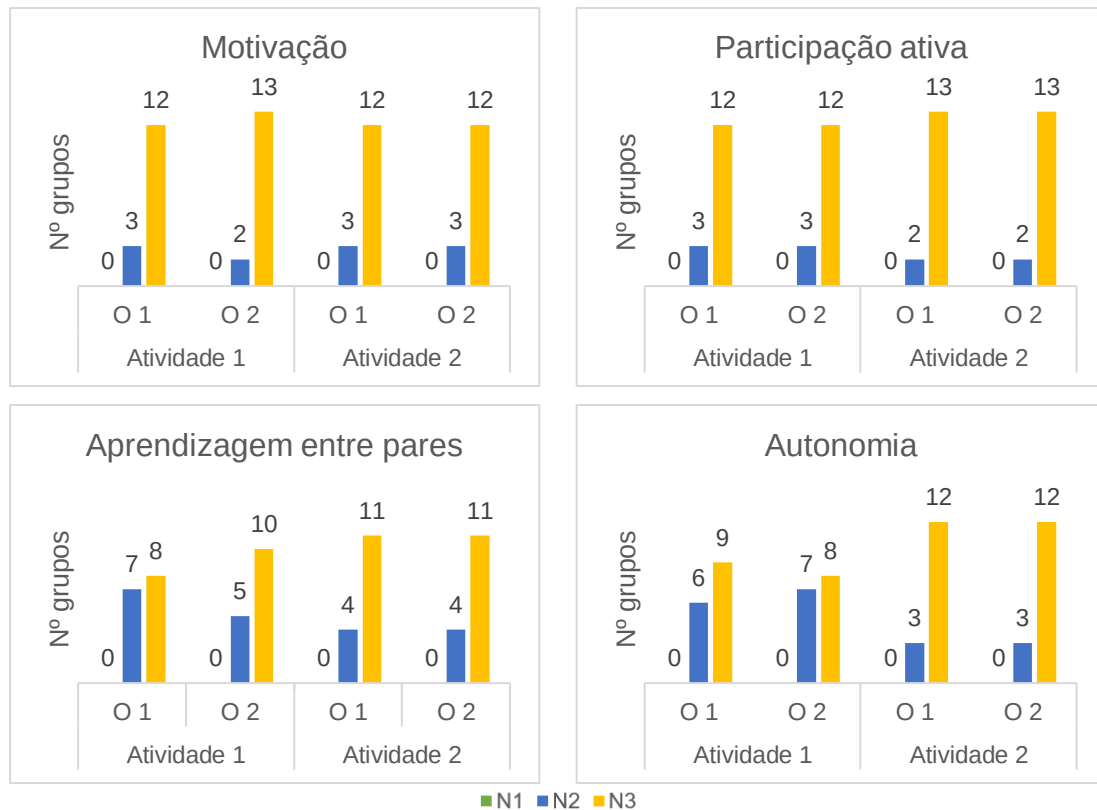


Figura 5 - Resultados das grelhas de observação grupal (n=15) preenchidas por 2 observadores (O1 e O2), durante duas atividades práticas de EOABI. Frequência absoluta referente a cada nível de desempenho (N1, N2 e N3) para os vários parâmetros em estudo (Apêndice XIII).

Verificamos que a nenhum grupo foi atribuído o nível mais baixo de desempenho (N1) em nenhum dos parâmetros, o que significa que, na generalidade, os alunos apresentam atitudes e comportamentos colaborativos.

Os registos dos dois observadores apresentam um elevado grau de concordância o que é considerado um bom indicador de fiabilidade de acordo com Coutinho (2018).

A “motivação” e a “participação ativa” foram os parâmetros em que os grupos demonstraram um desempenho mais positivo, com grande percentagem dos grupos a apresentar elevado nível de desempenho (N3). De acordo com ambos os observadores, a maioria dos grupos mostrou-se motivado perante as duas atividades propostas, com 80% (n=12) ou 87% (n=13) dos grupos a evidenciar empenho e iniciativa pela maioria dos seus elementos. Também relativamente à “participação ativa” os grupos revelaram, na sua maioria, um elevado nível de desempenho nas duas atividades propostas, tendo-se registado um ligeiro aumento de 80% (n=12) para 87% (n=13) da primeira para a segunda atividade. Assim, dentro dos grupos houve formulação de questões e partilha de respostas por diversos elementos do grupo.

Os parâmetros “aprendizagem entre pares” e “autonomia” foram aqueles que revelaram maiores oportunidades de desenvolvimento. Na primeira atividade, para a “aprendizagem entre pares” registou-se 53% (n=8) e 67% (n=10) de grupos com elevado nível de desempenho (N3) e as restantes com grau intermédio (N2), o que indica que apesar de os alunos trabalharem numa mesma tarefa, nem sempre a utilizam como uma oportunidade de discussão e desenvolvimento cognitivo. Na segunda atividade, registou-se uma melhoria deste parâmetro para 73% (n=11). Na autonomia registaram-se os níveis de desempenho mais baixos, com 53% (n=8) e 60% (n=9) dos grupos em N3, durante a primeira atividade. Contudo, na segunda atividade, 80% (n=12) dos grupos alcançou o nível de desempenho N3. Este melhor desempenho pode ter sido influenciado pela natureza da atividade, que privilegiava a utilização de recursos digitais. A autonomia é um dos pilares que sustentam a autodeterminação e uma capacidade que impacta o bem-estar, a motivação interna, a autoestima e o desempenho académico dos alunos (Ílter, 2021). A falta de confiança nas suas próprias competências tem sido relacionada com a baixa autonomia dos alunos. Por outro lado, a perceção que os alunos têm acerca da sua própria autonomia é influenciada pelos professores. Assim, é importante que os professores criem em sala de aula momentos que os alunos possam assumir responsabilidades e tomar decisões (Ílter, 2021).

5.2. Resultados e discussão relativos ao teste cognitivo colaborativo

No que refere ao teste cognitivo colaborativo foi feita uma apreciação quantitativa dos resultados, tanto a nível global como por domínios. Realizou-se, ainda, a análise de conteúdo das questões relativas à investigação do desenvolvimento da competência de *insight* ambiental pelos alunos. Na Figura 6, é apresentada a distribuição das classificações globais, de acordo com a escala definida no Quadro 5.

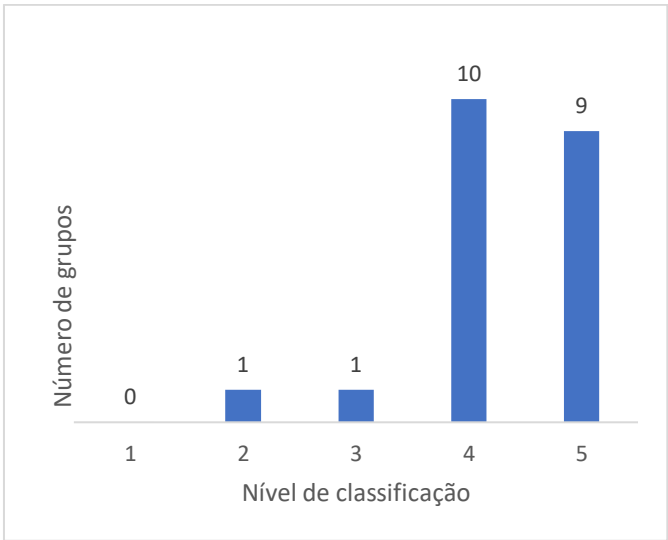


Figura 6 - Resultados globais do teste cognitivo (n=21). Frequência absoluta referente a cada nível de classificação.

Como podemos observar pelo gráfico da Figura 6, a maioria dos grupos (91%) obteve um resultado global de nível 4 ou 5 e apenas um grupo (5%) teve desempenho insatisfatório (nível igual 2).

	Escala	1	2	3	4	5
		0 - 19 %	20 - 49 %	50 - 69 %	70-89 %	90 - 100 %
Frequência dos níveis de classificação	Global	n=0 (0%)	n=1 (5%)	n=1 (5%)	n=10 (48%)	n=9 (43%)
	C1	n=0 (0%)	n=0 (0%)	n=1 (5%)	n=5 (24%)	n=15 (71%)
	C2	n=1 (5%)	n=1 (5%)	n=4 (19%)	n=7 (33%)	n=8 (38%)

C1 – Conhecimento; C2 – Resolução de Problemas

Quadro 5 - Apreciação global e por domínios do teste cognitivo colaborativo (n=21). Frequência absoluta e relativa referente a cada nível de classificação.

		Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Global		86%	12%	45%	100%
Domínios	C1	92%	10%	54%	100%
	C2	78%	24%	0%	100%

C1 – Conhecimento; C2 – Resolução de Problemas

Quadro 6 - Estatística descritiva referente ao teste cognitivo colaborativo.

Os resultados globais dos alunos foram bons (Quadro 6), com a média de 86%, correspondente ao nível 4. O desempenho relativo ao domínio do Conhecimento (C1), com média (92%) localizada no nível 5, foi superior ao relativo ao domínio da Resolução de Problemas (C2), cuja média (78%) é de nível 4. Também os resultados foram mais dispersos neste domínio, como podemos verificar pelo valor superior do desvio padrão de C2 em relação a C1. Note-se que no domínio de Resolução de Problemas (C2), dois grupos obtiveram avaliação negativa (10%), tendo um deles pontuação nula (0%), o que contrasta com o domínio do Conhecimento em que todas as classificações são positivas. O facto do domínio C2 ser avaliado através de questões abertas pode estar associado a este desempenho inferior em relação ao domínio C1, avaliado através de questões de escolha múltipla, correspondências e resposta curta. A preferência dos alunos por questões de escolha múltipla ou de correspondência em detrimento de questões abertas é reportada em várias publicações, avançando que os alunos podem sentir-se menos confiantes quando a resposta implica a resolução de problemas e a descrição da sua opinião (Karadag et al., 2021; Sarwanto et al., 2021).

A competência de *insight ambiental* é avaliada nas questões 1.1., 1.2. e 2.1. Na questão 1.1. os alunos demonstraram possuir elevado conhecimento relativamente à identificação de subsistemas terrestres em interação, já que apenas dois grupos não alcançaram o nível 5 nesta questão (Figura 7). Os subsistemas terrestres já tinham sido abordados no 1.º período e, foram sendo recordados ao longo do ano letivo, o que poderá ter contribuído para o bom desempenho nesta questão. Na questão 1.2., os resultados foram bons, com 71% (n=15) dos grupos a atingir o nível 5, indicando que a sua capacidade para identificar corretamente os serviços prestados pelos ecossistemas. Um grupo obteve cotação nula nesta questão, sendo classificado com o nível 1.

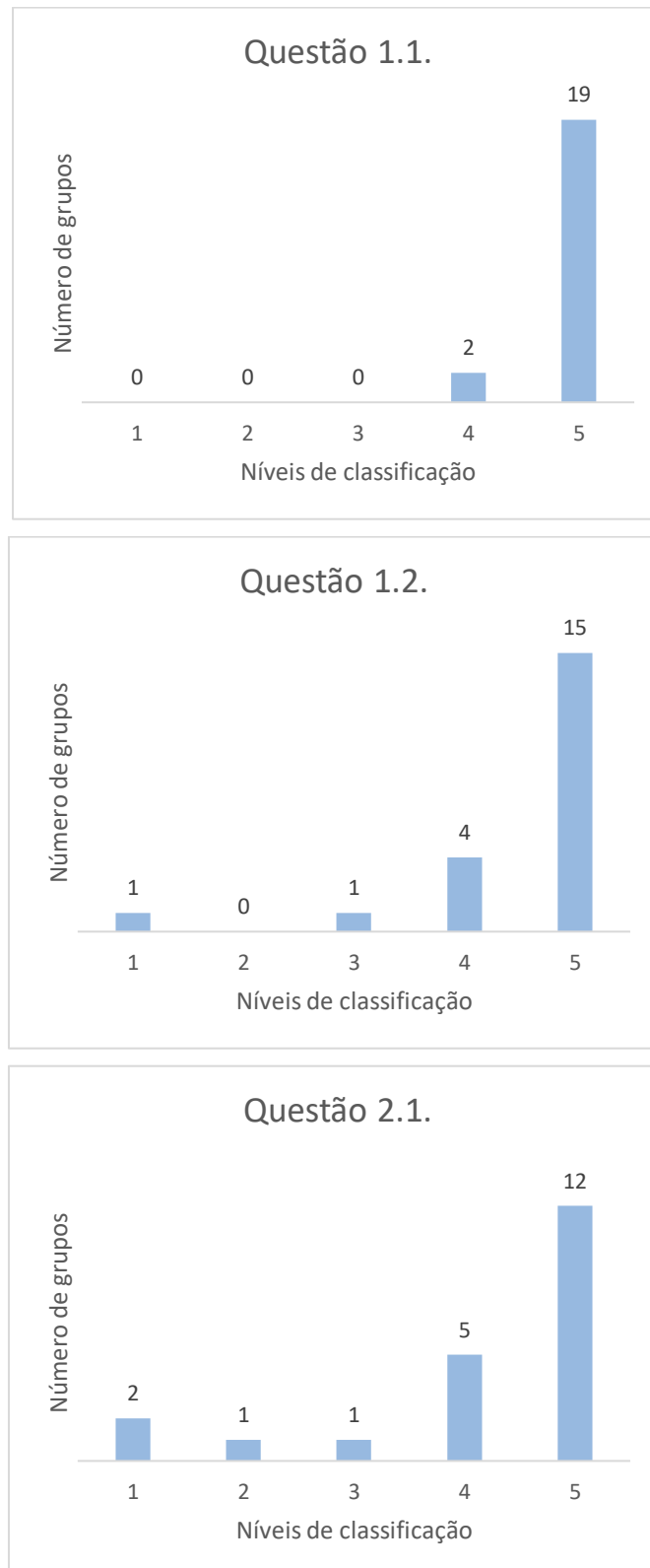


Figura 7 - Resultados do teste cognitivo colaborativo (n=21). Frequência absoluta referente a cada nível de classificação para as questões que avaliam o *insight* ambiental.

Na questão 2.1., cerca de metade dos grupos conseguiu atingir a cotação máxima. Houve três grupos (14%) classificados com nível igual ou inferior a 2 nesta questão, dois deles com cotação nula. As respostas destes dois grupos são apresentadas no Quadro 7 e não evidenciam compreensão acerca das repercussões negativas da perturbação dos ecossistemas (respostas A. e B.) e da interdependência entre os elementos do sistema Terra (resposta A.). Habitualmente, as questões abertas exigem um processo cognitivo mais complexo, devido à necessidade de interpretar a situação e de explicitar o seu raciocínio, tendo sido indicadas como uma boa ferramenta para avaliar o pensamento crítico dos alunos (Sarwanto et al., 2021).

Os morcegos são mamíferos frequentemente associados à transmissão de doenças. Contudo, o ser humano tem procurado conservar as espécies de morcegos, por exemplo, através da criação de abrigos, mesmo em grandes cidades. Consideras que o ser humano beneficiaria da eliminação de todos os morcegos? Apresenta um motivo que justifique a tua resposta.

Cotação	A. “Sim, pois como o texto refere são transmissores de diversas doenças.”
nula	B. “Os morcegos são seres vivos então têm o mesmo direito à vida.”

-
- a. “Eu acho que não, pois os morcegos têm um papel no meio ambiente e se os morcegos fossem eliminados o meio ambiente ficava desequilibrado, o que afetaria o ser humano.”
 - b. “Não beneficiaria porque ao eliminar os morcegos as cadeias alimentares seriam gravemente alteradas.”
 - c. “Não, pois eles têm um papel importante nos ecossistemas, eles fazem a dispersão de fezes, por exemplo para fertilizar os terrenos agrícolas.”
 - d. “Não, porque os morcegos ajudam a fazer a polinização e eliminam os insetos, o que beneficia a produção agrícola.”
 - e. “Não concordamos porque as zonas agrícolas são muito beneficiadas pelos morcegos que comem os insetos que destroem as plantações. Se eliminássemos todos os morcegos, os agricultores teriam muitos mais problemas com os insetos.”
 - f. “Não, um exemplo disso é que muita gente tem morcegos perto dos campos porque como os morcegos são insetívoros, eles funcionam como um “repelente” natural.”
 - g. “Não acredito que a eliminação dos morcegos seja benéfica para o ser humano, pois estes são responsáveis pelo controlo de pragas e pela dispersão de sementes.”

As questões abertas permitem respostas múltiplas e igualmente válidas, o que podemos constatar nos exemplos ilustrativos de respostas apresentados no Quadro 7 (note-se que nem todas as respostas apresentadas obtiveram cotação máxima). Esta diversidade de respostas possíveis torna a avaliação destas questões menos objetiva (Karadag et al., 2021) e, portanto, a análise do seu conteúdo pode ser relevante para complementar a apreciação do desenvolvimento da competência de *insight* ambiental pelos alunos. Nas suas respostas, os alunos reconhecem o ser humano como agente capaz de influenciar o equilíbrio dos subsistemas terrestres (exemplo: respostas a. e b.), bem como as desvantagens do desequilíbrio dos ecossistemas para a nossa espécie (exemplos: respostas a., c., d., e, f. e g.). Apesar de nenhum grupo ter referido, explicitamente, os “serviços dos ecossistemas” como justificação para a conservação da biodiversidade, identificaram vários exemplos destes serviços – fertilização dos solos (c.), controlo de pragas (d., e., f. e g.), polinização (d.) e dispersão de sementes (g.) – e explicaram a sua importância.

5.3. Resultados e discussão relativos aos mapas de conceitos individuais

Na Figura 8 são apresentados os resultados obtidos nos mapas de conceitos de acordo com o sistema de pontuação de Novak e Gowin (1984), estando também indicada a pontuação do mapa de conceitos de referência construído pela professora-investigadora (50 pontos).

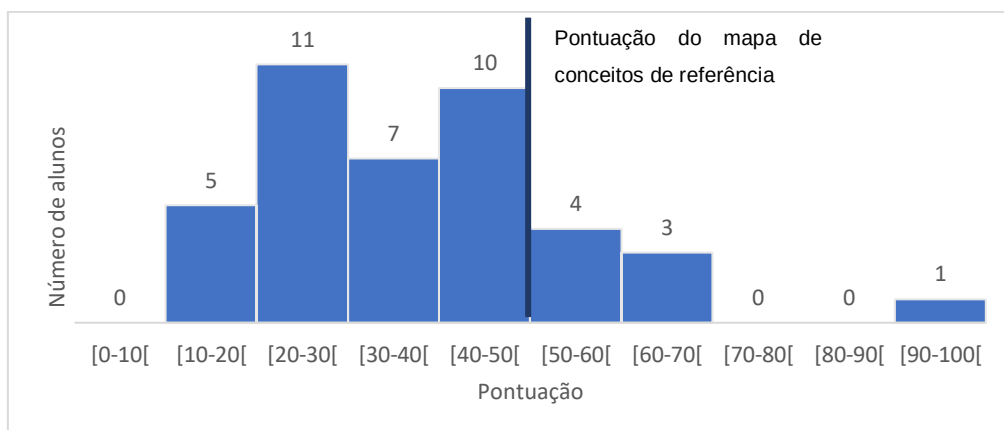


Figura 8 – Distribuição das pontuações obtidas no mapa de conceitos individual (n=41), de acordo com sistema de avaliação de Novak & Gowin (1984).

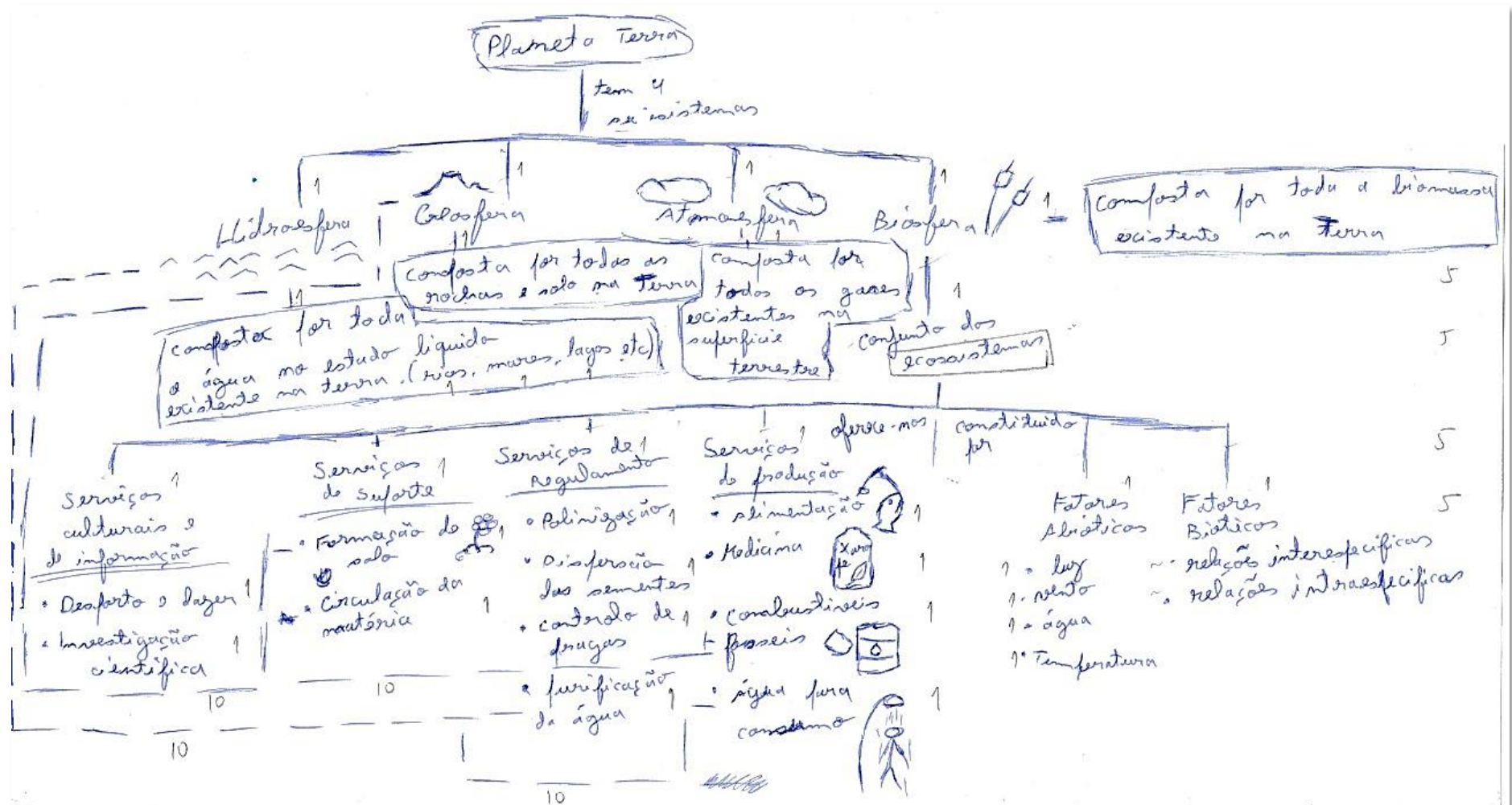


Figura 9 – Mapa de conceitos com pontuação máxima (94 pontos).

Podemos verificar que a classe modal é [20-30[pontos (n=11), seguindo-se a classe [40-50[pontos (n=10). Oito alunos revelaram um desempenho muito elevado, ao obterem pontuações superiores à do mapa de referência. Entre eles, distingue-se um aluno que alcançou quase o dobro dessa pontuação – 94 pontos (Figura 9). A elevada pontuação traduz o estabelecimento de relações mais elaboradas (através das ligações cruzadas), mais detalhadas (através de diferentes níveis hierárquicos) e mais numerosas (através da quantidade de relações estabelecidas e exemplos). A partir destes resultados poderá inferir-se um pensamento mais complexo. Além disso, ilustra como este tipo de instrumento possibilita a expressão dos conhecimentos de alunos com níveis de desempenho muito variados, não os limitando como outros instrumentos de avaliação mais estruturados. A adequação deste tipo de avaliação à classificação escolar convencional é, contudo, difícil e morosa (Yin et al., 2005).

Relativamente à avaliação por rúbrica, podemos observar diferentes perfis de desempenho nos quatro parâmetros em estudo (Figura 10). Quanto à abrangência dos conceitos incluídos nos mapas, verificamos que 54% (n=21) dos alunos obteve a classificação “Bom”, indicando que a maioria foi capaz de abordar vários subtemas dentro do tema central do mapa de conceitos. Dois alunos (5%) tiveram um desempenho “Pobre”, evidenciando um conhecimento limitado sobre o assunto.

No que se refere à organização, a moda foi o “Suficiente”, correspondente a mapas com um número reduzido de níveis hierárquicos e ramificações e sem ligações cruzadas que relacionassem diferentes subtópicos. O facto de se ter optado pela elaboração de mapas não estruturados e a reduzida experiência dos alunos com mapas de conceitos poderão ter contribuído para a dificuldade dos alunos em representar a informação com a estrutura adequada. Note-se, contudo, que a estruturação de um mapa de conceitos exige, frequentemente, um ensaio que permita experimentar a disposição dos conceitos de modo a torná-lo claro e de fácil leitura (Novak & Gowin, 1984). Um erro transversal a vários alunos foi a ausência de conectores no estabelecimento de algumas relações, como podemos observar na Figura 11. Houve 17% (n=7) dos alunos que foram capazes de estabelecer ligações cruzadas, entre diferentes ramos do mapa. As ligações cruzadas traduzem relações entre ideias-chave de temas diferentes, por exemplo, entre os subsistemas terrestres e os serviços dos ecossistemas. Portanto, resultam da integração de novos conceitos nas representações mentais dos alunos, o que contribui para a memorização e capacidade de mobilização destes conhecimentos para a resolução de problemas (Novak & Gowin, 1984).

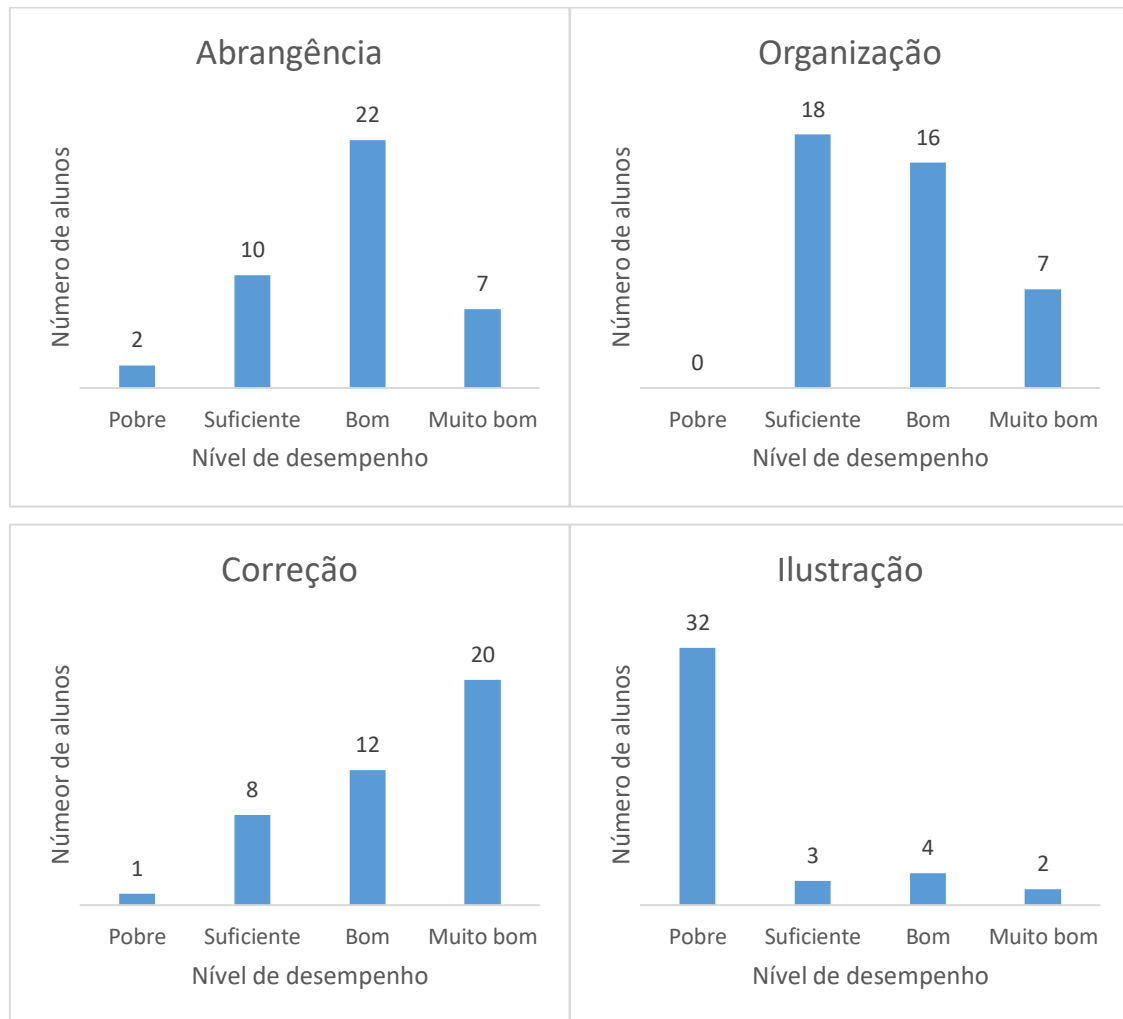


Figura 10 – Desempenho dos alunos na elaboração do mapa de conceitos, de acordo com a avaliação por rúbrica. A rúbrica avalia quatro parâmetros: abrangência, organização, correção e ilustração.

A correção foi o parâmetro em que maior percentagem de alunos, 50% (n=20), alcançou a classificação “Muito bom”. Este parâmetro permitiu ainda verificar que a elevada pontuação de um mapa, não garantia a sua maior correção. Na Figura 11, podemos observar um mapa avaliado com 60 pontos (A) que apresenta um maior número de erros e mais relevantes do que um mapa avaliado com 22 pontos (B). O mapa de maior pontuação (A), evidencia desconhecimento acerca do termo “fatores bióticos”, classifica incorretamente a maioria dos exemplos de serviços dos ecossistemas, e estabelece uma relação sem validade de “perda de habitat”. Já o mapa de menor pontuação (B) classifica corretamente diversos exemplos de serviços dos ecossistemas, mas estabelece igualmente uma relação inválida para “perda de habitat”. A avaliação da “Correção” através de uma rúbrica poderá ser importante para evitar que os alunos incluam conceitos nos seus mapas de forma irrefletida.

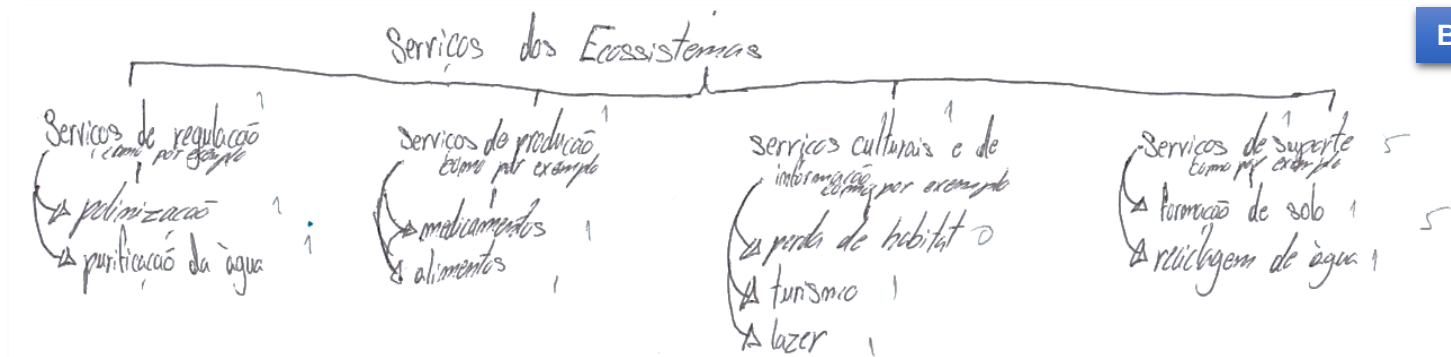
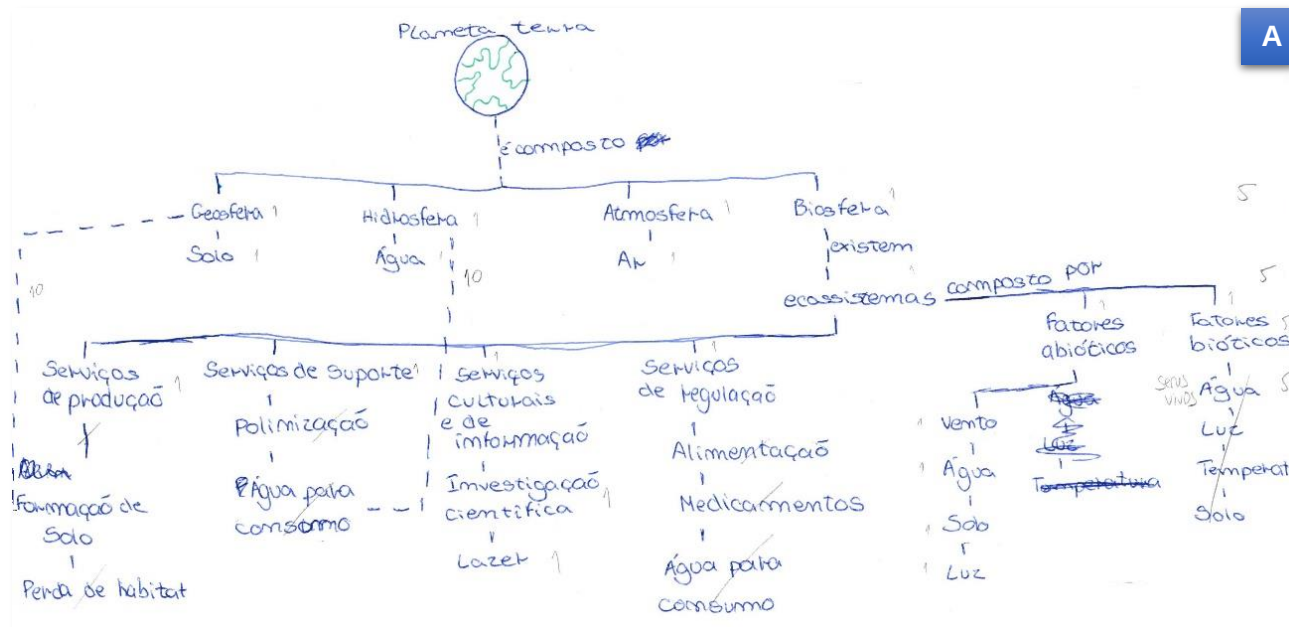


Figura 11 – Comparação de dois mapas de conceitos, com 60 pontos (A) e 22 pontos (B). O mapa A é um dos destacados por obter uma pontuação superior à do mapa de referência (50 pontos). Contudo, avaliando a “Correção”, o mapa A foi classificado como “Suficiente” e o mapa B com “Bom”.

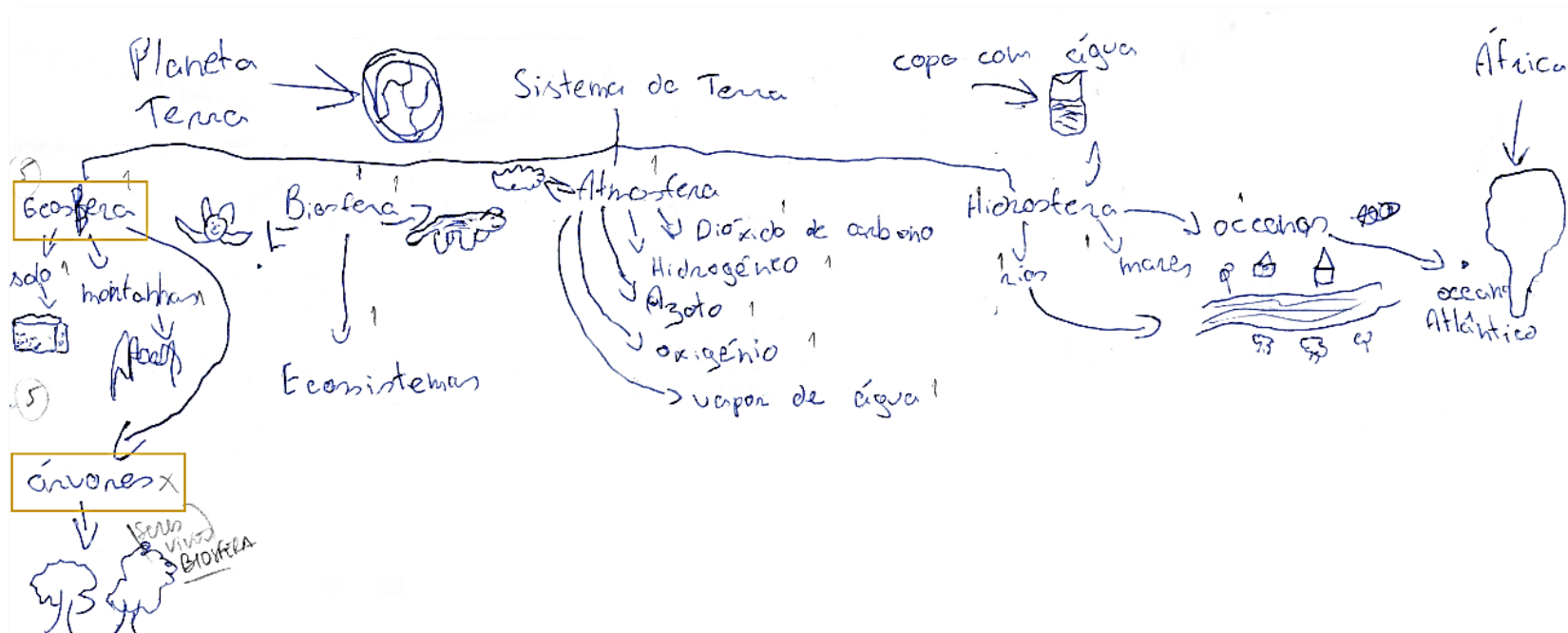


Figura 12 –Identificação de exemplos de elementos dos subsistemas terrestres. Em destaque, identifica-se uma conceção alternativa em que o aluno associa erradamente o conceito “árvores” a “Geosfera”. (Mapa de conceitos parcial.)

A “Ilustração” obteve um desempenho “Pobre” em 78% (n=32) dos mapas de conceitos. O seu carácter facultativo deverá ter estado na origem do baixo desempenho, já que vários alunos decidiram não incluir ilustrações, mesmo tendo tempo disponível e revelarem apreciar este tipo de atividade.

Os mapas de conceitos permitiram apurar o desenvolvimento da competência de *insight* ambiental.

Um elevado número de alunos (n=32; 78%) identificou os subsistemas terrestres e 32% (n=13) caracterizaram-nos ou nomearam exemplos de elementos neles incluídos (Figura 12). Foi possível identificar algumas conceções alternativas como a classificação de “árvores” como elementos da Geosfera (Figura 12) e a dificuldade em definir corretamente “fatores bióticos” (Figura 9 e 11A).

A interdependência entre os subsistemas terrestres foi representada nos mapas de conceitos, por exemplo, através do reconhecimento do envolvimento da biosfera na formação de elementos da geosfera como os combustíveis fósseis e o solo ou, ainda, do contributo da biosfera para a existência de oxigénio atmosférico. Por vezes, o reconhecimento desta interdependência entre os subsistemas constituiu uma dificuldade na organização dos conceitos. Também houve alguma confusão na organização hierárquica de “ecossistemas” e dos “subsistemas terrestres”, associada ao facto de os ecossistemas incluírem fatores abióticos integrantes de outros subsistemas terrestres. A quase totalidade dos alunos (n=40; 98%) reconhece que os ecossistemas proporcionam serviços importantes para a vida humana e 88% (n=36) forneceram pelo menos um exemplo destes serviços. Os alunos fazem, ainda, referência aos conceitos “perda de habitat”, “morte dos seres vivos”, “poluição” e “desenvolvimento sustentável”, reconhecendo a capacidade do ser humano de interferir com o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas (Figura 13). O conceito “perda de habitat” (o mais utilizado para abordar as perturbações dos ecossistemas, sugerido na lista de conceitos fornecida), foi utilizado por 40% (n=16) dos alunos, contudo, apenas 20% (n=8) o aplicou corretamente.



Figura 13 –Identificação de perturbações de origem antrópica nos ecossistemas. (Mapa de conceitos parcial.)

No sentido de melhorar a prática pedagógica na implementação de mapas de conceitos, seria aconselhável uma maior estruturação da atividade, através do fornecimento de uma lista de palavras completa com os conceitos de interesse que os alunos devem relacionar. Pode criar-se uma dinâmica com *post-its* para facilitar a reformulação de ideias decorrentes da reflexão dos alunos. Deste modo, seria possível assegurar que o mapa de conceitos seja desenvolvido com foco no tema e subtemas pretendidos e, ainda, suportar os alunos enquanto ganham experiência na utilização do instrumento.

5.4. Cruzamento de resultados e discussão

A aplicação de instrumentos de avaliação de naturezas distintas permite realizar uma triangulação dos resultados. Com o intuito de comparar mais facilmente os resultados obtidos nos dois instrumentos, classificaram-se os mapas de conceitos em níveis, numa escala de 1 a 5 (Figura 14).

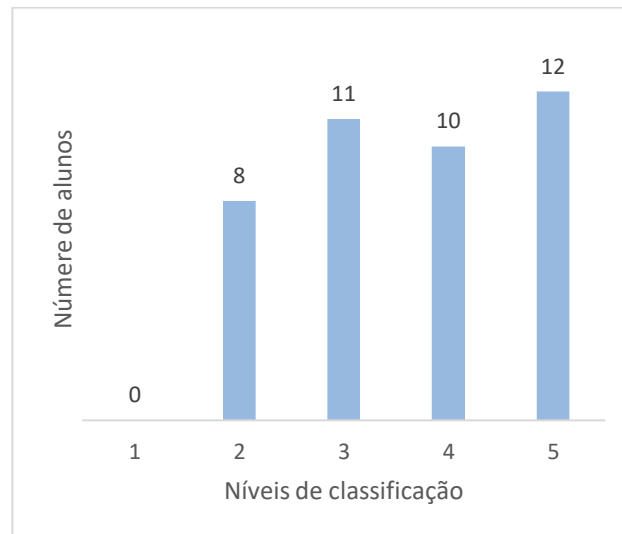


Figura 14 – Frequência dos níveis de desempenho nos mapas de conceitos.

Embora no teste cognitivo 90% dos grupos tenham alcançado o nível 4 ou 5, no mapa de conceitos a percentagem de alunos que conseguiu atingir essa classificação foi de 54%. Verificou-se, ainda, que uma percentagem considerável (20%) de alunos não conseguiu obter classificação positiva no mapa de conceitos. Alguns alunos expressaram alguma insegurança na sua realização, o que pode ter origem na reduzida experiência prévia dos alunos com este instrumento didático. Outra possibilidade está relacionada com o elevado grau de desafio do mapa de conceitos devido ao não fornecimento de uma lista de conceitos mais exaustiva que pudesse orientar o trabalho dos alunos e à liberdade para definir a estrutura do mapa de conceitos. A isto acresce o facto da professora-investigadora não ter experiência anterior ao PI na implementação de mapas de conceitos ou utilização como elemento de avaliação. Contudo, deve-se notar também que alguns alunos ($n=8$; 17%) se destacaram com um desempenho acima do esperado, alcançando pontuações superiores ao mapa conceptual de referência.

Tendo sido o teste cognitivo realizado em modo colaborativo (a pares), seria de esperar que o momento de avaliação sumativa promovesse, simultaneamente, um momento formativo. Contudo, alguns alunos que apresentaram respostas corretas no teste cognitivo colaborativo não foram capazes de reproduzir esses conhecimentos no mapa de conceitos realizado individualmente, elaborado de seguida. Por exemplo, alguns alunos classificaram corretamente os exemplos de serviços dos ecossistemas no teste mas não foram capazes de fornecer exemplos válidos no mapa de conceitos (Figura 15) ou mesmo de nomear os diferentes tipos de serviços. Nestes casos, os resultados

poderão ser um indício da ausência de uma verdadeira colaboração e aprendizagem entre pares durante a realização do teste cognitivo.

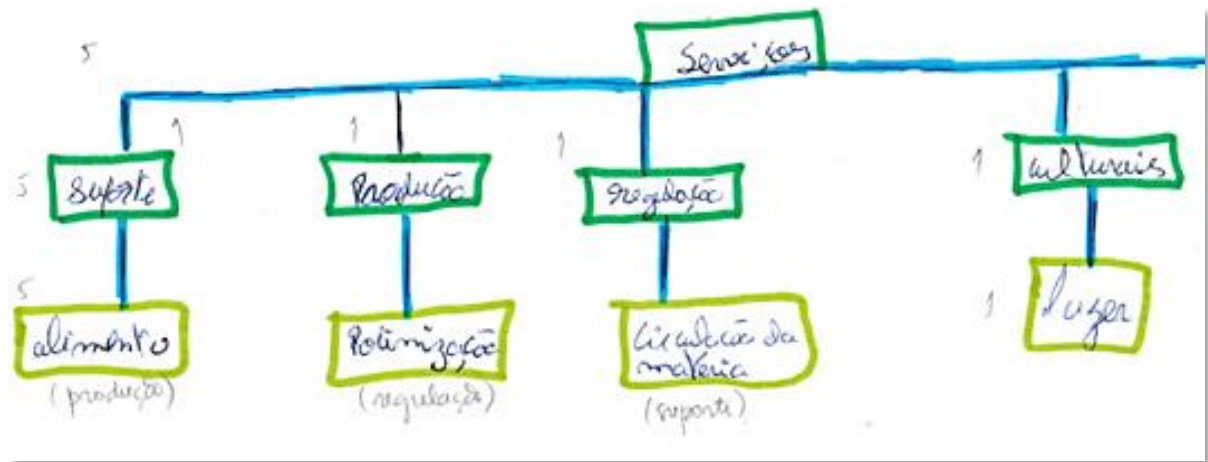


Figura 15 – Aluno não fornece exemplos válidos de serviços dos ecossistemas após ter realizado teste em que o seu grupo classificou corretamente os exemplos de serviços fornecidos.

Este é um ponto negativo assinalado em experiências avaliativas idênticas em que alguns alunos consideram que a responsabilidade da avaliação recai apenas sobre eles, tendo o seu par negligenciado o seu papel colaborativo (Setu et al., 2022). Contudo, deve notar-se que os alunos nunca tinham realizado avaliação nestes moldes. Para que a avaliação em pares seja bem-sucedida, os alunos devem ser capazes de partilhar ideias, refletir sobre perspetivas diferentes da sua e tomem decisões em conjunto (Setu et al., 2022). Para isso, é necessário que a professora-investigadora esclareça os alunos em relação ao potencial da aprendizagem entre pares e à postura que devem adotar na realização dos testes. A avaliação em pares, em complemento da avaliação individual, enquadra-se nos objetivos de desenvolvimento holístico dos alunos na medida em que promove a mobilização de competências de relacionamento interpessoal e desenvolvimento pessoal e autonomia. Ademais, este tipo de avaliação pode ser importante para aumentar a motivação dos alunos em temáticas mais desafiantes (Setu et al., 2022).

6. Conclusões

Neste capítulo serão abordadas as principais conclusões relativas aos objetivos conceptuais e pedagógicos inicialmente propostos, as limitações do estudo realizado e propostas para desenvolvimento futuro e, finalmente, a contribuição deste trabalho para alcançar os objetivos profissionais definidos.

6.1. Conclusões gerais

Este estudo pretendia avaliar o contributo do Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação no desenvolvimento de competências do século XXI, nomeadamente, o *insight* ambiental e a colaboração, através da temática das Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas.

Os alunos demonstraram comportamentos colaborativos, nomeadamente, a nível da motivação e participação e uma melhoria da aprendizagem entre pares e da autonomia, no decorrer do PI. A melhoria dos dois últimos parâmetros poderá estar relacionada com a natureza da atividade, que exigia a mobilização de competências tecnológicas.

Relativamente ao desenvolvimento da competência de *insight* ambiental, os bons resultados obtidos no teste cognitivo não foram totalmente suportados pela prestação nos mapas de conceitos, que testemunha um desempenho mais heterogéneo. A discordância pode estar relacionada com a realização do teste a pares e consequente benefício dos alunos com mais dificuldades e/ou com a pouca experiência dos alunos na elaboração de mapas de conceitos, dificultando a expressão dos conhecimentos individuais dos alunos.

A aquisição de conhecimentos na temática das Perturbações ao Equilíbrio dos Ecossistemas foi promovida nas diversas atividades do PI e apurada através dos elementos avaliativos, de acordo com os objetivos conceptuais previamente decorrentes das aprendizagens essenciais. Os alunos apresentam algumas dificuldades na expressão dos seus conhecimentos através questões de resposta aberta e, como tal, beneficiariam da sua exercitação. Adicionalmente, os professores devem encorajar os alunos no sentido de aumentar a confiança na sua capacidade de interpretar os problemas e estabelecer um raciocínio válido.

Durante a implementação do PI os alunos trabalharam o raciocínio científico através das atividades investigativas desenvolvidas e geraram hipóteses, recolheram dados, transformaram e analisaram resultados e formularam conclusões. Puderam realizar uma

investigação real, acerca da biodiversidade da sua região, usufruindo de um ensino contextualizado e significativo. Tendo as atividades do PI sido baseadas na bioacústica e ecologia das paisagens sonoras, o contributo das aprendizagens na temática do Som, lecionadas em Físico-Química, foi fundamental para a compreensão da informação e análise de dados investigativos. Assim, foi promovida a integração de conhecimentos através da interdisciplinaridade. Os alunos tiveram a oportunidade de realizar captações sonoras e trabalhar com *software* de análise de som, o que promoveu o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de competências tecnológicas. Estas práticas confirmam o cumprimento dos objetivos pedagógicos do PI.

6.2. Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações

O desenvolvimento deste estudo no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada inserida na unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional implicou algumas limitações. Desde logo, a utilização de uma amostra de conveniência e não aleatória. Ainda assim, os resultados do estudo podem ser usados como indicadores para investigações futuras. Os constrangimentos devido à necessidade de cumprimento do currículo e trabalhar as aprendizagens essenciais estipuladas, fazem com que o tempo disponível para a implementação do PI tenha sido reduzido, resultando em apenas um ciclo investigativo. As conclusões decorrentes deste estudo poderão orientar novos ciclos de investigação, melhorando a prática pedagógica *per se* e promovendo o alcance dos objetivos propostos.

Outra limitação prende-se com a pouca experiência dos alunos na elaboração de mapas de conceitos. Adicionalmente, o facto de os mapas não possuírem uma estrutura pré-definida ou uma lista mais completa de conceitos a utilizar aumentou o nível de complexidade da atividade. Seria importante que os alunos ganhassem mais experiência na elaboração deste tipo de mapas de conceitos, com níveis de dificuldade crescentes, no sentido de se familiarizarem com o instrumento e se tornarem confiantes na sua utilização. Os mapas de conceitos foram considerados pelo projeto *Cultivating Diverse Talent in STEM* (CDTIS) um dos instrumentos para a identificação de estudantes excecionalmente talentosos de todos os grupos sociodemográficos (Maker & Zimmerman, 2020). No paradigma atual, não só o conhecimento como também a criatividade e inovação são consideradas competências fundamentais para promover o desenvolvimento científico e tecnológico (Maker & Zimmerman, 2020).

O estudo do desenvolvimento de competências colaborativas poderia beneficiar do recurso a inquéritos ou entrevistas como estratégias de recolha de dados, oferecendo um entendimento mais aprofundado sobre as dinâmicas estabelecidas entre os elementos do grupo e aquilo que motiva os seus comportamentos (Mills & Gay, 2019). O comportamento humano é complexo e moldado por diversos estímulos internos e externos (Moreno, 2010). Assim, a observação do comportamento dos alunos embora forneça informação útil, é também incompleta.

Relativamente às atividades investigativas conduzidas pelos alunos e, em particular, à captura e estudo de sons, poderia ser interessante a utilização de aplicações móveis como o *Merlin Bird ID* (Figura 16), desenvolvido pelo *Cornell Lab of Ornithology*, que permite analisar sons em tempo real e identificar automaticamente as aves que os originaram.

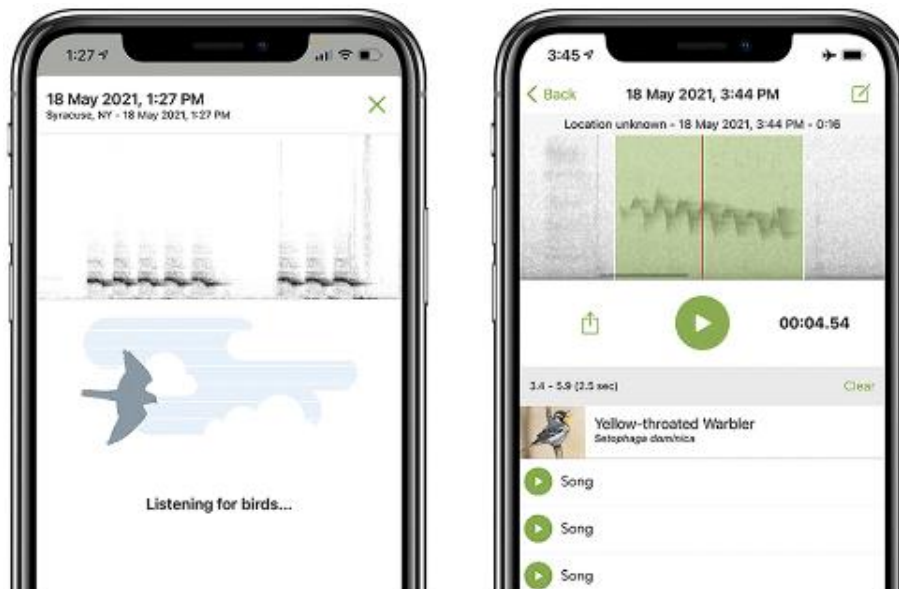


Figura 16 - *Merlin Bird ID*.

Esta é uma aplicação de utilização livre e que torna mais cativante, rápida e fácil a investigação das espécies do local de estudo. Apesar da aplicação estar direcionada apenas para o estudo de aves, excluindo outros seres vivos, as aves são consideradas bons barómetros da saúde do planeta e sensíveis a modificações ambientais (BirdLife International, 2022).

6.3. Contributo do estudo para o desenvolvimento profissional

Nesta seção far-se-á uma reflexão acerca dos objetivos profissionais inicialmente definidos.

Durante a realização deste estudo, a professora-investigadora teve a oportunidade de ganhar experiência na implementação de uma metodologia de ensino-aprendizagem centrada nos alunos, EOABI, e de desenvolver competências enquanto mediadora do processo de aprendizagem. O papel docente no ensino tradicional, predominantemente expositivo e centrado no professor, implica a mobilização de competências distintas das exigidas enquanto mediador e, portanto, o domínio destas diversas competências torna o docente mais capaz e com maior capacidade de adaptação. O PI proporcionou um maior entendimento acerca da gestão do tempo de aula e da sustentação da motivação e atenção dos alunos durante o tempo letivo, bem como a adequação das abordagens e materiais didáticos ao seu nível de conhecimentos e desenvolvimento cognitivo. Paralelamente, possibilitou conhecer os temas e assuntos que inquietam os alunos deste grupo etário e o tipo de atividades que os estimulam e que, sendo incluídas em atividades futuras poderão incentivar o envolvimento dos alunos e o gosto pela aprendizagem, essencial para o sucesso de metodologias centradas nos alunos.

O segundo objetivo estava relacionado com a formação holística dos alunos. Durante a implementação do PI, os alunos puderam desenvolver-se no âmbito de diversas áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória: pensamento crítico e pensamento criativo, raciocínio e resolução de problemas, saber científico, técnico e tecnológico, relacionamento interpessoal, desenvolvimento pessoal e autonomia, sensibilidade estética e artística e bem-estar, saúde e ambiente. A exploração das paisagens sonoras como ferramenta investigativa para a conservação dos ecossistemas, como património natural e como recurso para a produção de criações artísticas possibilitou aos alunos conhecer as suas potencialidades de aplicação. Foi também promovida a responsabilidade dos alunos já que uma das atividades investigativas dependia da gravação de sons de animais sua região, tarefa que os alunos deveriam realizar atempadamente e de forma autónoma e que acarretava desafios técnicos que os alunos tiveram de superar. Além disso, estimulou a curiosidade acerca da fauna da região. A utilização de um *software* de análise de som para a análise dos sons recolhidos pelos alunos exigiu a aplicação dos seus conhecimentos informáticos. Adicionalmente, quer a professora-investigadora, quer os alunos, puderam

ganhar experiência na implementação de estratégias avaliativas enquadradas numa conceção mais holística da educação.

Este trabalho permitiu à professora-investigadora ampliar os seus conhecimentos no âmbito da Investigação em Ciências Sociais, desde a sua planificação à elaboração do relatório, passando pela seleção dos instrumentos de recolha de dados e sua análise, tendo em conta o cumprimento de questões éticas e a garantia da validade e fidelidade dos dados recolhidos.

Referências

Almeida-Gomes, M., Prevedello, J. A., Scarpa, D. L., & Metzger, J. P. (2016). Teaching landscape ecology: the importance of field-oriented, inquiry-based approaches, *Landscape Ecology*, 31, 929-937.

Arends, R. I. (2012). *Learning to teach*. (9ª edição). McGraw-Hill.

Barros, P. (2014). Pasos agrícola inferiores de carreteras: su importancia para los murciélagos como refugio y lugar para cruzar la vía. *Barbastella*, 7(1).

Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Shuman, L. J., & Wolfe, H. (2004). Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 93(2), 105-115.

<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00795.x>

Bingölbalı, E., & Cevik, H. F. (2022). How Do Middle School Mathematics Teachers Conceptualize Open-Ended Questions?. *Mimbar Sekolah Dasar*, 9(1), 140-160.

<https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v9i1.43742>

BirdLife International. (2022). *State of the World's Birds 2022: Insights and solutions for the biodiversity crisis*. BirdLife International.

Bozeman, R., Mallett, R. K., Mitchell, L., & Tindale, R. S. (2023). May We Take the Test as a Group? Examining Group Processes and Member Learning in a Collaborative Testing Environment. *Active Learning in Higher Education*, 0(0).

<https://doi.org/10.1177/14697874231163340>

Boud, D., Cohen, R., & Sampson, J. (2006). Peer Learning and Assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24(4), 413-426.

Cañas, A. J., Novak, J. D., & González, F. M. (2004). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping (Vol. 1)*. Universidade Pública de Navarra.

Cardoso, A. P. P. O. (2014). *Inovar com a investigação-ação: desafios para a formação de professores*. Imprensa da Universidade de Coimbra.

[CBSE] Central Board of Secondary Education. (2020). *21st Century Skills – A Handbook*. Central Board of Secondary Education of India.

<http://14.139.60.153/handle/123456789/13642>

- Chu, S., Reynolds, R., Notari, M., Tavares, N., & Lee, C. (2017). *21st Century Skills Development through Inquiry Based Learning: From Theory to Practice*. Springer.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018) *Research Methods in Education*. (8ª edição). Taylor & Francis.
- Coombs, P. H. (1970). *What is educational planning?* UNESCO.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas*. Edições Almedina, S. A.
- DeBoer, G. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L. B., & Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (1.ª edição, pp. 17-35). Springer.
- [DGE] Direção-Geral da Educação. (2017). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória*. Editorial do Ministério de Educação e Ciência.
http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22(2017), 194-214. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.002>
- Dourado, L. (2001) Trabalho Prático, Trabalho Laboratorial, Trabalho de Campo e Trabalho Experimental no Ensino das Ciências – contributo para uma clarificação de termos. In Veríssimo, A., Pedrosa, A., & Ribeiro, R. (Eds.), *(Re)Pensar o Ensino das Ciências* (1.ª edição, pp. 13-18) Ministério da Educação
- Ergül, R., Simsekli, Y., Çalis, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, S., & Sanli, M. (2011). The effects of Inquiry-Based Science Teaching on Elementary School Students' Science Process Skills and Science Attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 5(1), 48-68.
- Gadotti, M.(2008). *Educar para a Sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável*. Instituto Paulo Freire.
- Gottesman, B. L., Olson, J. C., Yang, S., Acevedo-Charry, O., Francomano, D., Martinez, F. A., Appeldoorn, R. S., Mason, D. M., Weil, E., Pijanowski, B. C. (2021). What does resilience sounds like? Coral reef and dry forest acoustic communities respond differently to Hurricane Maria. *Ecological Indicators*, 126(2021), 107635.

Happel, R. E., & Happel, R. J. (2020). Soundscape ecology. In M. I. Goldstein & D. A. DellaSala (Eds.), *Encyclopedia of the World's Biomes* (pp. 195–202). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12008-1>

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP).

[IAVE] Instituto de Avaliação Educativa (2021, fevereiro-março). *Perfil dos alunos, flexibilidade curricular e avaliação externa*.

Ílter, I. (2021). The Relationship between Academic Amotivation and Academic Achievement: A Study on Middle School Students. *Journal of Theoretical Educational Science*, 14(3), 389-410.

Jäckel, D., Mortega, K. G., Sturm, U., Brockmeyer, U., Khorramshahi, O., & Voigt-Heuche, S. L. (2021). Opportunities and limitations: A comparative analysis of citizen science and expert recordings for bioacoustics research. *PLoS ONE*, 16(6): e0253763. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0253763>

Kabatas Memis, E., & Karakus, E. (2021). Na Evaluation of Academic Achievements Through The Use of Argument And Concept Maps Embedded in Argumentation Based Inquiry. *Asia Pacific Education Review*, 2021(22), 463-481.

Karadag, N., Yuksekdog, B. B., Akyildiz, M., & Ibileme, A. I. (2021). Assessment and Evaluation in Open Education System: Students' Opinions About Open-Ended Question (OEQ) Practice. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22(1), 179-193.

Lai, E. R. (2011). *Collaboration: A Literature Review*. Pearson.

Lamb, S., Maire, Q., & Doecke, E. (2017). *Key Skills for the 21st Century: an evidence-based review*. Estado de New South Wales (Departamento de Educação da Austrália).

Maker, C. J., & Zimmerman, R. H. (2020). Concept Maps as Assessment of Expertise: Understanding of the Complexity and Interrelationships of Concepts in Science. *Journal of Advanced Academics*, 31(3), 254-297. <https://doi.org/10.1177/1932202X20921770>

Mills, G. E., & Gay, L. R. (2019). *Educational Research. Competences for analysis and applications*. (12.^a edição). Pearson

Molles, M. C. (2016). *Ecology. Concepts & Applications*. (7.^a edição). McGraw Hill.

Moreira, M. A., & Massini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. (1ª edição). Moraes Editora.

Moreira, M. (2010). *Mapas Conceptuais e Aprendizagem Significativa*. Centauro Editora

Moreno, R. (2010). *Educational Psychology*. Wiley & Sons.

Novak, J. D., & Gowin, B., (1984) *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.

O'Connor, R. (2011, dezembro 16). *The use of mind maps as an assessment tool*. International Conference on Engaging Pedagogy (ICEP11). Dublin, Ireland.

[P21CL] Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st century learning. Definitions*.

https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFBK.pdf

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14(2015), 47-61.

Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecology*, 2011(26), 1213-1232.

Ribeiro, T. & Orion, N. (2021). Educating for Holistic View of the Earth System: A Review. *Geosciences*, 11(485).

Sarwanto, Fajari, L. E. W., & Chumdari. (2021). Open-Ended Questions to Assess Critical-Thinking Skills in Indonesian Elementary School. *International Journal of Instruction*, 14(1), 615-630. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14137a>

Scherer, H., Holder, L., Herbert, B. (2017). Student Learning of Complex Earth Systems: Conceptual Frameworks of Earth Systems and Instructional Design. *Journal of Education*, 65(2017), 473-489.

Setu, S. A., Basar, N., Mamat, C. R., Maarof, H., Bakar, M. B., & Chandren, S. (2022). Better Together? Enhancing Students Performance in Chemical Kinetics Through Pair-test Assessment. In *AIP Conference Proceedings* 2433, 030015. <https://doi.org/10.1063/5.0073410>

Sousa, P., Gomes, D., & Formigo, N. (2020). Ecosystem services in environmental impact assessment. *Energy reports*, 6(2020), 466-471.

Sueur, J., & Krause, B. (2021). Acoustic biodiversity. *Current Biology*, 31, R1-R2.

The Center for Global Soundscapes (2022, dezembro, 27) *Record the Earth*
<https://www.recordtheearth.org/>

The Center of Global Soundscapes (2019). *Your Ecosystem Listening Labs (YELLS): The Science of Soundscape Ecology Instructor's Guide, Grades 5-8*. (6.º edição). Perdue University.

Torres, R., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., Sá, P., & Moreira, G. (2017). Education for Sustainable Development: an Exploratory Study in a Portuguese University. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(6), 956-970.

Vasconcelos, C. & Orion, N. (2021). Earth Science Education as a Key Component of Education for Sustainability. *Sustainability*, 13(1316).

Apêndices

Apêndice I – Planificações do PI, global e individuais.

Planificação Global do PI

Público-alvo	Alunos do 8º ano do Ensino Básico
Domínio / Tema	Sustentabilidade na Terra
Subdomínio / Capítulo	Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas.
Conceitos	Desenvolvimento sustentável; serviços dos ecossistemas; tecnologias aplicadas à conservação; paisagens sonoras; bioacústica; biodiversidade; subsistemas terrestres; <i>insight</i> ambiental; trabalho colaborativo.
Resumo	Os alunos desenvolvem o seu <i>insight</i> ambiental através da investigação de perturbações nos ecossistemas na proximidade da escola, como a perda e a fragmentação dos habitats. Trabalham colaborativamente e com recurso a tecnologias de som aplicadas à conservação da biodiversidade.
Pré-requisitos	Os alunos deverão possuir conhecimentos relativos a: • Subsistemas da Terra e suas potencialidades na geração da vida no planeta; • Ciclos de matéria e modo como as atividades dos seres vivos promovem a sua reciclagem nos ecossistemas. • Ciclos da água, do carbono e do oxigénio.
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	Os alunos: • exploram os fenómenos de perda e fragmentação dos habitats e o seu impacto na biodiversidade; • analisam a relação entre a biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas a perturbações ambientais. 
Aprendizagens essenciais transversais	• Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais e de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados. • Reconhecer que a ciência é uma atividade humana com objetivos, procedimentos próprios, através da exploração de acontecimentos, atuais e/ou históricos, que documentem a sua natureza.

	• Articular saberes de diferentes disciplinas para aprofundar temáticas abordadas em Ciências Naturais.
Aprendizagens essenciais	• Discutir causas e consequências da alteração dos ecossistemas, justificando a importância do equilíbrio dinâmico dos ecossistemas e do modo como a sua gestão pode contribuir para alcançar as metas de um desenvolvimento sustentável. • Discutir opções para a conservação dos ecossistemas e o seu contributo para as necessidades humanas, bem como a importância da ciência e da tecnologia na sua conservação.
Áreas de Competências do Perfil do Aluno	• Raciocínio e resolução de problemas • Saber científico, técnico e tecnológico • Pensamento crítico e pensamento criativo • Relacionamento interpessoal • Desenvolvimento pessoal e autonomia • Sensibilidade estética e artística • Bem-estar, saúde e ambiente
Metodologia de ensino	Ensino orientado para a aprendizagem baseada na investigação.
Estratégias de ensino	Trabalho prático. Jogo. Exposição. Discussão.
Duração	7 tempos letivos de 50 minutos.
Questões	1 Qual a importância das passagens agrícolas inferiores (túneis) para os morcegos? 2 Como varia a biodiversidade ao longo do território?
Recursos didáticos	• Apresentações <i>PowerPoint</i> • Fichas de Trabalho • Vídeos na temática das paisagens sonoras • Mapas de conceitos • Teste cognitivo
Materiais	• Manual escolar • Dispositivos com acesso à internet • Quadro branco e canetas • Computadores • Auscultadores • Projetor
Bibliografia	Almeida-Gomes, M., Prevedello, J. A., Scarpa, D. L., & Metzger, J. P. (2016). Teaching landscape ecology: the importance of field-oriented, inquiry-based approaches, <i>Landscape Ecology</i> , 31, 929-937.

Barros, P. (2014). Pasos agrícolas inferiores de carreteras: su importancia para los murciélagos como refugio y lugar para cruzar la vía. *Barbastella*, 7(1).

BirdLife International. (2022). *State of the World's Birds 2022: Insights and solutions for the biodiversity crisis*. BirdLife International.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2011). *Campbell biology* (9.^a edição). Pearson.

[DGE] Direção-Geral da Educação. (2017). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória*. Editorial do Ministério de Educação e Ciência.

Gannon, M. R., & Bovard, B. N. (2016). The Value of Bats: Keystone Species in the Keystone State. In C. M. Butchkoski, D. M. Reeder, G. G. Turner, & H. P. Whidden (Eds.), *Conservation and Ecology of Pennsylvania's Bats* (pp. 5-31). The Pennsylvania Academy of Science.

Happel, R. E., & Happel, R. J. (2020). Soundscape ecology. In M. I. Goldstein & D. A. DellaSala (Eds.), *Encyclopedia of the World's Biomes* (pp. 195–202). Elsevier.

[ICNF] Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. (2013). *Atlas dos Morcegos de Portugal Continental*. ICNF.

Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecology*, 2011(26), 1213-1232.

Rainho, A., Amorim, F., Marques, J. T., Alves, P., & Rebelo, H. (2011) *Chave de identificação de vocalizações de morcegos de Portugal continental*. ICNF.

Sousa, P., Gomes, D., & Formigo, N. (2020). Ecosystem services in environmental impact assessment. *Energy reports*, 6(2020), 466-471.

Sueur, J., & Krause, B. (2021). Acoustic biodiversity. *Current Biology*, 31, R1-R2.

The Center of Global Soundscapes (2019). *Your Ecosystem Listening Labs (YELLS): The Science of Soundscape Ecology Instructor's Guide, Grades 5-8*. (6.º edição). Perdue University.

PLANIFICAÇÃO | 8º ano

Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas

Estagiária:	Rute Vidal	Nº aulas:	7	Duração:	350 min
Organizador:	Sustentabilidade na Terra.				
Subtemas:	Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas.				
Aprendizagens Essenciais:	• Discutir causas e consequências da alteração dos ecossistemas, justificando a importância do equilíbrio dinâmico dos ecossistemas e do modo como a sua gestão pode contribuir para alcançar as metas de um desenvolvimento sustentável. • Discutir opções para a conservação dos ecossistemas e o seu contributo para as necessidades humanas, bem como a importância da ciência e da tecnologia na sua conservação.				
Conceitos:	Biodiversidade; Tecnologias da Conservação; Paisagens sonoras; bioacústica.				
Avaliação:	Teste cognitivo; mapa de conceitos.				

Planificação da 1ª aula					
Estagiária:	Rute Vidal		Duração:	50 min	Data: 14/03/2023
Sumário:	Serviços dos ecossistemas.				
Áreas de competência: Saber científico, técnico e tecnológico.					
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula		Recursos Didáticos	
Exposição		1. Apresentação introduzindo o capítulo “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”. Abordagem ao tema “Serviços dos ecossistemas”.		• Apresentação “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”.	
Trab. prático		2. Realização de ficha formativa, com sistematização de conteúdos		• Ficha formativa “Serviços dos Ecossistemas”	
		3. Construção de mapa de conceitos.		• Mapa de conceitos.	

Planificação 2ª aula

Planificação 2ªaula					
Estagiária:	Rute Vidal		Duração:	50 min	Data: 15/03/2023
Sumário:	Tecnologias aplicadas à conservação dos ecossistemas.				
Áreas de competência: Pensamento crítico e pensamento criativo; Raciocínio e resolução de problemas; Relacionamento interpessoal.					
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula		Recursos Didáticos	
Role play		1. Introdução ao <i>Role play</i>: os alunos são investigadores do Instituto de Conservação dos Morcegos (ICM) e trabalham em equipas com o objetivo avaliar a importância das passagens agrícolas inferiores para os morcegos, nomeadamente, o seu impacto na mobilidade entre habitats. 2. Parte I: Alunos recolhem informação sobre a ecologia e o comportamento dos morcegos bem como sobre as tecnologias aplicadas ao estudo e conservação destas espécies. De seguida, selecionam, justificando, as tecnologias que pretendem usar na sua investigação e submetem à “direção” do ICM. 3. Parte II: Alunos recebem os resultados da investigação e realizam a sua análise.		• Vídeos “Morcegos” e “Tecnologias da conservação”. • “Cartas ICM” • Fichas de exploração Parte I (Formulário 1) e Parte II (Análise e discussão de resultados)	
Trab. prático					
Trab. prático					

Planificação 3ªaula				
Estagiária:	Rute Vidal	Duração:	50 min	Data: 17/03/2023
Sumário:	Atividades práticas: Biodiversidade; Fragmentação e destruição de habitat.			
Áreas de competência: Pensamento crítico e pensamento criativo; Relacionamento interpessoal.				
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula		Recursos Didáticos
Trab. prático		1. Formação dos grupos de trabalho e introdução à atividade através de banda desenhada sobre causas e consequências da fragmentação e destruição de habitat. 2. Atividade 1: perante 3 florestas diferentes, alunos determinam qual o ecossistema com maior biodiversidade com base em 1) diversidade de espécies; 2) abundância relativa das espécies. 3. Atividade 2: alunos exploram o “custo” da deslocação entre habitats de espécies com diferentes mobilidades (ave, raposa e rã).		- Ficha de Trabalho Formativa “Fragmentação e destruição de habitat”. - Modelo didático de floresta.

Planificação 4ªaula				
Estagiária:	Rute Vidal	Duração:	50 min	Data: 21/03/2023
Sumário:	Biodiversidade acústica. Tecnologias do som aplicadas à conservação dos ecossistemas.			
Áreas de competência: Saber científico, técnico e tecnológico; Bem-estar, saúde e ambiente; Sensibilidade estética e artística.				
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula		Recursos Didáticos
Exposição Discussão Jogo Exposição		1. Visualização do vídeo “This is what extinction sounds like” e excerto do video “Bernie Krause: The voice of the natural world”. 2. Apresentação “Cada ecossistema é uma orquestra”. 3. Discussão acerca do potencial das paisagens sonoras em estudos de conservação. 4. Jogo: Identificar biofonias, geofonias e antropofonias. 5. Introdução aos espectrogramas. Exemplos de espectrogramas de espécies características da região. 6. Visualização de vídeo “Southeast Asian Forest (Music Video) feat. DJ Ecotone Wild Beats”		• Apresentação “Tecnologia aplicada à conservação dos ecossistemas”. Vídeos: • “This is what extinction sounds like” • “Bernie Krause: The voice of the natural world”. • “Southeast Asian Forest (Music Video) feat. DJ Ecotone Wild Beats”
TPC: Alunos gravam uma paisagem sonora na sua área de residência, com recurso a telemóvel.				

Planificação 5ª aula				
Estagiária:	Rute Vidal	Duração:	50 min	Data: 22/03/2023

Sumário:	Trabalho prático: Como varia a biodiversidade com a ocupação de território?		
Áreas de competência: Saber científico, técnico e tecnológico; Raciocínio e resolução de problemas; Relacionamento interpessoal; Desenvolvimento pessoal e autonomia.			
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula	Recursos Didáticos e materiais
Trab. Prático		1. Formação dos grupos de trabalho e explicação do funcionamento da atividade. 2. Parte I: Alunos exploram o software <i>Audacity</i>, criando antropofonias (sons humanos). 3. Parte II: Alunos utilizam o <i>Audacity</i> para analisar a biodiversidade de vários pontos de pontos da região, com base na diversidade de biofonias (sons com origem em seres vivos).	• Computador • <i>Audacity</i>® • Auscultadores • Microfone • Ficha de trabalho formativa “À escuta dos ecossistemas” • Tutorial <i>Audacity</i>®

Planificação 6ªaula						
Estagiária:	Rute Vidal		Duração:	50 min	Data:	28/03/2023
Sumário:	Trabalho prático: Como varia a biodiversidade com a ocupação de território? (Continuação).					
Áreas de competência: Bem-estar, saúde e ambiente; Pensamento crítico e pensamento criativo; Relacionamento interpessoal.						
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula			Recursos Didáticos	
Trab. prático Discussão		1. Parte III: Alunos partilham os seus resultados, discutem-nos em turma e concluem acerca da questão-problema. 2. Discussão acerca do método científico.			• Apresentação “Tecnologias aplicadas à conservação dos ecossistemas – conclusão”.	

Planificação 7ª aula						
Estagiária:	Rute Vidal		Duração:	50 min	Data:	27/03/2023
Sumário:	Avaliação escrita.					
Estratégia	Duração (min)	Desenvolvimento da aula			Recursos Didáticos	
		Realização de Teste cognitivo e mapa de conceitos.			• Mapa de Conceitos • Teste cognitivo	

Apêndice II – PowerPoint “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas”







DE QUE SE ALIMENTAM OS MORCEGOS?



Os morcegos alimentam-se de insetos que prejudicam as culturas agrícolas.

Insetívoros



CONTROLO DE PRAGAS

Serviço de regulação

Biosfera <-> Biosfera

DE QUE SE ALIMENTAM OS MORCEGOS?



Frugívoros



Nectarívoros

POLINIZAÇÃO

DISPERSÃO DE SEMENTES



Serviço de regulação

Biosfera <-> Biosfera



**PURIFICAÇÃO
DA
ÁGUA**

Serviço de regulação

Biosfera <-> Hidrosfera



**CIRCULAÇÃO DE
MATÉRIA**

**FORMAÇÃO DE
SOLO**

Serviço de Suporte

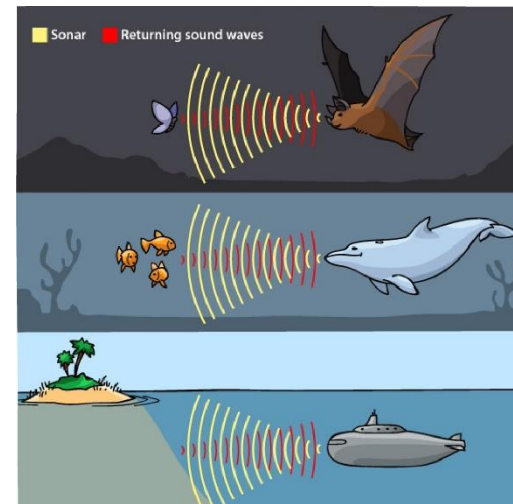
Biosfera <-> Geosfera



**EXCREÇÕES DE
MORCEGO**

GUANO

Os excrementos de morcego são um fertilizante muito procurado para solos agrícolas.



■ Sonar ■ Returning sound waves

**O QUE
APRENDEMOS
COM OS
MORCEGOS?**

SONAR



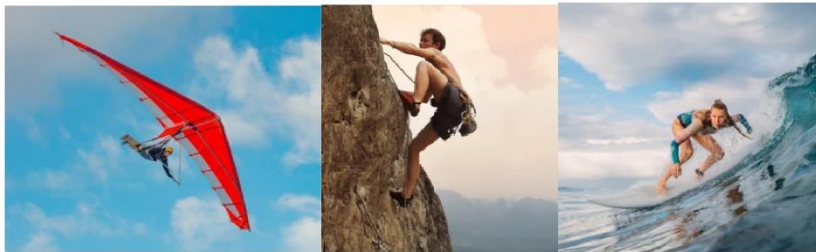
INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA

LAZER

Serviços Culturais e de Informação

Biosfera <-> Biosfera

DESPORTO | INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA | LAZER



Serviços Culturais e de Informação

Biosfera <-> Atmosfera | Geosfera | Hidrosfera



ALIMENTAÇÃO



Serviços de Produção

Biosfera <-> Biosfera



COMBUSTÍVEIS
FÓSSEIS

Serviços de Produção

Biosfera <-> Geosfera

MEDICAMENTOS



Serviços de Produção

Biosfera <-> Biosfera

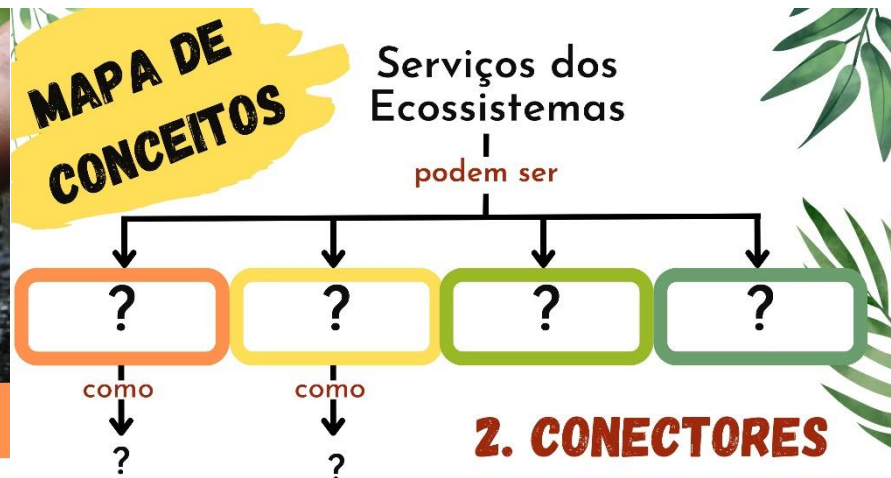


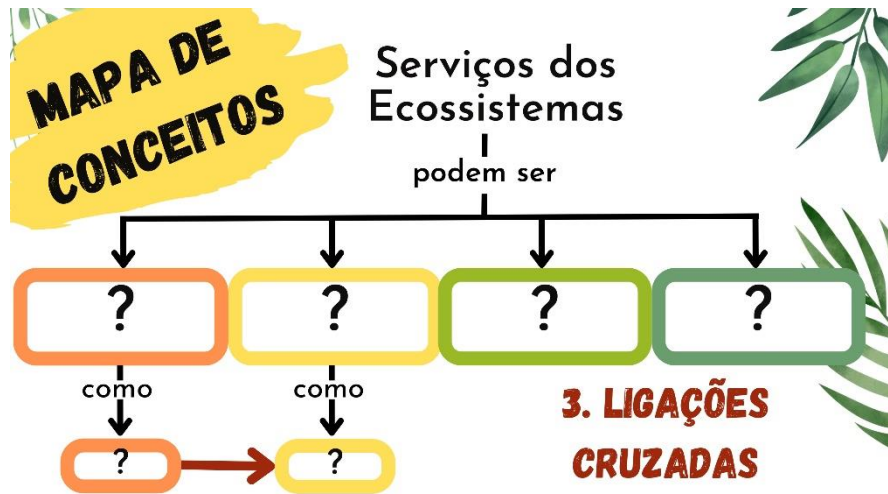
ÁGUA para CONSUMO



Serviços de Produção

Biosfera <-> Hidrosfera





Apêndice III – Ficha de Trabalho Formativa “Serviços dos Ecossistemas”

FICHA DE TRABALHO DE _____

_____,º ANO DE ESCOLARIDADE

Serviços Dos Ecossistemas.

| DATA: _____

NOME: _____ | N.º _____ | TURMA: _____

SERVIÇOS DOS ECOSSISTEMAS

Serviços de
Produção

Serviços de
Regulação

Serviços
Culturais e de
Informação

Serviços de
Suporte

Apêndice IV – Mapa de conceitos inicial

NOME: _____ | N.º _____ | ANO: _____ | TURMA: _____

MAPA DE CONCEITOS

Partindo da questão colocada, completa o diagrama com os conceitos que consideres adequados. Podes utilizar todos os conceitos da lista fornecida e acrescentar outros novos.

Qual a importância da manutenção do equilíbrio dos ecossistemas?



Terra

é composta pelos subsistemas

que inclui

é o conjunto dos

Ecosistemas

que fornece aos humanos

compostos por

como

ou

Combustíveis fósseis

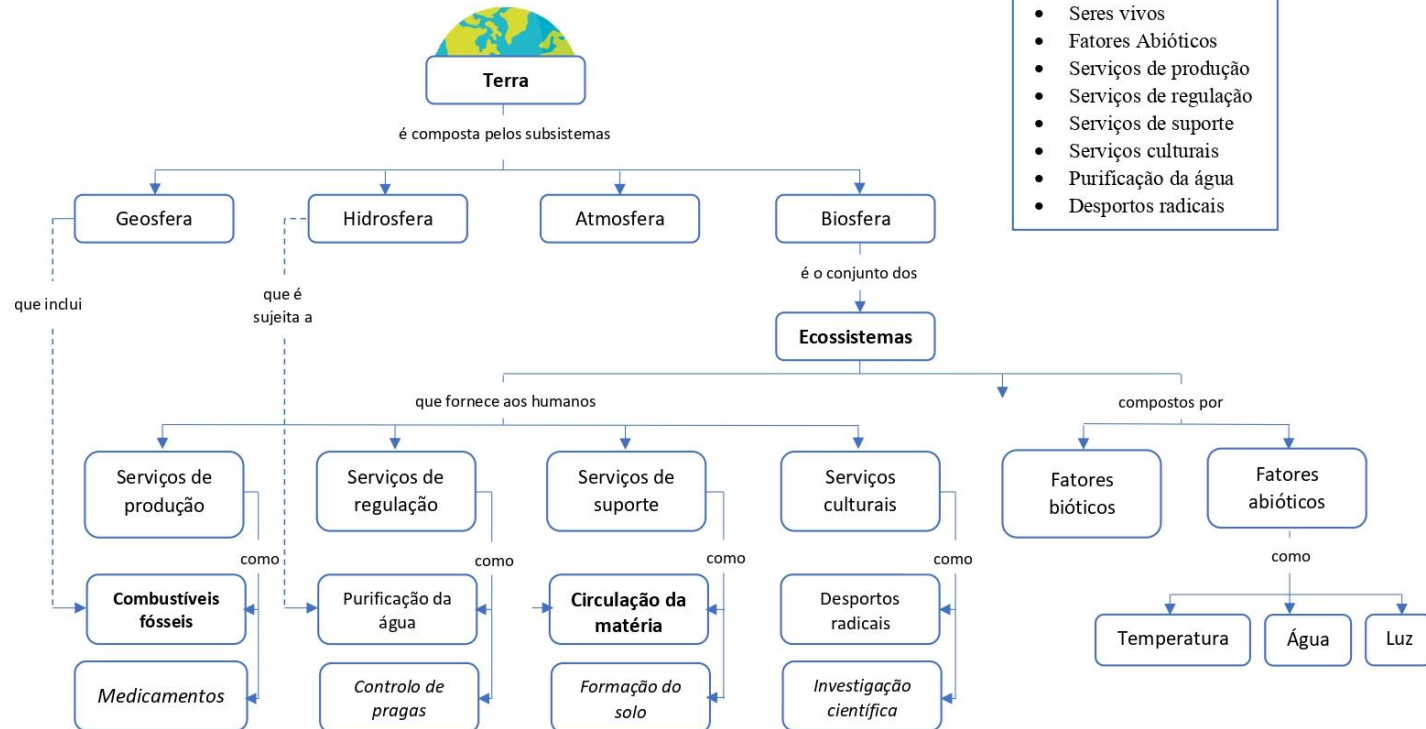
Lista de conceitos:

- Desportos radicais
- Purificação da água
- Biosfera
- Fatores bióticos
- Geosfera
- Serviços de suporte
- Fatores abióticos
- Serviços de produção
- Atmosfera
- Serviços de regulação
- Hidrosfera
- Serviços culturais

MAPA DE CONCEITOS

Partindo da questão colocada, completa o diagrama com os conceitos que consideres adequados. ' Podes utilizar todos os conceitos da lista fornecida e acrescentar outros novos.

Qual a importância da manutenção do equilíbrio dos ecossistemas?



Apêndice V – Guia de exploração “ICM” – Parte I

Caros Investigadores,

Está a aproximar-se a data limite para a submissão final do vosso Projeto de Investigação “Qual a importância das passagens agrícola inferiores para os morcegos?”.

Em anexo, encontra-se o documento apresentado pelo vosso grupo à direção do Instituto com a situação-problema que pretendem estudar.

Por favor, completem o **Formulário 1** com as informações em falta, até ao dia 15 de março.

Bom trabalho!

Instituto de Conservação dos Morcegos

FORMULÁRIO 1

VÍDEO 1

shorturl.at/wILST

COMPORTAMENTO DOS MORCEGOS

Assistam ao vídeo 1 e conheçam melhor os morcegos.

Complete o quadro abaixo.

Comportamento dos morcegos durante...

DIA

NOITE

PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

Assistam ao vídeo 2 e explorem que equipamentos são usados para estudar morcegos.

Selecione 2 equipamentos para estudar a diversidade de espécies de morcegos dos túneis, colocando um X no espaço adequado.

Justifique as vossas opções com base nas aplicações e vantagens desses equipamentos e indicando a melhor altura do dia o usar.

EQUIPAMENTOS

JUSTIFICAÇÃO

Redes de captura

Detetor de ultrassons

X

Câmara fotográfica

Câmara fotográfica de alta velocidade com flash

Câmara com imagem térmica

. Usada para fotografar os morcegos e reconhecer características do seu corpo (tamanho, tipo de orelhas ou de nariz ...).

. A melhor altura para a usar é durante o dia enquanto os morcegos se encontram em repouso nos seus abrigos.

FORMULÁRIO 1

COMPORTAMENTO DOS MORCEGOS

-  Assistam ao vídeo 1 e conheçam melhor os morcegos.
-  Completem o quadro abaixo.

Comportamento dos morcegos durante...

DIA 	NOITE 
Descansam nos seus abrigos em cavernas, edifícios antigos ou árvores.	Animais noturnos - ativos à noite. Caçam utilizando a ecolocalização.

VÍDEO 1
shorturl.at/wILST



PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

-  Assistam ao vídeo 2 e explorem que equipamentos são usados para estudar morcegos.
- 
 - Seleccionem 2 equipamentos para estudar a diversidade de espécies de morcegos dos túneis, colocando um **X** no espaço adequado.
 - Justifiquem as vossas opções com base nas aplicações e vantagens desses equipamentos e indicando a melhor altura do dia o usar.

VÍDEO 2
shorturl.at/bgyS5



	EQUIPAMENTOS	JUSTIFICAÇÃO
X	Redes de captura	. Usada para capturar os morcegos durante o voo e reconhecer características do seu corpo. É útil porque algumas espécies não são detetadas pelo som. A melhor altura para a usar é durante a noite quando os morcegos estão ativos a caçar.
X	Detetor de ultrassons	. Usada para identificar as espécies de morcegos pelos ultrassons que emitem durante a ecolocalização. Cada espécie emite um som próprio. A melhor altura para a usar é durante a noite quando os morcegos estão ativos a caçar e utilizam a ecolocalização.
X	Câmara fotográfica	. Usada para fotografar os morcegos e identificar a espécie através das características do seu corpo (tamanho, tipo de orelhas, ...) . A melhor altura para a usar é durante o dia enquanto os morcegos se encontram em repouso nos seus abrigos.
	Câmara fotográfica de alta velocidade com flash	. Usada para fotografar os morcegos em atividade e identificar a espécie através das características do seu corpo. A melhor altura para a usar é durante a noite quando os morcegos estão ativos a caçar. (Equipamento não está disponível.)
	Câmara com imagem térmica	(Este equipamento é bom para localizar e estudar os comportamentos dos animais mas não permite identificar as espécies de morcego.)

Apêndice VI – Guião de Exploração “ICM” – Parte II.

Objetivos da atividade

- Investigar a importância das passagens agrícolas inferiores para a mobilidade dos morcegos.
- Conhecer os serviços dos ecossistemas prestados por morcegos.
- Conhecer algumas tecnologias aplicadas na conservação dos ecossistemas.
- Desenvolver competências de trabalho colaborativo.

GUIA DE ATIVIDADE FORMATIVA

8.º ANO DE ESCOLARIDADE

TECNOLOGIAS APLICADAS À CONSERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS

| DATA: _____

NOME: _____

| N.º _____

| TURMA: _____



ANEXO

PROJETO DE INVESTIGAÇÃO

Título:

Qual a importância das passagens agrícolas inferiores (túneis) para os morcegos?

Situação-problema:

As estradas são infraestruturas cada vez mais presentes nas paisagens atuais. Melhoram a comunicação humana e desempenham um papel social importante na sociedade. Contudo, têm diversos impactos negativos na vida selvagem: além de destruir e fragmentar o habitat natural, a sua construção provoca a perda de biodiversidade em todo o mundo. Os morcegos são particularmente vulneráveis já que, por procurarem alimento numa área muito dispersa, tendem a colocar-se frequentemente em contacto com estradas.

Hipótese:

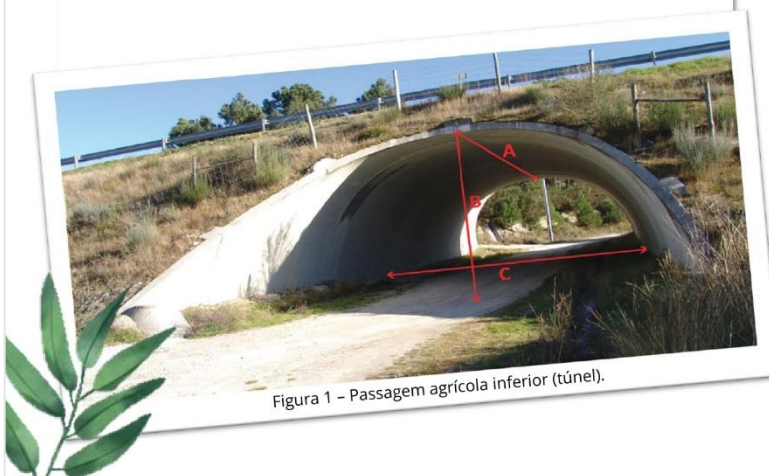


Figura 1 – Passagem agrícola inferior (túnel).



Figura 2 – Localização da área de estudo.

A tua equipa decidiu investigar a
 Diversidade de Espécies de
 Morcegos
 existente nas
 5
 Túneis
 distribuídos ao longo de um
 troço da estrada N212,
 situada no norte de Portugal.



Figura 3 – Ocupação do solo (habitats) ao longo da estrada N212.

RESULTADOS

Após 9 meses de trabalho de campo a vossa equipa identificou morcegos de várias espécies nas fissuras das passagens (Quadro 1) e a voar através delas (Quadro 2).

Quadro 1 - Espécies identificadas nas fissuras dos túneis, com CÁMARA FOTOGRÁFICA.

		PASSAGENS				
		I	II	III	IV	V
	<i>Myotis daubentonii</i>					
	<i>Myotis myotis</i>					
	<i>Nyctalus leisleri</i>					
	<i>Plecotus auritus</i>					
	<i>Eptesicus sp.</i>					
	<i>Pipistrellus sp.</i>					

Quadro 2 - Identificação de espécies de morcegos nos 5 túneis, com recurso a REDES DE CAPTURA e DETETOR DE ULTRASSONS.

		TÚNEL I	TÚNEL II	TÚNEL III	TÚNEL IV	TÚNEL V
Comprimento do túnel (m)		28	34	28	38	42
Habitat dominante		Agrícola	Matagal	Matagal	Vinhas	Vinhas
Espécies identificadas	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>					
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>					
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>					
	<i>Myotis daubentonii</i>					
	<i>Myotis escalerae</i>					
	<i>Myotis myotis</i>					
	<i>Nyctalus leisleri</i>					
	<i>Plecotus austriacus</i>					
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>					
	<i>Rhinophilus hipposideros</i>					
	<i>Rhinophilus mehelyi</i> / <i>R. euryale</i>					
	<i>Myotis myotis</i> / <i>M. blythii</i>					
	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>E. isabellinus</i>					
	<i>Plecotus auritus</i> / <i>P. austriacus</i>					
Total de espécies		8 - 10	6	4	7 - 9	7 - 9
Nº cruzamentos por hora		16	38	28	52	62

Legenda:



Espécie identificada com detetor de ultrassons.



Espécie identificada por captura em redes.

ANÁLISE DE RESULTADOS

✎ Analisem os resultados, preenchendo os campos que se seguem.

1. Comparação da diversidade de espécies em cada túnel

1.1. Analisem o Quadro 2 dos resultados e selecionem as opções adequadas.

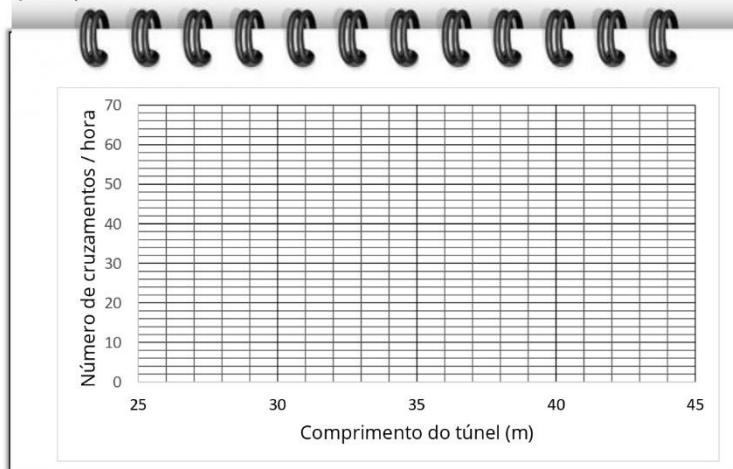
Quais os túneis em que observou maior diversidade de espécies?

☐ Túnel 1 ☐ Túnel 2 ☐ Túnel 3 ☐ Túnel 4 ☐ Túnel 5

1.2. De acordo como quadro 2, que fator poderá estar relacionado com a diversidade de espécies encontrada nos túneis?

2. Influência do comprimento da passagem

2.1. Completa o gráfico que relaciona o comprimento de cada túnel com o número de vezes que os morcegos o atravessaram por hora (Nº cruzamentos / hora).



2.2. Qual a influência do comprimento dos túneis na frequência com que são usados pelos morcegos para "atravessar a estrada"?

3. Utilidade dos túneis para os morcegos

3.1. Para que estavam os morcegos a usar os túneis? Verifiquem a vossa hipótese inicial.

PUBLICAÇÃO

✎ Com base na vossa investigação, publiquem um cartaz dirigido aos produtores agrícolas da região em que refiram:

- Os serviços dos ecossistemas prestados pelos morcegos;
- Os territórios em que os túneis são usados por maior variedade de morcegos;
- Porque é que os túneis sob as estradas são importantes.

MORCEGOS
SÓ
INCOMODAM!



Objetivos da atividade

- **Investigar** a importâncias das passagens agrícolas inferiores para a mobilidade dos morcegos.
- Conhecer os **serviços dos ecossistemas** prestados por morcegos.
- Conhecer algumas **tecnologias** aplicadas na conservação dos ecossistemas.
- Desenvolver competências de trabalho **colaborativo**.

GUIA DE ATIVIDADE FORMATIVA

8.º ANO DE ESCOLARIDADE

TECNOLOGIAS APLICADAS À CONSERVAÇÃO DOS
ECOSSISTEMAS

| DATA: _____

NOME: _____

| N.º _____

| TURMA: _____

OCFN - 8º ano

ICM



Instituto de
Conservação
dos Morcegos

Perturbações no
equilíbrio dos
ecossistemas

ANEXO

PROJETO DE INVESTIGAÇÃO

Título:

Qual a importância das passagens agrícolas inferiores (túneis) para os morcegos?

Situação-problema:

As estradas são infraestruturas cada vez mais presentes nas paisagens atuais. Melhoram a comunicação humana e desempenham um papel social importante na sociedade. Contudo, têm diversos impactos negativos na vida selvagem: além de destruir e fragmentar o habitat natural, a sua construção provoca a perda de biodiversidade em todo o mundo. Os morcegos são particularmente vulneráveis já que, por procurarem alimento numa área muito dispersa, tendem a colocar-se frequentemente em contacto com estradas.

Hipótese:

Os morcegos utilizam os túneis como passagens seguras para atravessar a estrada.

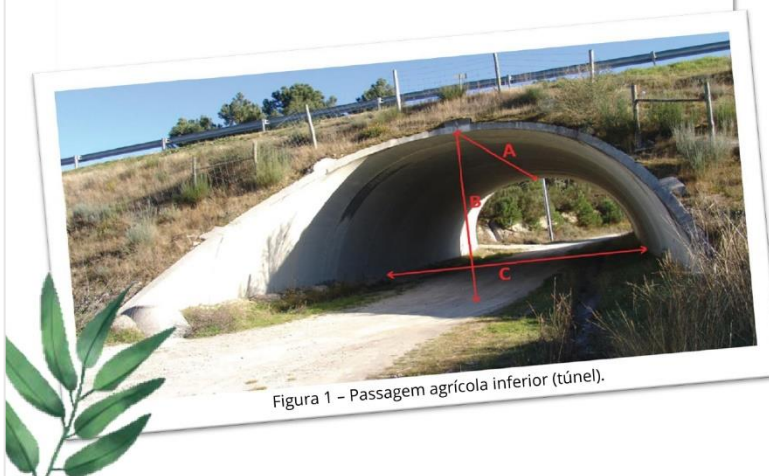


Figura 1 – Passagem agrícola inferior (túnel).



Figura 2 – Localização da área de estudo.

A tua equipa decidiu investigar a
 Diversidade de Espécies de Morcegos
 existente nas
 5
 Túneis
 distribuídos ao longo de um
 troço da estrada N212,
 situada no norte de Portugal.



Figura 3 – Ocupação do solo (habitats) ao longo da estrada N212.

RESULTADOS

Após 9 meses de trabalho de campo a vossa equipa identificou morcegos de várias espécies nas fissuras das passagens (Quadro 1) e a voar através delas (Quadro 2).

Quadro 1 - Espécies identificadas nas fissuras dos túneis, com CÁMARA FOTOGRÁFICA.

		PASSAGENS				
		I	II	III	IV	V
	<i>Myotis daubentonii</i>					
	<i>Myotis myotis</i>					
	<i>Nyctalus leisleri</i>					
	<i>Plecotus auritus</i>					
	<i>Eptesicus sp.</i>					
	<i>Pipistrellus sp.</i>					

Quadro 2 - Identificação de espécies de morcegos nos 5 túneis, com recurso a REDES DE CAPTURA e DETETOR DE ULTRASSONS.

		TÚNEL I	TÚNEL II	TÚNEL III	TÚNEL IV	TÚNEL V
Comprimento do túnel (m)		28	34	28	38	42
Habitat dominante		Agrícola	Matagal	Matagal	Vinhas	Vinhas
Espécies identificadas	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>			 	 	 
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>			 		
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>			 		 
	<i>Myotis daubentonii</i>		 			
	<i>Myotis escalerae</i>					 
	<i>Myotis myotis</i>					
	<i>Nyctalus leisleri</i>					
	<i>Plecotus austriacus</i>					
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>					
	<i>Rhinophilus hipposideros</i>					
	<i>Rhinophilus mehelyi</i> / <i>R. euryale</i>					
	<i>Myotis myotis</i> / <i>M. blythii</i>					
	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>E. isabellinus</i>					
	<i>Plecotus auritus</i> / <i>P. austriacus</i>					
Total de espécies		8 - 10	6	4	7 - 9	7 - 9
Nº cruzamentos por hora		16	38	28	52	62

Legenda:



Espécie identificada com detetor de ultrassons.



Espécie identificada por captura em redes.

ANÁLISE DE RESULTADOS

 Analisem os resultados, preenchendo os campos que se seguem.

1. Comparação da diversidade de espécies em cada túnel

1.1. Analisem o Quadro 2 dos resultados e selecionem as opções adequadas.

Quais os túneis em que observou maior diversidade de espécies?

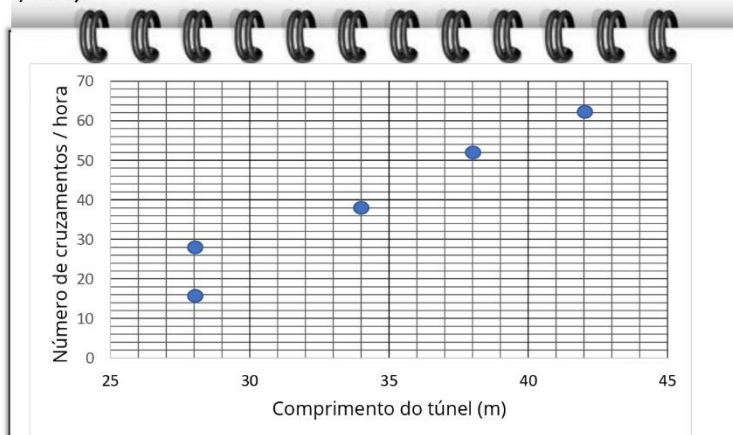
☒ Túnel 1 ☐ Túnel 2 ☐ Túnel 3 ☒ Túnel 4 ☒ Túnel 5

1.2. De acordo com o Quadro 2, que fator poderá estar relacionado com a diversidade de espécies encontrada nos túneis?

O habitat dominante. Verifica-se que nos túneis localizados junto a terrenos agrícolas e vinhas a diversidade de espécies é maior do que naqueles localizados em zona de matagal. Os morcegos portugueses são insetívoros e poderão caçar insetos que se alimentem das culturas agrícolas.

2. Influência do comprimento da passagem

2.1. Completa o gráfico que relaciona o comprimento de cada túnel com o número de vezes que os morcegos o atravessaram por hora (Nº cruzamentos / hora).



2.2. Qual a influência do comprimento dos túneis na frequência com que são usados pelos morcegos para "atravessar a estrada"?

Quanto mais longo é o túnel, mais vezes ele é atravessado.

3. Utilidade dos túneis para os morcegos

3.1. Para que estavam os morcegos a usar os túneis? Verifiquem a vossa hipótese inicial.

Os túneis são usados por um grande número de espécies como passagem por baixo de estradas e também como abrigo.

PUBLICAÇÃO

 Com base na vossa investigação, publiquem um cartaz dirigido aos produtores agrícolas da região em que refiram:

- Os serviços dos ecossistemas prestados pelos morcegos;
- Os territórios em que os túneis são usados por maior variedade de morcegos;
- Porque é que os túneis sob as estradas são importantes.

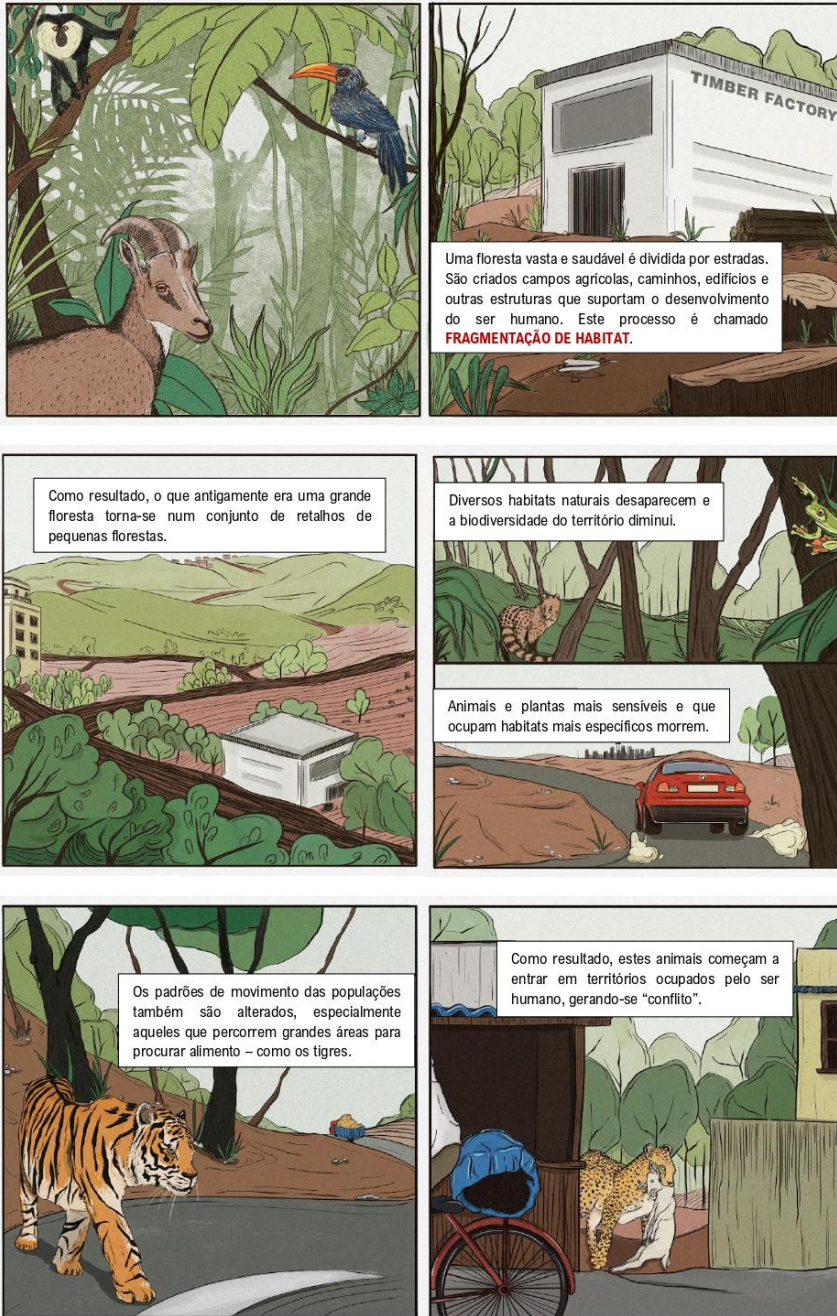
- Os morcegos alimentam-se de insetos por isso podem controlar as pragas que prejudicam as culturas.
- Os túneis são particularmente importantes em áreas onde existe uma grande diversidade de espécies, como as vinhas e as áreas agrícolas.
- Os túneis sob as estradas facilitam a deslocação de muitas espécies de morcegos, evitando a sua morte nas estradas e funciona como abrigo para algumas espécies.

MORCEGOS
SÓ
INCOMODAM!



Apêndice VII – Ficha de Trabalho Formativa “Fragmentação e destruição de habitat”.

OCFN 8.º ANO DE ESCOLARIDADE PERTURBAÇÕES NO EQUILÍBRIO DOS ECOSISTEMAS.





ATIVIDADE 1 – BIODIVERSIDADE

Sabes o que é a Biodiversidade?

- Observa a maquete.
- 1.1. Após um incêndio numa grande floresta, algumas áreas florestais persistiram e outras foram reforestadas. Avalia a biodiversidade de espécies de árvores nas florestas A, B e C, completando a tabela abaixo.

BIODIVERSIDADE	
Diversidade de Espécies	Adundância relativa das espécies
Quatidade de espécies	Quantidade de indivíduos de cada espécie

Floresta A		Espécie	Número de indivíduos	Abundância relativa
Nº total indivíduos				
				
Nº total de espécies				
				

Floresta B		Espécie	Número de indivíduos	Abundância relativa
Nº total indivíduos				
				
Nº total de espécies				
				

Floresta C		Espécie	Número de indivíduos	Abundância relativa
Nº total indivíduos				
				
Nº total de espécies				
				

- 1.2. Ordena as pequenas florestas por ordem crescente de biodiversidade.

MAIOR BIODIVERSIDADE






ATIVIDADE 2 – CONECTIVIDADE

O que é a conectividade?

A conectividade é uma medida da distância e resistência oferecida por diferentes percursos entre dois habitats.

Que fatores podem aumentar a resistência de um percurso?

Que paisagem apresenta mais abrigo e proteção contra predadores? Qual disponibiliza mais comida?



Paisagem fechada



Paisagem semi-aberta



Paisagem aberta

Quando os animais se deslocam de uma zona para outra, escolhem o caminho mais vantajoso, com base no esforço da deslocação e nos riscos que aquele percurso apresenta.

Quadro 3 – Custo da deslocação de cada tipo de animal em cada paisagem.

	CUSTO DA DESLOCAÇÃO (pontos)		
	Ave Mobilidade elevada	Raposa Mobilidade intermédia	Rã Mobilidade reduzida
Paisagem Aberta	3	6	8
Paisagem Semi-aberta	2	3	4
Paisagem Fechada	1	1	1

- Escolhe um animal e um percurso e determina o custo da sua deslocação, de acordo com o Quadro 3.

	Paragens do percurso ____												CUSTO TOTAL
ANIMAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

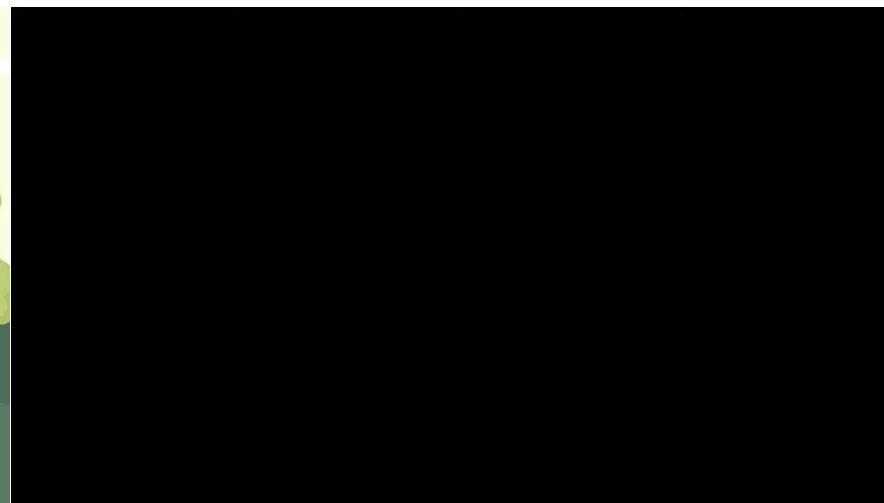
- Partilha informação com os teus colegas e completa o quadro seguinte.

	Percurso I	Percurso II	Percurso III
Ave			
Raposa			
Rã			

- Comenta as afirmações que se seguem.

- O caminho mais curto nem sempre é o caminho mais vantajoso.
- O caminho mais vantajoso é o mesmo para todos os animais.

Apêndice VIII – PowerPoint “Tecnologia aplicada à Conservação dos Ecossistemas”.



As aves são ótimos indicadores da saúde dos ecossistemas

- As aves **adaptam** o seu comportamento às **alterações no meio ambiente** e são fáceis de **monitorizar**.



Fig 1 – Há cada vez mais flamingos na ria de Aveiro devido às alterações climáticas.

CADA SER VIVO TEM UM “CANTO” PRÓPRIO



PARDAL

**CADA SER
VIVO TEM UM
“CANTO”
PRÓPRIO**



MELRO



**CADA SER
VIVO TEM UM
“CANTO”
PRÓPRIO**

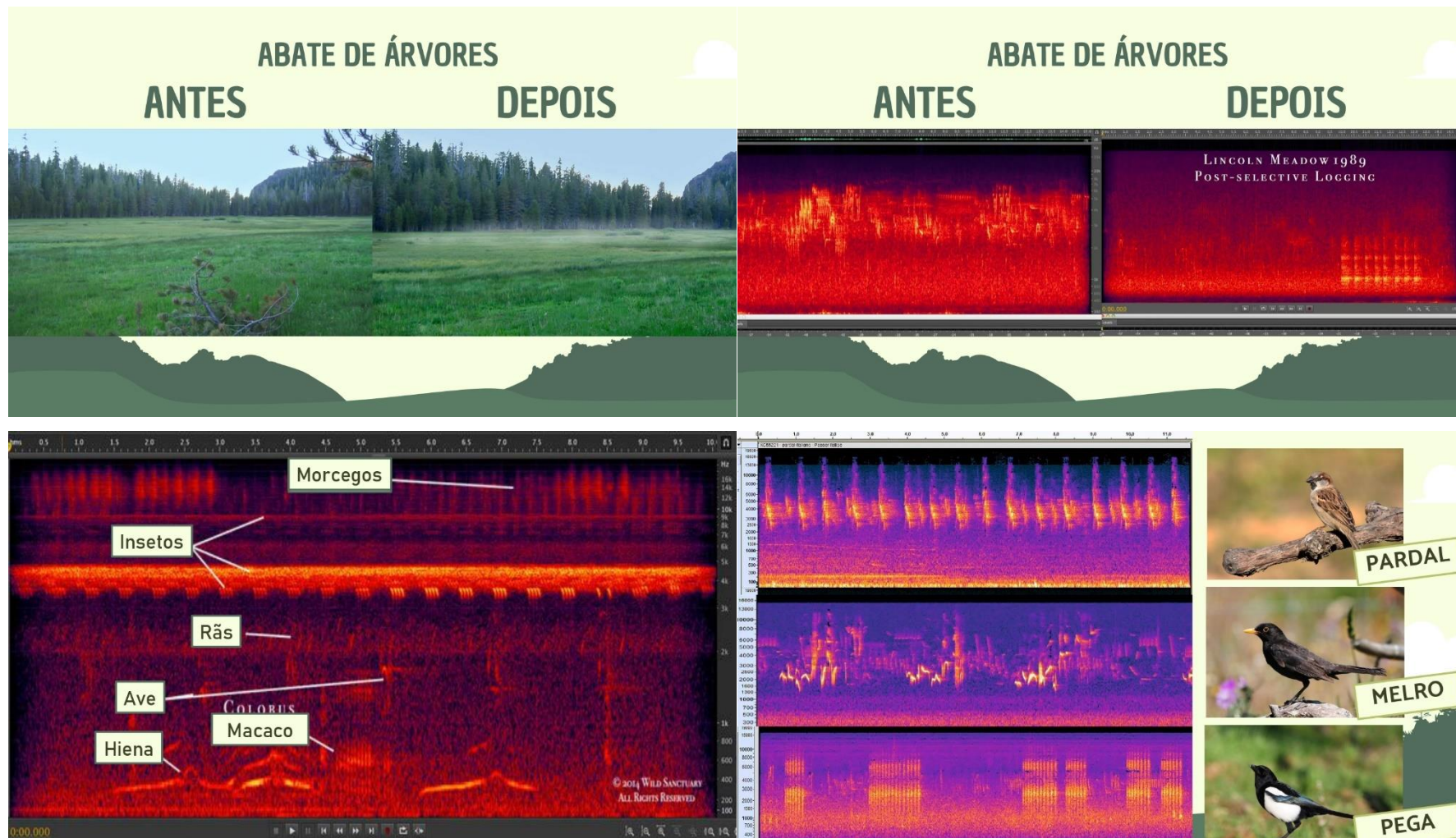


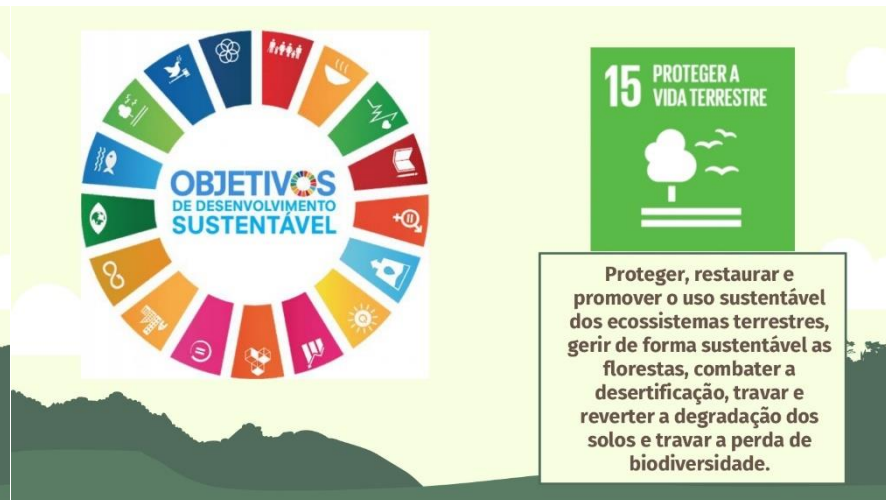
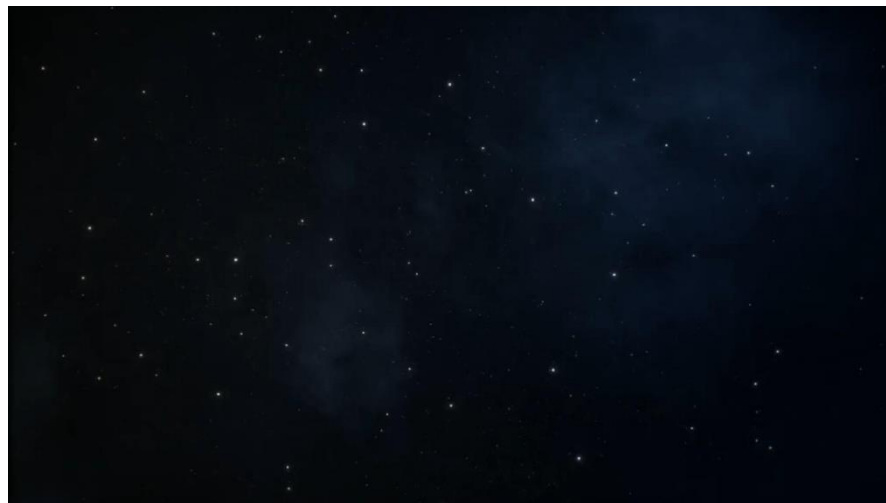
PEGA



**Acompanhando as variações nas
vocalizações das aves e restantes
animais é possível avaliar a
biodiversidade e “saúde” de um
ecossistema.**









Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.

QUAL O SERVIÇO?

O beija-flor realiza polinização.



Observação de aves.



Madeira para construção de móveis.



Fungos fazem a reciclagem da matéria.



AVISOS

- Fazer gravações (Classroom)
- Auscultadores
- Sala computadores (B205)



Apêndice IX – Ficha de Trabalho Formativa “À escuta dos ecossistemas”.

FICHA DE TRABALHO DE _____

____.º ANO DE ESCOLARIDADE

À ESCUTA DOS ECOSISTEMAS

| DATA: _____

NOME: _____

| N.º _____

| TURMA: _____

O som de uma floresta “esconde” muito mais informação sobre o funcionamento desse ecossistema do que imaginamos e, por isso, é uma ferramenta fundamental para o seu estudo e conservação. Cada espécie emite um som próprio, uma “assinatura sonora”, que permite a sua identificação. Escutando o som associado a uma paisagem – paisagem sonora – podemos avaliar a biodiversidade desse local.

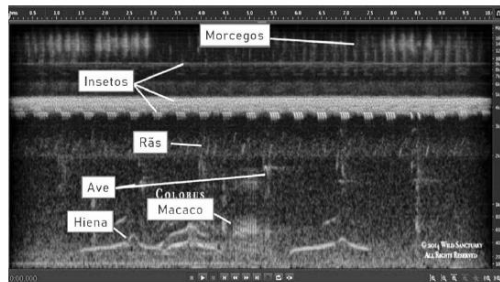


Figura 1 – Espectrograma de floresta tropical. Cada espécie tem uma “assinatura sonora” (Krause, 2015).



Figura 2- Numa partitura musical, os sons estão organizados de forma idêntica à de um espectrograma (Krause, 1987).

Questão-problema: COMO VARIA A BIODIVERSIDADE AO LONGO DO TERRITÓRIO?

Hipótese:

Em grupo, irão analisar os ficheiros áudio recolhidos pela turma na área geográfica da escola.

Análise de Resultados

Parte I – Paisagens sonoras.

TAREFA 1:

1. Acede ao Google Classroom e descarrega os ficheiros áudio do teu grupo.
2. Inicia o programa Audacity® e abre um dos ficheiros áudio. Usa o TUTORIAL para te ajudar.
3. Coloca em modo “Espectrograma”.
4. Coloca os auscultadores e escuta o som com muita atenção. Analisa os ficheiros áudio gravados, utilizando os quadros abaixo.

Ficheiro: _____

Classificação do território: _____

Origem do som	Intensidade			Descrição	Diversidade (Quantidade de sons diferentes)	Identificação
	+	++	+++			
BIOFONIA (seres vivos)				Aves		
				Mamíferos		
ANTROPOFONIA (Ser humano)						
GEOFONIA (Meio ambiente)						



Ficheiro: _____

Classificação do território: _____

Origem do som	Intensidade			Descrição	Diversidade (Quantidade de sons diferentes)	Identificação
	+	++	+++			
BIOFONIA (seres vivos)				Aves		
				Mamíferos		
ANTROPOFONIA (Ser humano)						
GEOFONIA (Meio ambiente)						



Parte II – Território e biodiversidade.

A colaboração entre investigadores é fundamental para a evolução da ciência. A troca de informações com os teus colegas vai permitir-te perceber de que forma as paisagens sonoras e a biodiversidade variam ao longo do território.

TAREFA 2:

1. Acede ao Google Maps e insere a localização da tua gravação.
2. Consulta o mapa e que classifica a área de estudo em três zonas – A, B e C – e decide, em grupo, em qual se pode incluir cada uma das gravações.

Quadro I – Classificação das zonas de estudo com base na ocupação predominante do território.

Zona	Classificação do território	Referência
A	Território artificializado	Porto
B	Agricultura	Gondomar
C	Florestas	Serras do Porto

3. Completa a “Classificação de território” nos teus registos da Parte I.

TAREFA 3:

1. Em turma, representem graficamente a variação biodiversidade nos diferentes territórios.

Discussão em grupo

1. Os resultados foram os que esperavas? A hipótese inicial foi confirmada?
2. Como podes explicar os resultados obtidos?

Partilha as tuas respostas no Mentimeter.



Apêndice X – Tutorial Audacity

TUTORIAL – Audacity®

1. Acede ao Google Classroom, abre o ficheiro de áudio e descarrega-o para o computador, clicando no ícone no canto superior direito (Fig. 1).

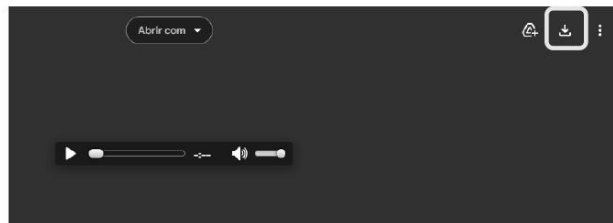


Figura 1- Descarregar ficheiro áudio.

2. Abre a pasta para onde descarregaste o ficheiro áudio, clica com o botão direito do rato e seleciona "Abrir com" > "Audacity" (Fig. 2).

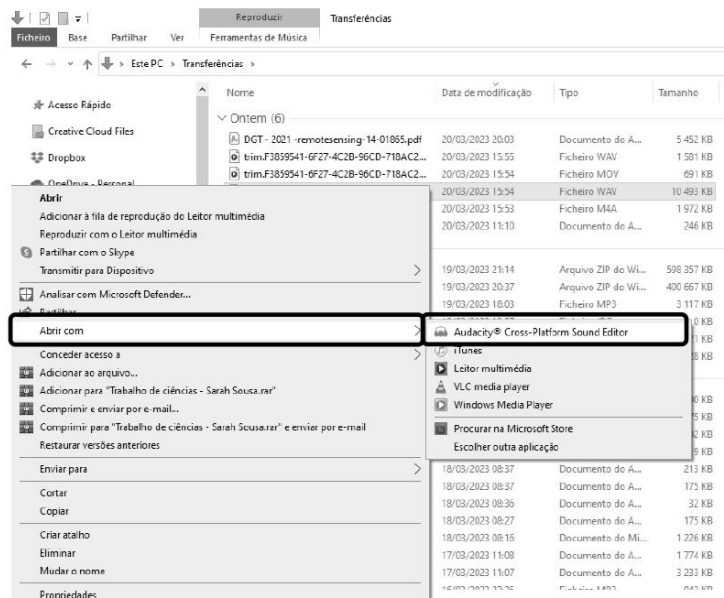


Figura 2 - Abrir o ficheiro áudio no Audacity®.

3. Clica no nome do ficheiro e seleciona "Espectrograma" (Fig. 3).
4. Clica em  e escuta a tua faixa (Fig. 4)!

HOT KEYS – COMANDOS RÁPIDOS:

Ajustar faixa áudio à largura
Ctrl + F

Ajustar faixa áudio à altura
Ctrl + Shift + F

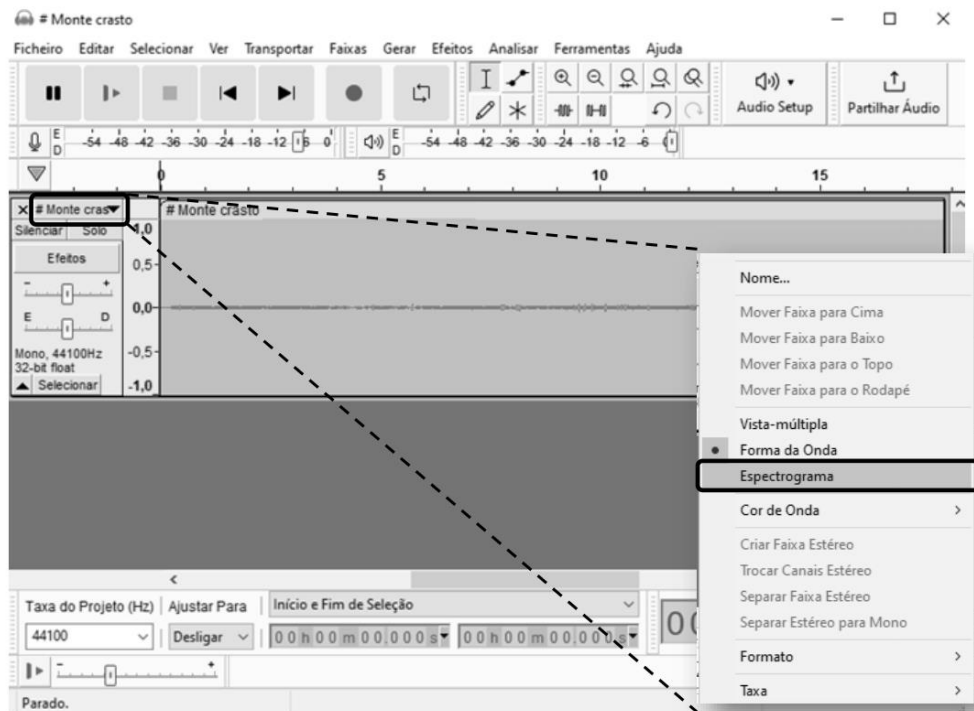


Figura 3 - Ver o espectrograma do ficheiro áudio.

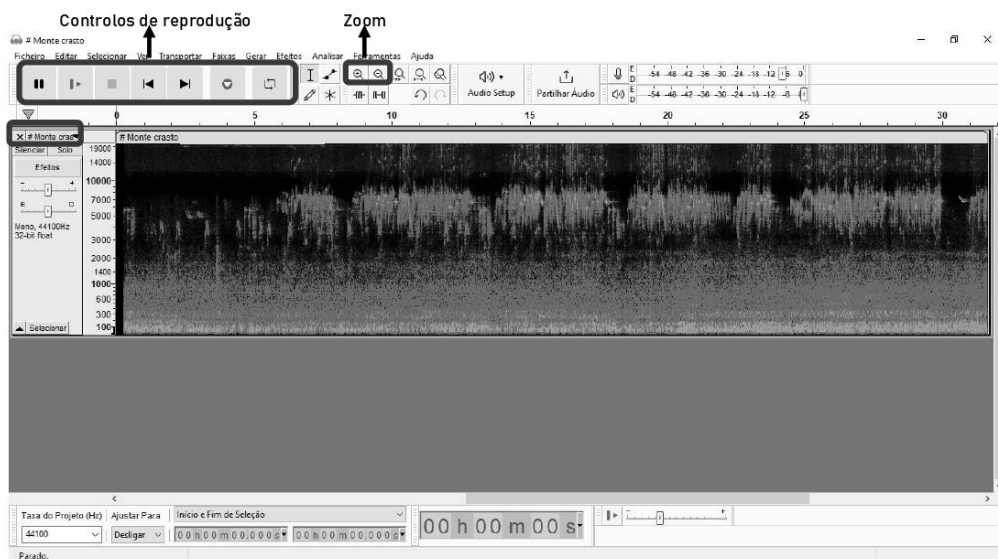


Figura 4 - Controlos Audacity®.

Não consigo ouvir nada!
 O que é eu faço?



1. Verifica o volume nas tuas colunas.
2. Selecciona a tua faixa áudio (Fig. 5).

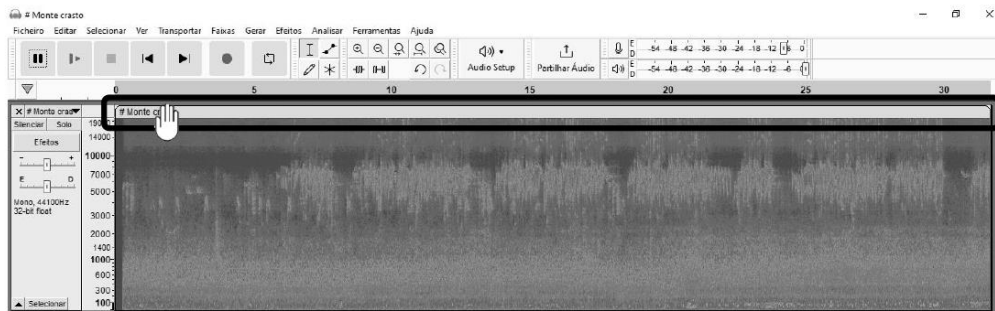


Figura 5 - Seleccionar faixa áudio.

3. Vai a "Efeitos" > "Volume e compressão" > "Normalizar" (Fig. 6).

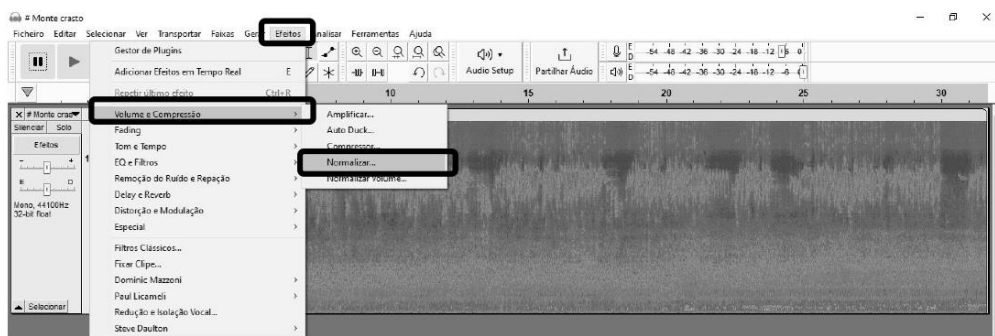


Figura 6 - "Normalizar" o som.

4. Irá surgir uma janela. Clicar "Aplicar" (Fig. 7).

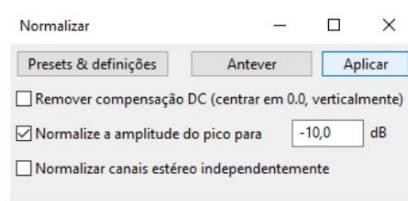
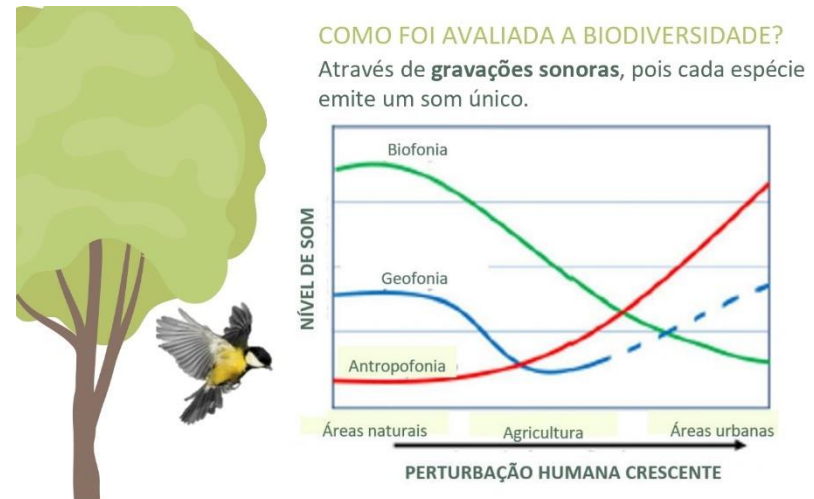


Figura 7 - Definições da "normalização" de som.

5. Deverás conseguir ouvir melhor agora!



Apêndice XI – PowerPoint “Tecnologia aplicada à conservação dos ecossistemas” - conclusão.

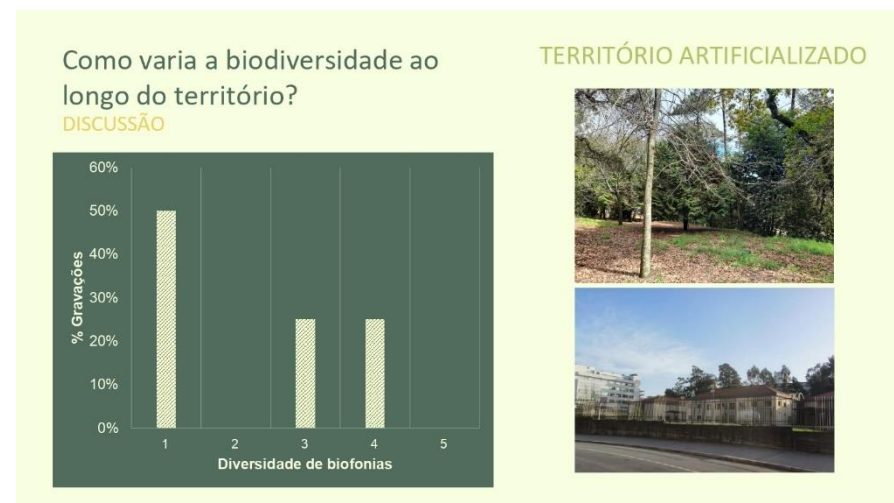


À ESCUTA DOS ECOSSISTEMAS



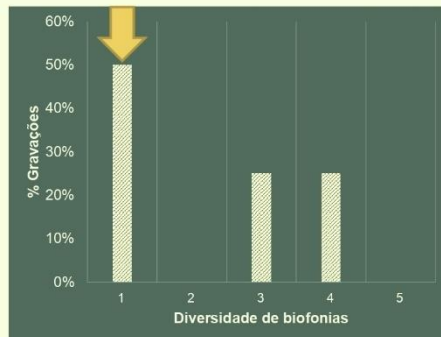
QUESTÃO-PROBLEMA:
 -> Como varia a biodiversidade ao longo do território?

HIPÓTESE INICIAL:
 Nas florestas há mais biodiversidade do que nas zonas artificializadas.



Como varia a biodiversidade ao longo do território?

DISCUSSÃO



TERRITÓRIO ARTIFICIALIZADO

Na maioria das gravações existia pouca diversidade de sons. Contudo...

Como explicar a elevada biodiversidade encontrada neste território?

- PARQUES E ZONAS VERDES
- SELEÇÃO DOS LOCAIS DE GRAVAÇÃO



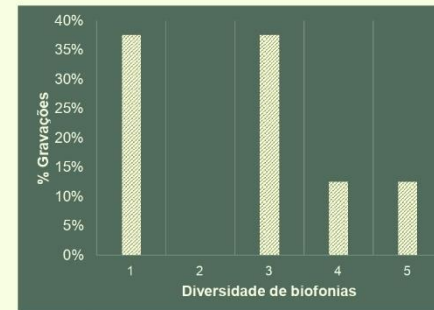
Parque do Covelo



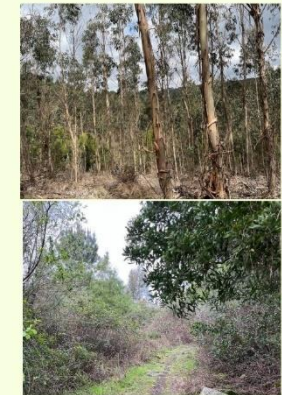
Asprela

Como varia a biodiversidade ao longo do território?

DISCUSSÃO

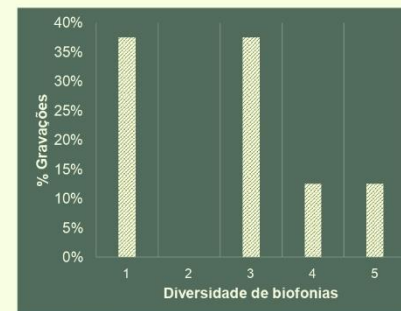


FLORESTAS



Como varia a biodiversidade ao longo do território?

DISCUSSÃO



FLORESTAS

Na maioria das gravações existia uma grande diversidade de sons. Contudo...

Como explicar a baixa biodiversidade encontrada neste território?

- EUCALIPTAIS E PERDA DE FLORESTA NATIVA
- INCÊNDIOS
- PERTURBAÇÃO HUMANA (Atividades lúdicas)



Eucaliptal



Floresta mais diversa

Como varia a biodiversidade ao longo do território?

DISCUSSÃO

METODOLOGIA E TRATAMENTO DE DADOS

As gravações serão suficientes para tirar conclusões de confiança?

- NÚMERO DE GRAVAÇÕES (amostra) MUITO REDUZIDO



96% viram a sua pele purificada*

Resultado sem retoque de imagem após a aplicação da Geleia Purificante Vinopure 2X por dia durante 1 mês.

* Estudo clínico, % satisfação, 24 VOLUNTÁRIOS, 28 dias.

O maior tamanho da amostra torna o estudo mais confiável.

Como varia a biodiversidade ao longo do território?

DISCUSSÃO

METODOLOGIA E TRATAMENTO DE DADOS

As gravações serão suficientes para tirar conclusões de confiança?

- NÚMERO DE GRAVAÇÕES (amostra) MUITO REDUZIDO

Condições de gravação e análise de sons foram as ideais?

- GRAVAÇÃO COM TELEMÓVEL
- AMBIENTE AGITADO E RUIDOSO DURANTE ANÁLISE DE SONS
- INEXPERIÊNCIA

À ESCUTA DOS ECOSSISTEMAS

QUESTÃO-PROBLEMA:

-> Como varia a biodiversidade ao longo do território?

CONCLUSÃO:

- No geral, as florestas parecem apresentar maior biodiversidade.
- Nas zonas artificializadas, os parques são pontos de biodiversidade importantes.
- As plantações de eucalipto são áreas de reduzida biodiversidade.
- O estudo apresenta algumas limitações como o reduzido número de gravações analisadas.



Apêndice XII – Teste cognitivo

TESTE COGNITIVO DE OFICINA DE CIÊNCIAS FÍSICO-NATURAIS

____.º ANO DE ESCOLARIDADE

NOME: _____	N.º _____	DATA: _____
NOME: _____	N.º _____	TURMA: _____
CLASSIFICAÇÃO	CONHECIMENTO:	_____% (____%/100%)
	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:	_____% (____%/100%)
	AUTONOMIA E COMUNICAÇÃO:	_____% (____%/100%)
PROFESSOR: _____		ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO: _____

1. Cada uma das frases que se segue descreve a interação entre dois subsistemas terrestres.



A – Algumas plantas são capazes de remover poluentes da água dos ribeiros.



B – Os fungos decompõem os restos dos seres vivos, contribuindo para a formação de solos férteis.



C – O sobreiro utiliza dióxido de carbono gasoso para formar a cortiça que utilizamos.



D – Muitas pessoas gostam de praticar canoagem no rio Paiva.

- 1.1. Completa os espaços em branco, com o nome dos dois subsistemas terrestres em interação em cada frase.

A	B	C	D

- 1.2. A cada um dos serviços dos ecossistemas, faz corresponder a letra da situação adequada.

	Situação
Serviços de produção	
Serviços de regulação	
Serviços de suporte	
Serviços culturais	

2. Os morcegos são mamíferos frequentemente associados à transmissão de doenças. Contudo, o ser humano tem procurado conservar as espécies de morcegos, por exemplo, através da criação de abrigos mesmo em grandes cidades.

- 2.1. Consideras que o ser humano beneficiaria da eliminação de todos os morcegos? Apresenta um motivo que justifique a tua resposta.

- 2.2. O desenvolvimento da tecnologia permitiu-nos estudar mais facilmente a biodiversidade de um ecossistema.

- 2.2.1. Que informação é essencial recolher para a avaliar a biodiversidade?
Escolhe todas as opções que consideres adequadas.

- ☐ Número de espécies
- ☐ Nível de poluição da água
- ☐ Número de indivíduos de cada espécie
- ☐ Tipo de alimentação de cada espécie

- 2.2.2. Identifica uma tecnologia e explica como a poderias usar para investigar a biodiversidade da tua localidade.

FIM

Critérios de correção do teste cognitivo

Questão	Critérios transversais	Critérios de correção	Cotação
1.1	C1	A: Plantas – Biosfera; Água dos ribeiros – Hidrosfera B: Fungos – Biosfera; Solo – Geosfera C: Sobreiro – Biosfera; Dióxido de carbono – Atmosfera D: Seres humanos – Biosfera; Rio Paiva – Hidrosfera	20 Pontos
1.2.	C1	Serviço de produção – C Serviço de regulação – A Serviço de suporte – B Serviço cultural – D	20 Pontos
2.1.	C2	Tópicos de resposta: i) Não, os morcegos são importantes para o equilíbrio dos ecossistemas ii) pois asseguram serviços iii) como a dispersão de sementes / polinização / controlo de pestes.	20 Pontos*
2.2.1.	C1	Número de espécies. Número de indivíduos de cada espécie.	20 Pontos
2.2.2.	C2	Tópicos de resposta: i) Poderia usar um detetor de ultrassons / gravador de som pois ii) cada espécie emite um som único iii) o que permitiria identificar as diferentes espécies na localidade.	20 Pontos*

Legenda: C1 – Conhecimento; C2 – Resolução de Problema

*Pergunta de desenvolvimento: Critérios de correção de acordo com descritores de desempenho.

Descritores de desempenho das perguntas de desenvolvimento

Pontuação	Descritores de desempenho
20	Apresenta os três tópicos de resposta (i, ii e iii), com rigor científico.
18	Apresenta os três tópicos de resposta (i, ii e iii), com falhas no rigor científico.
14	Apresenta dois tópicos de resposta, com rigor científico.
12	Apresenta dois tópicos de resposta, com falhas no rigor científico.
8	Apresenta um tópico de resposta, com rigor científico.
6	Apresenta um tópico de resposta, com falhas no rigor científico.

Pertinência das questões no âmbito do estudo desenvolvido

Questão	Objetivos da Investigação	Finalidades / Justificação Averiguar a capacidade dos alunos de:	Competências	CrITÉrios transversais do departamento de Matemática e Ciências Experimentais da Escola Cooperante
1.1	OP1	- Identificar os subsistemas terrestres implicados em interações diversas. - Compreender que o Homem é parte integrante do sistema Terra.	<i>Insight</i> ambiental - Saber científico, técnico e tecnológico	C1 Integrar saberes prévios para construir novos conhecimentos.
1.2.	OP1 OC1	Classificar os serviços dos ecossistemas.	<i>Insight</i> ambiental - Saber científico, técnico e tecnológico	C1 Integrar saberes prévios para construir novos conhecimentos.
2.1.	OP1 OC2 OC3	Avaliar a importância da conservação dos ecossistemas.	<i>Insight</i> ambiental - Pensamento crítico e pensamento criativo	C2 Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais.
2.1.1.	OP1	Aplicar conceitos científicos.	Saber científico, técnico e tecnológico	C1 Integrar saberes prévios para construir novos conhecimentos.
2.1.2.	OC4 OP3	Planear uma investigação, no âmbito da conservação dos ecossistemas.	Raciocínio e resolução de problemas	C2 Aplicar as competências desenvolvidas em problemáticas atuais.

Legenda: C1 – Conhecimento; C2 – Resolução de Problemas.

Apêndice XIII – Mapa de conceitos final

NOME: _____	N.º _____	ANO: _____	TURMA: _____
-------------	-----------	------------	--------------

MAPA DE CONCEITOS

Partindo da questão colocada, cria um mapa de conceitos.
Utiliza os conceitos da lista e acrescenta outros novos que consideres adequados.

Qual a importância da manutenção do equilíbrio dos ecossistemas?

Lista de conceitos:

- Serviços de suporte
- Serviços culturais e de informação
- Ecossistemas
- Hidrosfera
- Perda de habitat
- Polinização
- Formação de solo

NOME: _____

N.º _____ ANO: _____ TURMA: _____

MAPA DE CONCEITOS

Partindo da questão colocada, cria um mapa de conceitos.

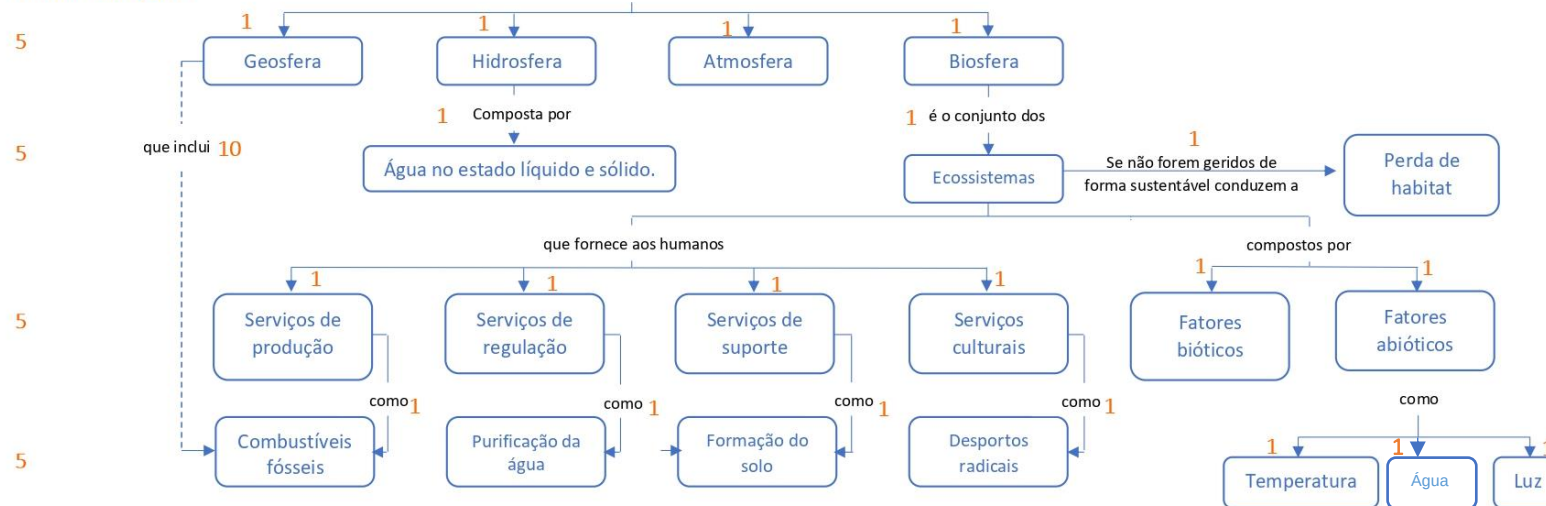
Utiliza os conceitos da lista e acrescenta outros novos que consideres adequados.

Qual a importância da manutenção do equilíbrio dos ecossistemas?

Lista de conceitos:

- Serviços de suporte
- Serviços culturais e de informação
- Ecossistemas
- Hidrosfera
- Perda de habitat
- Polinização
- Formação de solo

Níveis hierárquicos



Pontuação total: 50

Rúbrica de avaliação do mapa de conceitos final

	Muito bom	Bom	Satisfatório	Pobre
Abrangência (amplitude do conhecimento, foco e ênfase)	O mapa define completamente a área do seu objeto. Os tópicos e subtópicos mais relevantes estão representados no mapa.	O mapa está completo, mas falta um ou dois elementos menos significativos.	O mapa tem uma representação adequada de cada tópico e subtópico, mas demonstra um conhecimento básico sobre o tema.	Há elementos significativos que não estão representados no mapa. O conhecimento apresentado é muito simples ou limitado.
Organização (definição dos ramos, hierarquia)	O mapa está bem organizado, com integração apropriada de conceitos e aplicação de ligações cruzadas. A estrutura dos ramos é sofisticada.	O mapa tem organização adequada com algumas derivações e elementos adicionais. No entanto, apesar de haver ligações entre elementos ainda faltam alguns.	O mapa está organizado com um número limitado de ramos, nós e elementos adicionais.	O mapa é constituído por um número mínimo de elementos, dispostos predominantemente de forma linear.
Correção (exatidão e validade da informação)	O mapa integra elementos científica e intelectualmente corretos e reflete uma compreensão exata do assunto, sem equívocos.	O mapa tem algumas imprecisões no assunto. A maioria das ligações está correta.	O mapa tem imprecisões no assunto, mas não são fundamentais.	O mapa é ingénuo e contém equívocos de conhecimento relacionado com o assunto. Utiliza termos inadequados.
Ilustração	O mapa inclui, pelo menos, 6 imagens relevantes que tornam o mapa distinto.	O mapa inclui pelo menos 4 imagens relevantes.	O mapa inclui pelo menos 2 imagens relevantes.	O mapa não inclui ilustrações relevantes.

Adaptado de Betsterfield-Sacre et al., (2004) e de O'Connor (2011, dezembro,6)

Apêndice XIV – Grelha de Observações

GRELHA DE OBSERVAÇÃO GRUPAL		Grupos															
		Turma 1									Turma 2						
Parâmetro	Nível de desempenho	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Motivação																	
A maioria dos elementos do grupo revela iniciativa e empenho na realização da atividade.	N3																
Poucos elementos do grupo revelam iniciativa e empenho na realização da atividade.	N2																
O grupo não toma iniciativa na realização da atividade e necessita de incentivos frequentes.	N1																
Participação ativa																	
A maioria dos elementos do grupo participa ativamente, colocando perguntas, partilhando opiniões ou respondendo a questões.	N3																
Poucos elementos do grupo participam ou a frequência de participação é reduzida.	N2																
O grupo não participa, apresentando um comportamento passivo.	N1																
Aprendizagem entre pares																	
Os elementos do grupo debatem e apoiam-se mutuamente, contribuindo para as aprendizagens individuais uns dos outros.	N3																
O grupo debate ideias, embora nem sempre de forma construtiva.	N2																
O grupo não debate ideias ou não o realiza de forma construtiva.	N1																
Autonomia																	
O grupo é capaz de realizar a maioria das tarefas sem intervenção da professora.	N3																
O grupo realiza algumas tarefas sem a intervenção da professora.	N2																
O grupo não é capaz de realizar as tarefas sem a intervenção da professora.	N1																

Apêndice XV - Assentimento Informado



Declaração de Assentimento Informado

Título da investigação: À escuta dos ecossistemas: A Investigação como estratégia de ensino no 8.º ano do Ensino Básico

Nome do investigador principal: Rute Costa Vidal

Orientadora científica: Clara Vasconcelos

Contactos do investigador principal: up200801551@edu.fc.up.pt

Olá!

Neste novo ano letivo venho convidar-te para participares num projeto a decorrer nas aulas da Oficina de Ciências Físico-Naturais do 8º ano, relacionadas com Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas. Este tipo de investigação é muito importante para melhorar as aprendizagens, pelo que a tua participação é fundamental.

Se concordares, peço-te que leias e assines a seguinte frase:

Eu, abaixo assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento, sem indicar o motivo, mas compreendo que o sucesso deste estudo depende da minha colaboração.

O(A) aluno(a):

Data: ____/____/____

Obrigada pela tua colaboração e bem vindo(a) ao grupo de investigação!

A investigadora principal:

(Rute Costa Vidal)
Data: ____/____/____

Apêndice XVI – Consentimento informado



Declaração de Consentimento Informado

Título da investigação: À escuta dos ecossistemas: A Investigação como estratégia de ensino no 8.º ano do Ensino Básico

Nome do investigador principal: Rute Costa Vidal

Orientadora científica: Clara Vasconcelos

Contactos do investigador principal: up200801551@edu.fc.up.pt

O estudo, desenvolvido no âmbito da Iniciação à Prática Profissional, consistirá numa intervenção educativa baseada na aplicação da metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI), na temática das Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas. Será dirigida aos alunos do 8º ano e irá decorrer nas aulas de Oficina de Ciências Físico-Naturais (OCFN), tendo em vista a avaliação do impacto do método EOAI no desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais. Assim, a investigação pretende promover a implementação de metodologias de aprendizagem ativa e com maior participação dos alunos no ensino das Ciências.

Eu, o encarregado de educação abaixo assinado, declaro que:

- Autorizo a participação do meu educando, _____, na investigação acima referida;
- Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador principal acima referido, sobre a investigação supracitada;
- Tive a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte do investigador principal;
- A participação do meu educando na investigação mencionada incluirá o preenchimento de relatórios, um teste diagnóstico e teste cognitivo, conduzidos pelo investigador principal;
- Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que poderá desistir a qualquer momento, sem indicar o motivo. No entanto, entendo também que o sucesso do presente estudo depende da sua colaboração;
- Percebi que os dados recolhidos serão tratados de forma anónima por parte dos investigadores;
- Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins da investigação em causa.

O encarregado de educação:

O investigador principal:

(Rute Costa Vidal)

Data: ____/____/____

Data: ____/____/____

Apêndice XVII – Parecer da Comissão de Ética



Parecer

Ref.: Proc. CE2022/p35

1. A Comissão de Ética nada tem a opor à aplicação de instrumentos de recolha de dados a alunos do 8º ano do Ensino Básico para investigar de que forma o Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas pode ser utilizado para estimular o pensamento crítico nos alunos numa investigação que se propõe a avaliar o desenvolvimento de competências de insight ambiental e colaboração pelos alunos através do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada na Investigação, no âmbito do relatório de estágio da Iniciação à prática Profissional do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia, pela estudante Rute Costa Vidal, estando garantido o anonimato e confidencialidade dos dados solicitados, bem como o consentimento informado dos encarregados de educação dos inquiridos e o assentimento dos alunos.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 22 de dezembro de 2022

A Presidente da Comissão de Ética

Sabine Broda

(Prof. Doutora Sabine Broda)