



Do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão biológica: um estudo centrado no ensino baseado em casos

Gabriel António Gomes Pereira

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em
Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no
Ensino Secundário

2018





Do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão biológica: um estudo centrado no ensino baseado em casos

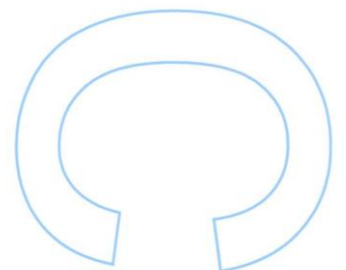
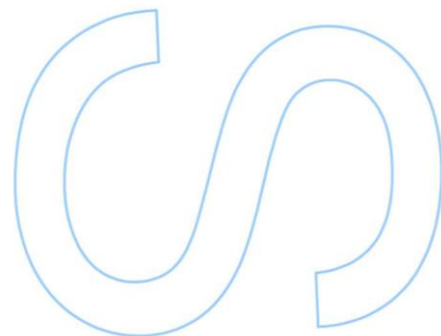
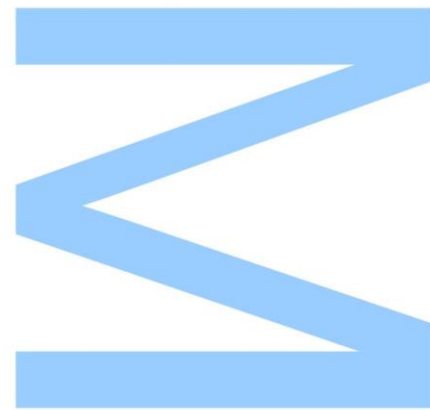
Gabriel António Gomes Pereira

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2018

Orientadores

Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar Agregada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

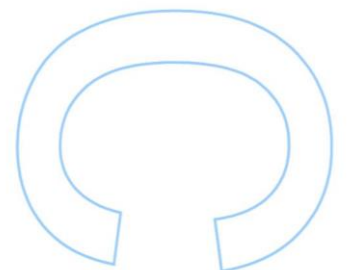
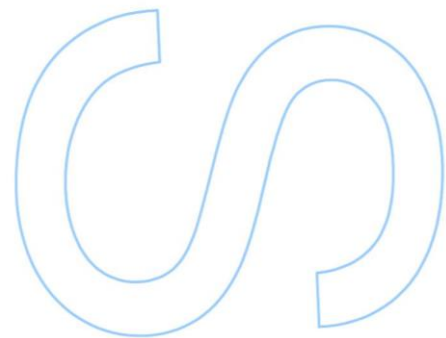
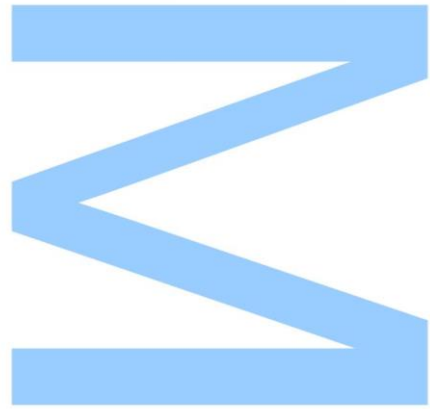




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____ / ____ / ____



Agradecimentos

Aos orientadores científicos, Professora Clara Vasconcelos e Professor Luís Calafate, pela disponibilidade, apoio, orientação e pelas oportunidades de aprendizagem proporcionadas ao longo deste ano letivo.

Ao orientador cooperante, Professor Jorge Guimarães, pela disponibilidade, pelo apoio e por todos os saberes e experiências partilhadas no quotidiano da escola. Agradeço também a todos os docentes e não docentes da escola onde decorreu a IPP, assim como a todos os alunos com quem contactei, obrigado por terem contribuído para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A todos os meus colegas de Mestrado, pelo companheirismo, amizade e entreajuda ao longo desta caminhada.

A ti, Marta, por estares ao meu lado nesta jornada e na vida. Juntos somos mais fortes!

Obrigado a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que esta experiência fosse ainda mais enriquecedora.

Resumo

Atualmente, vivemos num período de impetuoso desenvolvimento científico e tecnológico que influencia profundamente a sociedade em que vivemos e é influenciado por esta. Neste contexto, a escola deve ser capaz de preparar os alunos para enfrentarem os novos desafios, proporcionando-lhes não apenas a aprendizagem de conhecimento factual, mas, sobretudo, o desenvolvimento de competências fundamentais à sociedade do século XXI.

O ensino baseado em casos é uma metodologia que proporciona aos alunos um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento de tais competências, entre as quais analisar situações, avaliar e discutir diferentes soluções e chegar a uma decisão final. Torna-se, portanto, de grande importância a realização de estudos para avaliar a forma como esta metodologia pode ser utilizada na abordagem de conteúdos curriculares e os resultados que produz nas aprendizagens dos alunos. Nesse sentido, foi realizado o presente estudo, com o objetivo de avaliar se o ensino baseado em casos auxilia na compreensão de conteúdos conceituais relacionados com a problemática das invasões biológicas e da erosão dunar.

A investigação aqui apresentada seguiu um plano pré-experimental suportado no método quantitativo e com um desenho experimental que incluiu um só grupo, constituído por 53 alunos do 8º ano de escolaridade, no qual foi abordada a referida temática, com recurso à metodologia de ensino baseado em casos. Posteriormente, foi aplicado ao grupo um teste de avaliação de conteúdos conceituais, cujos resultados foram alvo de análise estatística.

A análise estatística realizada revelou que a média das classificações obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos conceituais foi de 80%, sendo, portanto, consideravelmente elevada. Esta análise revelou ainda a ausência de classificações negativas.

Os resultados obtidos com este estudo constituem bons indicadores de que o ensino baseado em casos, para além de proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolverem competências fundamentais à sociedade do século XXI, auxilia igualmente na compreensão de conteúdos conceituais.

Palavras-chave: ensino baseado em casos, debate, *role play*, invasões biológicas, erosão dunar

Abstract

Currently, we live in a period of impetuous scientific and technological development that highly influences our society and is also influenced by it. In this context, the school must be capable of preparing the students to face the new challenges, allowing them not only the learning of factual knowledge but also, and most importantly, the development of essential skills to the 21st century society.

The case-based teaching is a methodology that provides the students with a suitable learning environment to the development of such skills, including the analysis of situations, the evaluation and discussion of different solutions and reaching a final decision. As a result, it is of utmost importance the development of studies to assess how this methodology can be applied to address curricular contents and the impact it has on the student's learnings. For that matter, the current study was performed, whose aim was to evaluate if the case-based teaching assists in the comprehension of conceptual contents related to biological invasions and dune erosion issues.

The current investigation followed a pre-experimental setup supported by the quantitative method and with an experimental design that included only one group, composed by 53 8th grade students, on which the referred issue was addressed using case-based teaching methodology. Subsequently, an assessment test was applied to students to evaluate their comprehension of conceptual contents and the results were subjected to a statistical analysis.

The statistical analysis performed revealed that the mean of the grades obtained by the students in the conceptual contents assessment test was of 80%, which is considerably high. This analysis also revealed the absence of negative grades.

The results obtained with this study are good indicators that the case-based teaching assists in the comprehension of conceptual contents, in addition to providing the opportunity for students to develop essential skills for the 21st century society.

Keywords case-based teaching, debate, *role play*, biological invasions, dune erosion

Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de tabelas.....	ix
Lista de figuras	x
Lista de abreviaturas.....	xi
Capítulo I. Introdução	1
I.1. Contextualização da investigação.....	2
I.2. Problema e objetivos da investigação.....	3
I.3. Organização do relatório de estágio	5
Capítulo II. Enquadramento teórico	6
II.1. Enquadramento educacional	6
II.1.1. Contextualização curricular.....	6
II.1.2. Ensino baseado em casos.....	6
II.2. Enquadramento científico	8
II.2.1. As catástrofes.....	8
II.2.2. As Invasões biológicas	9
II.2.3. O dinamismo das zonas costeiras	12
II.2.4. Uma relação entre o dinamismo das zonas costeiras e as invasões biológicas.....	15
Capítulo III. Metodologia da investigação	18
III.1. Classificação da investigação.....	18
III.2. Caracterização da amostra.....	19
III.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	19
III.4. Técnicas de análise e tratamento de dados.....	20
Capítulo IV. Programa de Intervenção	21

IV.1. Planificação e recursos educativos	21
IV.2. Aplicação do Programa de Intervenção	24
Capítulo V. Resultados e discussão	27
V.1. Resultados da aplicação do teste	27
V.2. Discussão dos resultados obtidos.....	29
Capítulo VI. Conclusões.....	33
Referências bibliográficas	36
Apêndice I.....	42
Apêndice II.....	43
Apêndice III.....	47
Apêndice IV	52
Apêndice V	54
Apêndice VI	57
Apêndice VII	58

Lista de tabelas

Tabela 1 - Objetivos definidos para a investigação desenvolvida.	4
Tabela 2 - Valores relativos aos parâmetros de estatística descritiva.	28
Tabela 3 - Valores relativos ao teste de qui-quadrado de Pearson.	28

Lista de figuras

Figura 1 - Exemplos de catástrofes.....	9
Figura 2 - Principais etapas de um processo de invasão biológica.	11
Figura 3 - Exemplos de espécies exóticas invasoras em Portugal.....	12
Figura 4 - Vegetação dunar.	13
Figura 5 - Esquema exemplificativo da deriva litoral e sua relação com a direção dominante da ondulação.....	13
Figura 6 - Impactes de um esporão na dinâmica dos processos geológicos que atuam nas zonas costeiras.	15
Figura 7 - Ramo de acácia-de-espigas em floração.....	16
Figura 8 - Aspetos relacionados com o controlo biológico da acácia-de-espigas.....	17
Figura 9 - Momento da dinamização do debate em formato <i>role play</i>	26
Figura 10 - Classificações percentuais obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos concetuais.	27

Lista de abreviaturas

IPP – Iniciação à Prática Profissional

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PI – Programa de Intervenção

Capítulo I. Introdução

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento diz respeito à investigação educacional realizada no âmbito da IPP e contempla um Programa de Intervenção (PI), aplicado no decorrer da PES a duas turmas do 8º ano de escolaridade de uma escola secundária com terceiro ciclo da cidade do Porto, durante o ano letivo 2017/2018.

A Iniciação à Prática Profissional corresponde à última etapa de uma vasta e valiosa formação académica, com vista à aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências científicas e pedagógicas que permitam ao futuro professor enfrentar os novos desafios da educação, fruto das transformações da sociedade. Corresponde também ao primeiro contacto que os formandos têm com a desafiante realidade do quotidiano escolar, proporcionando-lhes a oportunidade de vivenciar experiências enriquecedoras e de se integrarem na comunidade educativa. Esta integração possibilita o desenvolvimento de competências sociais essenciais a qualquer professor, contribuindo assim para a emancipação do jovem docente de forma harmoniosa. É também durante a IPP que o professor em formação tem, pela primeira vez, a oportunidade de realizar a transposição didática dos saberes aprendidos e de colocar em prática diversas metodologias e estratégias de ensino, avaliando e refletindo acerca da efetividade das suas ações na promoção de ambientes favoráveis à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências essenciais à sociedade em que vivemos. Avaliar e refletir acerca das ações educativas deve fazer parte integrante da atividade profissional de qualquer professor pois possibilita o melhoramento progressivo dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a IPP contemplou a realização de uma investigação educacional, possibilitando ao professor em formação o desenvolvimento de competências que lhe permitam no futuro identificar problemas e conduzir pequenas investigações no sentido de encontrar respostas para os mesmos, contribuindo, em última instância, para a melhoria da sua atividade profissional.

I.1. Contextualização da investigação

A educação proporcionada nas escolas apresenta uma intrínseca relação com a sociedade onde se insere. Assim, à medida que as sociedades evoluem ao longo do tempo, surgem novas necessidades e desafios para os quais a escola deve procurar dar resposta. Durante muito tempo acreditou-se que a forma mais adequada de promover o ensino das ciências seria através de abordagens centradas no professor, em que este cria conteúdos e transmite-os aos alunos no formato de aulas expositivas. Neste contexto educativo, os alunos assumem um papel passivo e limitam-se a receber o conhecimento transmitido pelo professor. Verifica-se, portanto, uma excessiva valorização do conhecimento factual e a capacidade de memorização e reprodução dos conteúdos lecionados é entendida como aprendizagem bem sucedida. O desenvolvimento da criatividade e do espírito crítico não é valorizado nem estimulado.

Atualmente, vivemos num período de impetuoso desenvolvimento científico e tecnológico que influencia profundamente a sociedade em que vivemos e é influenciado por esta. Deste forte desenvolvimento surgem, obviamente, soluções e oportunidades, mas também, dúvidas e incertezas. Vivemos, cada vez mais, num mundo em constante mudança que requer uma aprendizagem contínua ao longo da vida. Neste contexto, a escola deve ser capaz de preparar os seus alunos para enfrentarem os novos desafios, proporcionando-lhes, não apenas a aprendizagem de conhecimento factual, mas, sobretudo, o desenvolvimento de competências fundamentais para o seu sucesso na sociedade de conhecimento atual, entre as quais competências de aprendizagem, que possibilitam aos alunos aprenderem a aprender (Häkkinen et al., 2017). Competências como a criatividade, a inovação, o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas, a comunicação e a colaboração, são apontadas como essenciais para o sucesso pessoal e profissional dos cidadãos da sociedade do século XXI (Binkey et al., 2012; Partnership for 21st Century Learning, 2017). Nesse sentido, nas escolas deve ser promovido o trabalho colaborativo, envolvendo os alunos na resolução de problemas, na procura por soluções e na gestão de conflitos, num processo que abrange evidentemente a partilha de ideias e experiências e a partir do qual resulta construção de nova informação e conhecimento e o desenvolvimento das competências fundamentais para o século XXI (Häkkinen et al., 2017). Revela-se, portanto, necessário transitar de perspetivas de ensino centradas no professor para perspetivas de ensino centradas no aluno. No entanto, apesar de todas as recomendações em contrário, o relatório do Conselho Nacional de

Educação intitulado “Estado da Educação 2016” revela que Portugal é um dos países onde os professores mais utilizam o método expositivo (Conselho Nacional de Educação, 2017).

O recurso constante a aulas expositivas como método de ensino pode dever-se a vários fatores. Por um lado, trata-se de um método que requer o dispêndio de pouco tempo e concede ao professor o controlo total do conteúdo, salvaguardando-o de eventuais saídas da sua zona de conforto (Bates & Galloway, 2012) e, por outro, proporciona a sensação de conforto de que a informação importante foi abordada (Schneider, 2007). Uma outra justificação para o uso excessivo de aulas expositivas e que não deve ser negligenciada é o facto de uma grande parte dos professores não ter tido contacto com outras metodologias de ensino (Davis & Arend, 2013) e, como tal, esses professores poderão não estar familiarizados com a sua implementação nem conscientes das suas potencialidades. Torna-se, portanto, de grande importância a realização de estudos mais aprofundados quanto à forma como as metodologias centradas nos alunos podem ser utilizadas na abordagem de conteúdos curriculares e quais os resultados que advêm dessa utilização, por forma a proporcionar aos professores a segurança, robustez e confiança em tais metodologias. Assim, este estudo visa a implementação do ensino baseado em casos, uma metodologia centrada nos alunos e que apresenta um grande potencial para promover o desenvolvimento das competências fundamentais para o século XXI, aquando da aprendizagem da influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas, na disciplina de Ciências Naturais do 8º ano.

No caso escolhido, foi explorada a problemática das espécies invasoras, mais concretamente o caso das acácias em Portugal. Trata-se de um caso próximo do quotidiano dos alunos, uma vez que a distribuição destas plantas encontra-se praticamente generalizada por todo o território, o que, à partida, promove um maior envolvimento por parte destes na sua resolução. Por outro lado, as estratégias de controlo destas plantas não são consensuais e podem acarretar de uma forma ou de outra consequências, quer para os solos, quer para a biodiversidade, traduzindo-se num caso com grande potencial de discussão e cuja procura por uma solução potencia certamente aprendizagens significativas e o desenvolvimento de competências.

I.2. Problema e objetivos da investigação

Considerando os argumentos apresentados no ponto anterior, que justificam a importância deste estudo, pretendeu-se com esta investigação avaliar se o ensino

baseado em casos auxilia na compreensão de conteúdos conceituais no âmbito do objetivo geral “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”, inserido no Subdomínio “Ecossistemas” e Domínio “Sustentabilidade na Terra”, do Programa de Ciências Naturais para o 8º ano de escolaridade.

Perante o problema de investigação formulado, foram traçados objetivos conceituais, educacionais e profissionais, que orientaram o desenvolvimento deste estudo. Os objetivos definidos encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Objetivos definidos para a investigação desenvolvida.

Tipologia	Objetivos
Conceituais	Explicar os conceitos de espécies autóctones, exóticas e invasoras; Explicar a forma como as invasões biológicas afetam o equilíbrio dos ecossistemas.
Educacionais	Promover a avaliação e discussão de diferentes soluções e a tomada de decisões; Promover o trabalho colaborativo.
Profissionais	Desenvolver competências na planificação e implementação da metodologia de ensino baseada em casos; Desenvolver competências no âmbito da investigação educacional.

I.3. Organização do relatório de estágio

Este relatório de estágio encontra-se organizado em seis capítulos, cujo conteúdo seguidamente se resume.

Neste capítulo, de índole introdutória, apresenta-se a contextualização da investigação, elucida-se acerca do problema que a orientou e dos objetivos definidos e, por fim, explicita-se a forma como este documento se encontra organizado.

O capítulo II é dedicado ao enquadramento teórico que alicerçou a presente investigação e engloba quer a vertente educacional, quer a vertente científica. No enquadramento educacional é estabelecida a contextualização curricular, sendo apresentadas as metas curriculares onde se enquadra esta intervenção, e é caracterizada a metodologia de ensino aplicada, o ensino baseado em casos. No enquadramento científico é feita uma revisão da literatura relativamente aos conteúdos abordados nesta investigação, com enfoque numa visão integradora entre a problemática das invasões biológicas e a dinâmica dos processos geológicos nas regiões costeiras.

O capítulo III é dedicado à metodologia de investigação adotada neste estudo e engloba a sua classificação, a caracterização da amostra utilizada, assim como as técnicas e instrumentos de recolha de dados e respetivo tratamento. Ao longo do mesmo são ainda abordadas as limitações desta investigação.

O Programa de Intervenção, incluindo a fase de planificação e construção dos recursos educativos, e a fase da sua aplicação, encontra-se detalhadamente explicitado no capítulo IV.

No capítulo V inicia-se com a apresentação dos resultados obtidos e respetiva análise estatística, seguindo-se a discussão dos mesmos, no sentido de retirar importantes ilações para a melhoria da prática docente.

No último capítulo são apresentadas as conclusões decorrentes desta investigação e inclui ilações relativamente ao cumprimento dos objetivos definidos, a resposta encontrada para o problema apresentado, assim como os principais contributos deste trabalho para o desenvolvimento profissional do futuro docente.

Aos capítulos supramencionados acrescem as Referências bibliográficas e os Apêndices, que possibilitam uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido.

Capítulo II. Enquadramento teórico

Este capítulo é dedicado ao enquadramento teórico que alicerçou a presente investigação e engloba duas secções. A primeira secção diz respeito ao enquadramento educacional e contém a contextualização curricular do estudo, assim como a caracterização da metodologia de ensino adotada, o ensino baseado em casos. A segunda secção corresponde ao enquadramento científico e compreende uma revisão bibliográfica relativamente aos conteúdos relevantes para a compreensão do caso adotado.

II.1. Enquadramento educacional

II.1.1. Contextualização curricular

A temática desta investigação vai ao encontro das metas curriculares definidas para o 8º ano de escolaridade pelo Ministério de Educação e Ciência (Bonito *et al.*, 2013), mais concretamente:

Domínio “Sustentabilidade na Terra”;

Subdomínio “Ecossistemas”;

Objetivo geral “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”;

Descritores:

“Descrever as causas das principais catástrofes de origem antrópica”;

“Extrapolar o modo como a poluição, a desflorestação, os incêndios e as invasões biológicas afetam o equilíbrio dos ecossistemas”;

“Explicitar o modo como as catástrofes influenciam a diversidade intraespecífica, os processos de extinção dos seres vivos e o ambiente, através de pesquisa orientada”.

II.1.2. Ensino baseado em casos

O ensino baseado em casos é uma metodologia enquadrada na perspetiva socio-construtivista, uma vez que os alunos trabalham preferencialmente em grupos e aprendem com os seus pares, mediante as interações que se estabelecem entre estes (Ching, 2014; Vasconcelos & Faria, 2017). Trata-se, portanto, de uma

metodologia centrada nos alunos, uma vez que estes desempenham um papel ativo nas suas aprendizagens.

No ensino baseado em casos, os alunos são confrontados com situações reais, mais ou menos complexas, e que requerem a tomada de uma decisão, sendo-lhes solicitado que, idealmente em pequenos grupos, encontrem soluções para os problemas levantados (Biggs & Tang, 2011). Como tal, esta metodologia requer que os alunos possuam um certo grau de conhecimentos acerca dos conteúdos inerentes ao problema apresentado, no sentido de promover a reflexão e possibilitar a discussão dos casos que de outra forma dificilmente seria alcançada de forma enriquecedora (Giacalone, 2016; Vasconcelos & Faria, 2017). Nesse sentido, esta metodologia não deve ser utilizada de forma isolada, mas sim em integração com outras, como por exemplo aulas tradicionais, que devem ser utilizadas previamente, no sentido de proporcionar aos alunos os conhecimentos de base necessários a todo o processo de discussão e tomada de decisão (Giacalone, 2016). O ensino baseado em casos não tem, portanto, como objetivo principal a lecionação de novos conteúdos, mas sim proporcionar aos alunos a oportunidade de aplicarem os conhecimentos previamente aprendidos na resolução de problemas reais, possibilitando a tão fundamental aproximação entre o conhecimento factual lecionado na escolas e a complexa realidade. No entanto, das interações que se estabelecem no decorrer da análise dos casos, do debate de ideias e negociações entre pares, resultam naturalmente novos conhecimentos. Esta metodologia baseia-se, portanto, na ideia de que o envolvimento do sujeito em situações experienciais promove a construção de novos conhecimentos a partir de conhecimentos prévios (Harrington & Garrison, 1992).

O ensino baseado em casos é uma metodologia que pode ser suportada por diversas estratégias, entre as quais podem citar-se atividades de modelação, saídas de campo, atividades laboratoriais, atividades práticas, atividades de computação, jogos de simulação, projetos em equipa, debates e *role plays* (Vasconcelos, Faria & Cardoso (2017). Nesta metodologia, compete ao professor o papel de mediar e facilitar os processos de aprendizagem, em detrimento de fornecer conteúdos, promovendo o debate de ideias, levantando questões para que os alunos explicitem o raciocínio que esteve na origem da solução defendida e solicitando aos restantes alunos que avaliem as soluções apresentadas pelos colegas (Giacalone, 2016).

O sucesso da aplicação da metodologia de ensino baseado em casos encontra-se amplamente documentado na literatura, sobretudo em áreas profissionais

relacionadas com as ciências da saúde (Bhardwaj, Bhardwaj, Mahdi, Srivastava & Gupta, 2015; Datta & Ray, 2016; Thistlethwaite *et al.*, 2012; Vora & Shah, 2015; Williams, 2005). No entanto, atendendo às vantagens que apresenta, a sua aplicação tem vindo a ser alargada a outras áreas, tais como a biologia (Pai, 2009), a química (Yalçinkaya, Taştan-Kırık, Boz & Yıldırım, 2012), a engenharia (Flynn, Squier & Davidson, 2016), a matemática (Kogan & Laursen, 2014) e a abordagens interdisciplinares de biologia e geologia (Vasconcelos & Faria, 2017).

Quando comparado com o ensino expositivo, o ensino baseado em casos promove uma maior satisfação por parte dos alunos (Thistlethwaite *et al.*, 2012; Vora & Shah, 2015; Williams, 2005) e a utilização de casos reais possibilita uma maior retenção de conteúdos, uma vez que proporcionam aos alunos pontos de ancoragem mental para os novos conhecimentos (McNaught, Lau, Lam, Hui & Au, 2012). No entanto, as vantagens desta metodologia vão muito para além da maior retenção de conteúdos. De facto, um dos seus pontos mais fortes consiste em proporcionar aos alunos o desenvolvimento de competências fundamentais na sociedade do século XXI, entre as quais a capacidade de analisar situações, avaliar e discutir diferentes soluções e chegar a uma decisão final escolhendo uma das soluções apresentadas. Neste processo, são promovidos aspetos como a curiosidade, a motivação, a aprendizagem autorregulada, o pensamento crítico e o respeito mútuo entre alunos (Vasconcelos & Faria, 2017).

II.2. Enquadramento científico

II.2.1. As catástrofes

O equilíbrio dos ecossistemas, assim como a qualidade dos seus serviços, podem ser afetados por diversos acontecimentos. Por vezes ocorrem catástrofes, eventos geralmente inesperados e súbitos, que acarretam consequências graves para os ecossistemas, produzindo danos extensos e prejuízos avultados, que podem resultar em perdas humanas, materiais, económicas e/ou ambientais, que excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de lidar com seus próprios recursos (Jha, 2010). As catástrofes são, geralmente, classificadas em dois grandes grupos, atendendo à sua origem: as catástrofes naturais e as catástrofes antrópicas (Jha, 2010; Zibulewsky, 2001). As catástrofes de origem natural surgem em consequência do dinamismo do sistema Terra, sem uma intervenção humana direta, e incluem, entre outros, acontecimentos como sismos, erupções vulcânicas, tempestades, inundações e secas (Jha, 2010; Zibulewsky, 2001) (Figura 1). Por outro

lado, as catástrofes de origem antrópica são provocadas diretamente por ações humanas e incluem, entre outras, a poluição da água, ar e solos, os incêndios e a desflorestação (Zibulewsky, 2001) (Figura 1).

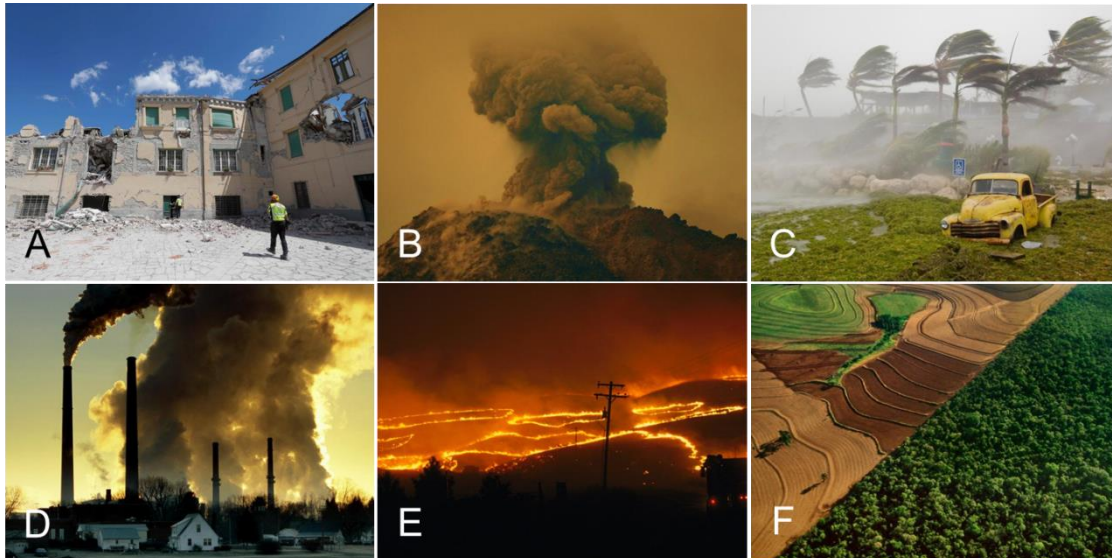


Figura 1 - Exemplos de catástrofes. Catástrofes de origem natural: (A) sismos, (B) erupções vulcânicas, (C) tempestades, e de origem antrópica: (D) poluição, (E) incêndios e (F) desflorestação. Retirado de nationalgeographic.com

Para além destas catástrofes, cuja associação com as atividades antrópicas é intuitivamente estabelecida, ultimamente tem surgido uma crescente consciencialização de que as ações humanas podem contribuir para o desencadear de situações catastróficas muito diversificadas, que incluem as invasões biológicas, potenciadas pela crescente globalização (Svirsky, 2010), e a erosão costeira, devida, em parte, a um incorreto ordenamento do território (Jayappa & Deepika, 2018).

II.2.2. As Invasões biológicas

Atualmente, vivemos num mundo globalizado, rodeados de pessoas e bens das mais diversas regiões do planeta. Esta globalização também surtiu efeito ao nível dos ecossistemas, nos quais passou a ser muito frequente a coexistência de espécies nativas e espécies exóticas. Uma espécie nativa, também designada espécie indígena, espontânea ou autóctone, pode ser definida como “qualquer espécie que é natural da região em que vive, ou seja, que ocorre nos territórios onde se originou por processos evolutivos ou que atingiu através de meios de dispersão naturais” (Vicente, Queiroz, Marchante, Honrado & Silva, 2018, p. 20). Por outro lado, denomina-se espécie exótica, alóctone, introduzida, não nativa ou não indígena, “qualquer espécie que ocorre fora da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida pelas atividades humanas (de forma intencional ou acidental),

ultrapassando dessa forma as barreiras biogeográficas” (Vicente et al., 2018, p. 20). Na grande maioria dos casos, esta convivência entre espécies nativas e espécies exóticas ocorre de forma relativamente harmoniosa, sem que as últimas provoquem alterações muito significativas nos ecossistemas onde são introduzidas. De facto, muitas das espécies introduzidas não encontram, no novo habitat, fatores bióticos e abióticos favoráveis e sobrevivem apenas de forma casual (Vicente et al., 2018) (Figura 2). Nessas circunstâncias, os indivíduos da espécie reproduzem-se ocasionalmente sem a intervenção humana, mas são incapazes de formar populações autossustentáveis, estando, portanto, a sua persistência dependente de repetidas introduções (Vicente et al., 2018). Uma fração menor de espécies introduzidas consegue reproduzir-se persistentemente e manter populações ao longo de vários ciclos de vida, inclusivamente para além do local de introdução inicial, sem a intervenção direta do Homem (Marchante, Morais, Freitas & Marchante, 2014; Vicente et al., 2018). Nestas circunstâncias, considera-se que ocorreu a naturalização da espécie exótica (Figura 2), processo este que só pode ocorrer quando, simultaneamente, as condições ambientais não impedem os indivíduos de sobreviver e as diversas barreiras à reprodução regular são ultrapassadas (Richardson et al., 2000). As espécies exóticas naturalizadas coexistem de forma mais ou menos equilibrada com as espécies nativas, durante um período de tempo variável (Vicente et al., 2018). No entanto, este equilíbrio pode ser perturbado por estímulos ambientais que favoreçam a espécie exótica (Figura 2). Estes estímulos podem ser muito diversificados e incluem, por exemplo, as alterações ambientais globais, a intervenção de agentes que aumentem o sucesso reprodutor assim como a dispersão da espécie e a ocorrência de perturbações que alterem a estrutura ou a conectividade dos ecossistemas, tais como incêndios, tempestades e desabamentos de terra, assim como as mais diversas perturbações antrópicas (Litchman, 2010; Vicente et al., 2018). Face ao estímulo, caso a espécie exótica então naturalizada apresente algum tipo de vantagem relativamente às espécies nativas, aproveita essa oportunidade, aumenta o seu efetivo populacional de forma muito acentuada e expande rapidamente a sua área de distribuição, substituindo as espécies nativas e transformando, frequentemente, os ecossistemas em seu benefício, num processo designado por invasão biológica (Figura 2). Desta forma, uma espécie exótica passa a ser considerada invasora a partir do momento em que produz populações reprodutoras abundantes e separadas da inicial quer no espaço quer no tempo, independentemente do grau de perturbação do meio e sem intervenção direta do Homem (Marchante et al., 2014).

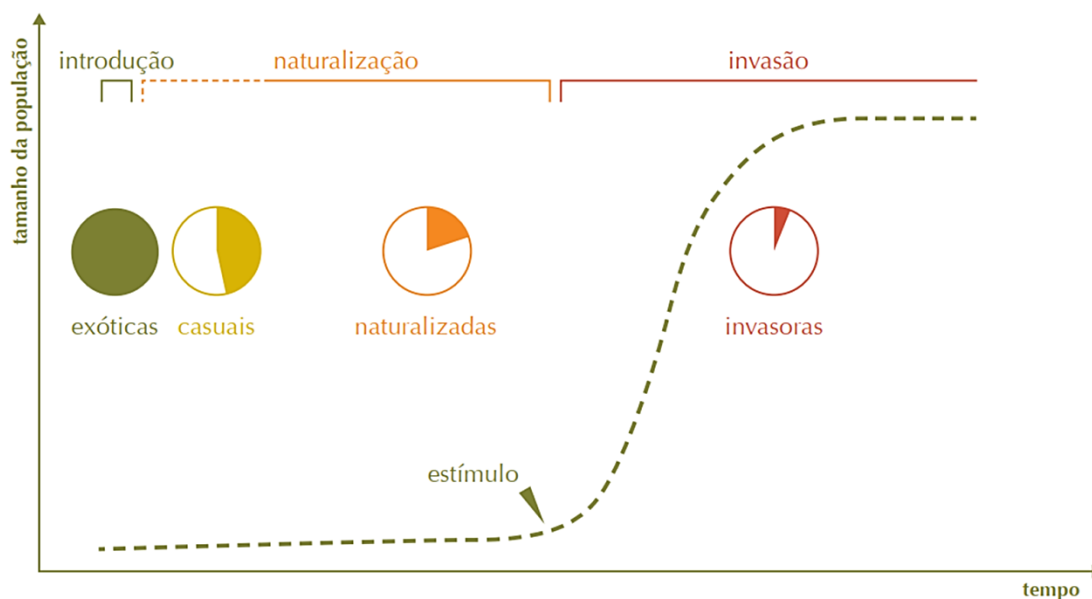


Figura 2 - Principais etapas de um processo de invasão biológica. Retirado de Marchante et al., 2014.

O caráter invasor pode ser apresentado por espécies muito diversificadas, pertencentes aos mais diversos grupos taxonómicos, desde vírus, bactérias, fungos, protistas, plantas e animais (Keller, Geist, Jeschke & Kühn, 2011; Litchman, 2010). Apesar da sua grande diversidade, é possível identificar características comuns a muitas espécies invasoras, que facilitam os processos de invasão. Entre essas características podem citar-se, por exemplo, elevada taxa de crescimento, elevada capacidade de dispersão, elevada capacidade de competir eficientemente pelos recursos disponíveis e de os utilizar de forma eficiente, ausência de inimigos naturais nos locais onde são invasoras (Litchman, 2010; Vicente et al., 2018). No caso das plantas invasoras, para além das características supramencionadas, muitas espécies produzem um grande número de sementes e muitas outras reproduzem-se vigorosamente de forma vegetativa (Marchante et al., 2014; Vicente et al., 2018). Relativamente às sementes produzidas pelas espécies invasoras, é frequente permanecerem viáveis durante longos períodos de tempo, assim como a sua germinação ser estimulada pelo fogo, o qual, nestes casos, constitui um dos estímulos facilitadores da invasão (Marchante et al., 2014; Vicente et al., 2018).

As espécies invasoras produzem alterações profundas na composição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas, que se traduzem numa ameaça à biodiversidade nativa, que inclusivamente pode levar à extinção de espécies, e acarretam uma grande diversidade de impactes, que podem afetar todos os pilares do desenvolvimento sustentável, o económico, o social e o ambiental (Santos & Calafate, 2018).

As invasões biológicas tornaram-se num problema difundido um pouco por toda a parte e Portugal não é exceção. De facto, o território português, tanto continental como insular, é afetado por uma grande diversidade de espécies exóticas invasoras (Figura 3).

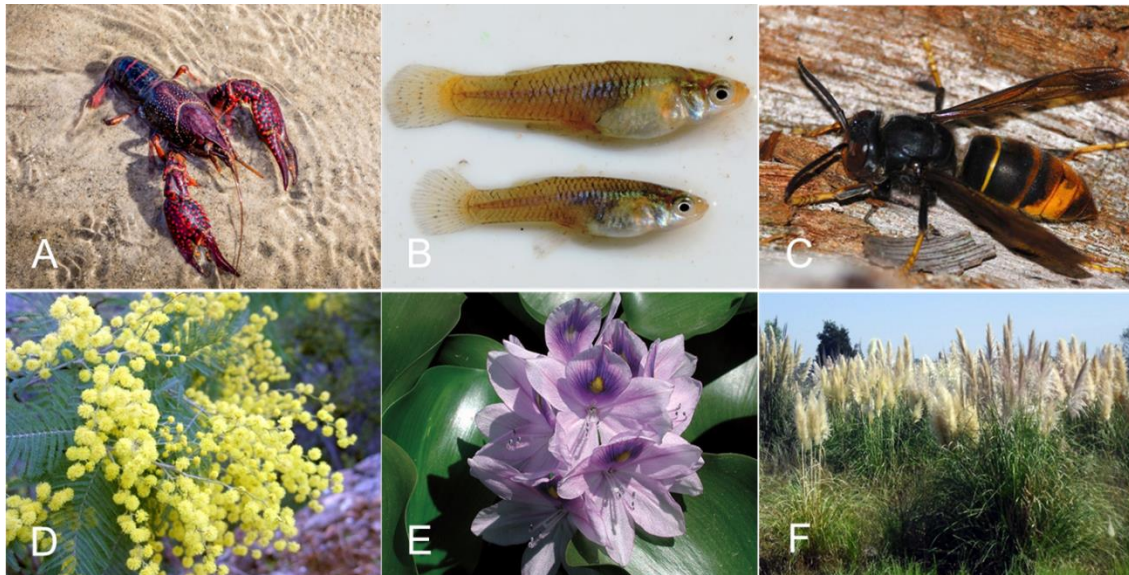


Figura 3 - Exemplos de espécies exóticas invasoras em Portugal. (A) lagostim-vermelho-do-Louisiana (*Procambarus clarkii*); (B) peixe-mosquito (*Gambusia holbrooki*); (C) vespa-asiática (*Vespa velutina nigrithorax*); (D) mimosa (*Acacia dealbata*); (E) jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*) e (F) erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*). Retirado de imagem.casadasciencias.org (A); exoticasinvasoras.carm.es/ (B); fnap.pt (C) e invasoras.pt (D, E e F).

Estas invasões biológicas encontram-se em curso como resultado de intervenções humanas. Essas intervenções, que agora originam situações catastróficas, foram realizadas, por vezes, de forma intencional e até mesmo com o intuito de resolver outros problemas. Também noutros domínios, a intervenção humana tem promovido o agravamento de problemas e a ocorrência de catástrofes, sobretudo em locais já de si sensíveis, como as zonas costeiras.

II.2.3. O dinamismo das zonas costeiras

Portugal Continental caracteriza-se por apresentar uma extensa área litoral. A sua linha de costa estende-se desde Caminha até Vila Real de Santo António, perfazendo um total de 963 Km, e caracteriza-se por apresentar diversidade geomorfológica, de onde se destacam as zonas constituídas essencialmente por praias arenosas, constituindo a maioria, e as zonas que tipificam um litoral rochoso, constituídas por arribas (Carvalho, 2014). O litoral representa a transição entre o oceano e os ambientes terrestres e alberga uma grande diversidade de ecossistemas complexos e com um imensurável valor ecológico. De entre estes ecossistemas, em Portugal torna-se relevante destacar os sistemas dunares, uma vez que, apesar da

existência de diversidade geomorfológica, o seu litoral é maioritariamente arenoso e possibilita, sob condições específicas a formação de dunas. A génese e evolução destes sistemas dunares tipificam um excelente exemplo da interação entre os diferentes subsistemas terrestres. A disponibilidade sedimentar e a ação do vento local, exemplo de uma interação geosfera-atmosfera, são apontados como requisitos fundamentais para a formação de sistemas dunares (Maun, 2009; Paixão, 2013). No entanto, a biosfera, nomeadamente a vegetação, assume um papel igualmente

fundamental pois possibilita criar obstáculos ao transporte de detritos pelo vento, proporcionando a sua sedimentação, a formação de montículos de sedimentos e posterior estabilização dos sistemas dunares através da fixação proporcionada pelos seus sistemas radiculares (Maun, 2009) (Figura 4). O



papel da hidrosfera também não pode ser negligenciado uma vez que os detritos que vêm a constituir os sedimentos dos sistemas dunares são inicialmente

Figura 4 - Vegetação dunar. Na figura é possível observar estorno (*Ammophila arenaria*), uma planta autóctone em Portugal Continental, pioneira na colonização das dunas e importante para a sua edificação. Retirado de <http://www2.icnf.pt/portal/ap/p-prot/ppafcc/galeria/ppafcc-estorno/view>

transportados e trabalhados por este subsistema. De facto, os sedimentos dunares, provêm principalmente de três fontes: de detritos fluviais, transportados por rios que drenam para a costa, da erosão do próprio litoral, provocada sobretudo pelo hidrodinamismo do oceano e, da atividade biogénica. Em qualquer das situações consideradas a hidrosfera é responsável por promover a deriva litoral de sedimentos (Figura 5), transportando-os e distribuindo-os ao longo da linha de costa (Maun, 2009; Psuty, 2004).

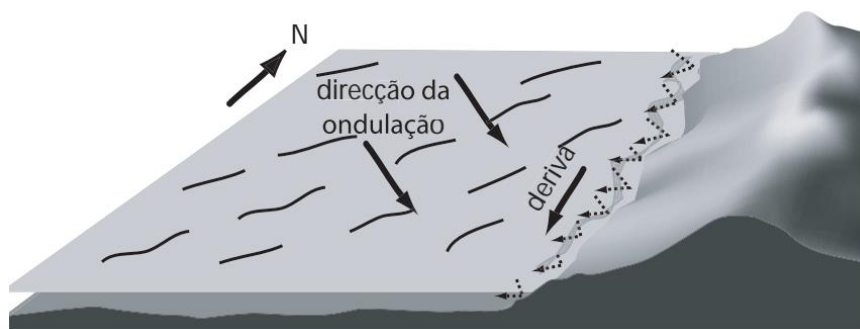


Figura 5 - Esquema exemplificativo da deriva litoral e sua relação com a direção dominante da ondulação. Retirado de Gomes, Botelho e Carvalho, 2002.

O balanço entre a quantidade de sedimentos que chegam à praia e a quantidade de sedimentos que é removida desta é determinante para o desenvolvimento de sistemas dunares ou para a sua destruição. Assim, os sistemas dunares podem estar em equilíbrio, ser regressivos ou transgressivos (Seoane, Fernández & Pascual, 2007). Nos sistemas dunares em equilíbrio a quantidade de areia removida das dunas durante os períodos de temporais e marés vivas é recuperada nos períodos com condições meteorológicas mais calmas e favoráveis, ocorrendo, a prazo, a manutenção da quantidade de areia que constitui o sistema dunar. Por outro lado, nos sistemas regressivos, a quantidade de areia que chega à praia não é suficiente para repor a quantidade de areia que é removida durante os períodos desfavoráveis, ocorrendo ao longo do tempo uma diminuição progressiva da extensão do sistema dunar. Nas situações em que o balanço sedimentar é positivo, ou seja, em que o fluxo de areia para a praia é contínuo e abundante o suficiente para superar as perdas provocadas por tempestades, ocorre uma expansão do sistema dunar, que geralmente avança para o interior.

Os sistemas dunares constituem estruturas geológicas essenciais para a proteção das áreas emersas da ação erosiva das ondas e, muitas vezes, representam o único obstáculo existente entre o oceano e os agregados populacionais instalados nas zonas litorais, cuja densidade tem vindo a aumentar, devido ao fenómeno de litoralização do território (Paixão, 2013). No entanto, uma vez que a evolução dos sistemas dunares se encontra fortemente dependente do balanço entre o volume de areia transportado, pela deriva litoral, para as praias, e o volume de areia que é removida por erosão e transporte, qualquer modificação que altere os mecanismos de transporte de detritos e/ou conduza a um aumento da instabilidade dunar, facilitando a sua erosão, acarreta inevitavelmente consequências para a evolução destes sistemas. A grande densidade populacional que se estabeleceu junto das zonas litorais, juntamente com o avanço do mar devido à subida do nível médio da água, em consequência do aquecimento global, tem como resultado o desequilíbrio dos delicados sistemas dunares. De facto, atualmente quase a totalidade do litoral português enfrenta sérios problemas de erosão (Gonçalves, 2011). Das construções humanas que acarretam profundas alterações na dinâmica do transporte de detritos encontram-se os quebra-mares portuários e infraestruturas de defesa como os esporões, que promovem a sedimentação de areias transportadas por deriva litoral a barlamar, mas agravam os fenómenos de erosão a sotamar (Gomes, 2007) (Figura 6).



Figura 6 - Impactes de um esporão na dinâmica dos processos geológicos que atuam nas zonas costeiras. Adaptado da vista aérea da região de Esmoriz, Portugal, disponível em [google.com/maps](https://www.google.com/maps)

Outro tipo de construções que contribuem para uma redução do fornecimento de areias às praias é a generalizada construção de barragens para aproveitamento hídrico e hidroelétrico. Estas estruturas têm como consequência a retenção, a montante, dos detritos transportados pelos sistemas fluviais, diminuindo fortemente a carga sedimentar que chega às zonas costeiras (Taveira-Pinto, Silva & Pais-Barbosa, 2011). Da mesma forma, a estabilidade dos sistemas dunares está intimamente ligada à conservação do coberto vegetal, sendo que a sua destruição, em resultado das atividades antrópicas, permite uma maior movimentação das areias para o interior, potenciada pela ação do vento e dos galgamentos pelo mar. Pelo mencionado, facilmente se compreende que as atividades humanas têm contribuído fortemente para agravar os fenómenos de erosão costeira, aumentando assim a suscetibilidade para a ocorrência de catástrofes.

II.2.4. Uma relação entre o dinamismo das zonas costeiras e as invasões biológicas

A forte erosão verificada nas zonas costeiras aliada ao reconhecimento da importância da vegetação para a manutenção dos sistemas dunares levou a que se adotassem medidas de plantação ou replantação desses sistemas. Nesse seguimento, foram utilizadas, de forma desmedida, espécies que originalmente não se encontravam presentes nesses ecossistemas, mas que, atendendo ao seu rápido crescimento e considerando o rápido agravamento dos problemas de erosão, foram consideradas adequadas e, como tal, utilizadas como solução expedita para estabilizar

os sistemas dunares. Entre as espécies vegetais utilizadas encontravam-se plantas do género *Acacia*, como por exemplo a *Acacia longifolia*, originária do sudeste da Austrália e vulgarmente conhecida por acácia-de-espigas ou acácia-de-folhas-longas. Esta planta pertence à família Favaceae (Leguminosae), desenvolve-se na forma de arbusto ou pequena árvore de até 8 metros, possui folhas perenes, reduzidas a filórdios laminares, as suas flores são amarelo-vivo e encontram-se reunidas em espigas axilares (Figura 7), as suas vagens são cilíndricas, contorcidas na maturação, e encerram sementes com funículo curto e esbranquiçado (Marchante et al., 2014).



Figura 7 - Ramo de acácia-de-espigas em floração.

A *Acacia longifolia* foi introduzida pela primeira vez nos sistemas dunares costeiros portugueses, nomeadamente nas dunas de S. Jacinto há pouco mais de um século (Neto, 1993) e, mais tarde, o processo foi repetido em sistemas dunares de outros locais, tendo contribuído eficazmente para a sua estabilização (Marchante, 2001). No entanto, no novo habitat, a acácia-de-espigas apresentava um conjunto de características que lhe conferiram vantagem relativamente às espécies autóctones e, como tal, venceu a competição com estas e proliferou de forma exponencial, tornando-se invasora. Para além do seu rápido crescimento, o sucesso desta planta relativamente às autóctones está relacionado com a ausência de inimigos naturais e com a sua capacidade de produzir um elevado número de sementes com elevada longevidade, que se acumulam no solo e cuja germinação é estimulada pelo fogo (Marchante, 2001). Desta forma, após o fogo, estas plantas são das primeiras a surgir, formando povoamentos muito densos que impedem o desenvolvimento da vegetação nativa. Adicionalmente, a *Acacia longifolia* apresenta a capacidade para fixar azoto, o que lhe permite um ótimo desenvolvimento mesmo em solos pobres neste nutriente, para além de contribuir, após a queda das folhas, para um enriquecimento do solo na zona envolvente que facilita a colonização por novas plantas da espécie (Marchante, 2001; Marchante, Kjøller, Struwe & Freitas, 2009). Atualmente, a grande expansão das populações desta espécie invasora acarreta graves consequências para os ecossistemas e revela-se uma ameaça à biodiversidade, podendo conduzir à extinção de espécies autóctones.

Considerando as características apresentadas, *Acacia longifolia* é uma planta invasora cujo controlo e diminuição do seu efetivo populacional se tem revelado

inalcançável através de técnicas tradicionais de combate como o abate e o fogo. Este último, como referido apresenta inclusivamente o efeito inverso, por estimular a germinação das sementes, devendo nesse caso ser procedida à exaustiva eliminação das plantas que germinem após a sua aplicação.

Recentemente, o controlo biológico através da utilização de um inseto oriundo da Austrália, inimigo natural da acácia-de-espigas nessa região, que interrompe o seu ciclo reprodutor, tem sido apontado como uma alternativa eficaz (Marchante, Freitas & Hoffmann, 2011). Este inseto, a vespa da acácia-de-espigas (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*),

deposita os seus ovos nas gemas florais da planta, o que faz com que esta, em resposta, desenvolva galhas (Figura 8) nesses locais,

em vez de flores (Marchante, 2015).

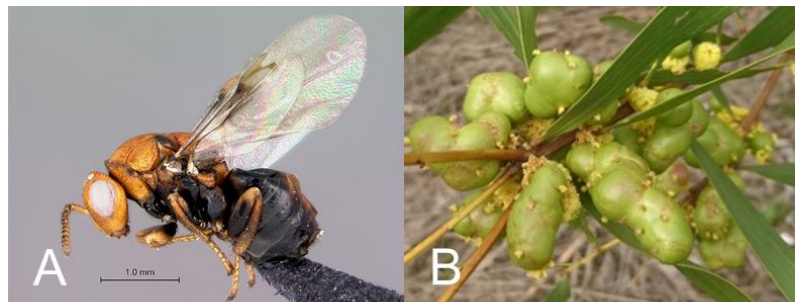


Figura 8 - Aspectos relacionados com o controlo biológico da acácia-de-espigas. (A) *Trichilogaster acaciaelongifoliae* e (B) galhas formadas por este nas gemas florais da planta. Retirado de waspweb.org (A) e de invasoras.pt (B).

A formação de galhas resulta, portanto, numa diminuição da capacidade da planta para produzir novas sementes, reduzindo a sua capacidade de reprodução e de dispersão e, conseqüentemente, o seu carácter invasor (Marchante, 2015). O controlo biológico da acácia-de-espigas com recurso à vespa da acácia-de-espigas já foi testado na África do Sul, onde esta planta também é invasora, e os resultados obtidos foram muito promissores, revelando uma redução da produção de sementes de cerca de 85% (Marchante, 2015). Apesar de tais resultados, há preocupações quanto à possibilidade de este inseto exótico se tornar invasor, à semelhança de *Acacia longifolia*, que também foi introduzida com boas intenções (Quercus, 2016).

Capítulo III. Metodologia da investigação

Uma vez definido o problema de investigação e após uma análise cuidada do contexto do estudo e das limitações inerentes, é fundamental estabelecer o rumo da investigação, assim como delinear a metodologia mais adequada ao propósito que o investigador pretende alcançar. Este capítulo é dedicado à metodologia de investigação adotada e inclui a sua classificação, a caracterização da amostra utilizada, assim como as técnicas e instrumentos de recolha de dados e respetivo tratamento. Ao longo deste capítulo é ainda apresentada uma reflexão acerca das limitações desta investigação.

III.1. Classificação da investigação

A investigação aqui apresentada seguiu um plano pré-experimental suportado no método quantitativo e com um desenho que incluiu um só grupo, sem grupo de controlo para comparar, e um pós-teste. Ao grupo foi aplicado um tratamento (variável independente), neste caso a abordagem da temática “compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”, apoiada no ensino baseado em casos e, posteriormente, um teste de avaliação de conteúdos conceituais (cujo resultado constitui a variável dependente).

A escolha por um plano pré-experimental adveio do facto de, no âmbito da IPP, os trabalhos de investigação a desenvolver pelos formandos se encontrarem limitados às turmas que lhes são atribuídas. Assim, não foi possível a obtenção de uma amostra aleatória nem a obtenção de grupos estatisticamente semelhantes, o que impossibilitou a existência de um verdadeiro grupo controlo. Por outro lado, apesar de, em alternativa, ter havido a possibilidade de utilizar um grupo de comparação não equivalente, tal não sucedeu, uma vez que seria eticamente discutível pelo facto de incumbirmos no risco de prejudicar um grupo de alunos relativamente a outros.

Os resultados obtidos com este plano de investigação são, naturalmente, do tipo descritivo e não permitem o estabelecimento de relações de causalidade (Cohen, Manion & Morrison, 2007; Coutinho, 2015; Tuckman, 2000). Tal facto contribui para que a literatura atribua pouca validade aos estudos pré-experimentais (Cohen et al., 2007) e que os classifique como úteis apenas no desenvolvimento de investigações preliminares sobre um dado problema (Gay, Mills & Airasian, 2011). No entanto, no âmbito da IPP, a obtenção de dados robustos, com elevada validade científica e passíveis se serem generalizados não é um aspeto essencial, até porque, como já foi

referido, tal não seria possível. Interessa sim encarar a oportunidade de desenvolver atividades de investigação como forma de, por um lado desenvolver competências no âmbito da investigação educacional e, por outro, obter indicadores que possibilitem ao formando melhorar a sua prática docente, contribuindo para o enriquecimento da sua formação profissional.

III.2. Caraterização da amostra

Este estudo foi realizado com uma amostra constituída pelos elementos das duas turmas de 8º ano de escolaridade que haviam sido atribuídas ao núcleo de estágio da PES da Escola Secundária Aurélia de Sousa, estabelecimento de ensino situado no centro da cidade do Porto. Sendo que alguns alunos não compareceram às aulas em que foram recolhidos os dados, a amostra não incluiu todos os discentes das turmas, mas apenas 53 dos seus elementos, dos quais 25 eram do género feminino e 28 do género masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos. Na execução desta investigação, foi, portanto, utilizada uma amostra de conveniência. Este tipo de amostragem consiste em utilizar um grupo intacto, previamente constituído, de indivíduos que se encontrem disponíveis e ao alcance do investigador. Como se trata de uma amostragem não probabilística, não representativa da população, os resultados obtidos não são generalizáveis, podendo, no entanto, revelar-se bons indicadores (Cohen et al., 2007).

III.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Tal como referido anteriormente, a presente investigação seguiu um plano pré-experimental que incluiu a recolha de dados quantitativos, mediante a aplicação de um pós-teste. Este instrumento de recolha de dados foi construído pelo investigador e consistiu num conjunto de questões de resposta fechada e de resposta aberta, com um formato semelhante ao das questões dos exames nacionais, que pretendiam aferir as aprendizagens de conteúdos conceituais realizadas pelos alunos, após a aplicação do Programa de Intervenção.

O instrumento que pretendemos utilizar numa investigação tem de garantir que os dados recolhidos possuam qualidade informativa. Nesse sentido existem dois parâmetros importantes a que um instrumento deve atender, a validade e a fidelidade. A validade diz respeito ao grau com que um instrumento mede o que se pretende medir, isto é, os dados obtidos com recurso a esse instrumento são válidos se realmente refletirem o fenómeno em estudo (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2015;

Gay et al., 2011). Por outro lado, a fidelidade corresponde ao grau com que um instrumento mede de forma consistente o que se pretende medir, isto é, se é independente das circunstâncias de aplicação e do investigador que o aplica (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2015; Gay et al., 2011). A validade e fidelidade do instrumento de recolha de dados utilizado nesta investigação foram asseguradas pelos orientadores científicos desta investigação, assim como pelo orientador cooperante, docente na escola onde decorreu a PES.

III.4. Técnicas de análise e tratamento de dados

Os resultados da aplicação do pós-teste forneceram dados de natureza quantitativa. No entanto, atendendo às limitações da investigação apresentadas neste capítulo, tais resultados não permitiram o estabelecimento de relações de causalidade. Assim, os dados recolhidos foram alvo de uma análise de estatística descritiva, recorrendo ao programa informático SPSS, no sentido de providenciar importantes indicadores para a melhoria da prática docente.

Capítulo IV. Programa de Intervenção

No sentido de encontrar respostas para o problema apresentado e alcançar os objetivos definidos, foi desenvolvido e aplicado um Programa de Intervenção com base no enquadramento teórico abordado no Capítulo II. Este capítulo compreende uma descrição detalhada dos elementos que constituem o Programa de Intervenção, incluindo a fase de planificação e construção dos recursos educativos, e a fase da sua aplicação, a qual decorreu durante duas aulas de 50 minutos da disciplina de Ciências Naturais.

IV.1. Planificação e recursos educativos

O planeamento de uma aula é uma fase crucial da qual depende certamente a qualidade do processo de ensino-aprendizagem que desse planeamento se venha a desenvolver. Nesta fase é fundamental proceder-se à definição dos objetivos pedagógicos a alcançar e das estratégias a adotar, assim como deve ser definido o grupo-alvo e quais os recursos necessários, por forma a promover uma melhoria na qualidade das intervenções educativas (Castro, Tucunduva, & Arns, 2008; Alvarenga, 2011).

Tal como referido anteriormente, o ensino baseado em casos requer que os alunos possuam conhecimentos prévios acerca dos conteúdos abordados no caso a explorar, no sentido de promover a reflexão e discussão do mesmo de forma mais enriquecedora. A aprendizagem desses conteúdos, por parte dos alunos, foi promovida quer pela minha colega de estágio, que abordou os processos de erosão, com recurso à metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), quer pelo orientador cooperante, que abordou os conceitos de espécies autóctones, exóticas e invasoras, com recurso ao método expositivo.

Uma vez salvaguardada a abordagem prévia dos conteúdos necessários, foi redigido um texto acerca do caso a ser explorado pelos alunos, intitulado “Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão” (Apêndice I). Este texto foi construído com base em resultados de investigações científicas recentes, diversas notícias de jornal igualmente recentes, informações presentes na plataforma invasoras.pt. e comunicados de uma associação ambientalista. O caso em questão foi escolhido por ser potencialmente próximo do quotidiano dos alunos, do ponto de vista geográfico e/ou emocional, e aborda a invasão dos sistemas dunares portugueses por acácia-de-espigas e as consequências

que acarreta para os ecossistemas, remetendo para a necessidade de controlar as populações desta espécie. Nesse documento é feita referência à existência de diversas soluções de controlo disponíveis atualmente, assim como ao facto de estas não serem consensuais, apresentando cada uma vantagens e desvantagens, que devem ser ponderadas no sentido de promover o controlo eficaz da invasão e evitar o surgimento de problemas adicionais. É igualmente realçado o dinamismo entre a biosfera e a geosfera, particularmente o importante papel desempenhado atualmente por acácia-de-espigas na mitigação da erosão das zonas costeiras. Assim, os alunos são desafiados igualmente a encontrarem/escolherem uma solução adequada para a fixação das dunas, após a remoção/controlo das populações de acácia-de-espigas presentes nesses sistemas. Em suma, o caso desenvolvido obedece aos princípios apontados por Vasconcelos e Faria (2017) como essenciais para uma adequada utilização no ensino baseado em casos, nomeadamente o facto de ser real, basear-se em investigações e estudos rigorosos, promover o desenvolvimento de diferentes perspetivas, poder ser explorado de forma interativa pelos alunos e direcioná-los para uma conclusão, mediante o fornecimento dos recursos e do contexto necessários para a discussão das questões de forma dinâmica.

O ensino baseado em casos pode ser suportado por diversas estratégias. No caso concreto do Programa de Intervenção desenvolvido e aplicado na Iniciação à Prática Profissional (IPP), foram adotadas como principais estratégias o trabalho em grupo e a exploração de diferentes pontos de vista, mediante um debate com *role play*. O sucesso de aulas como esta, que envolvem ações específicas e complexas, assim como uma grande interatividade e dinamismo, é fortemente influenciado pela qualidade da planificação realizada. Durante essa fase é particularmente importante definir, para além dos pontos comuns a todas as planificações, um vasto conjunto de aspetos, nomeadamente, as estratégias de ensino-aprendizagem destinadas especificamente a orientar os alunos no decorrer da exploração do caso, as questões-chave a abordar, a forma como a discussão em grupo será realizada e o tempo necessário para a mesma, assim como a forma como será avaliado o desempenho dos alunos. Reconhecida a sua importância, as aulas referentes ao presente Programa de Intervenção foram alvo de uma planificação detalhada (Apêndice II).

Durante a fase de planificação foram definidos, para os alunos, os seguintes objetivos: mobilizar conhecimentos relacionados com as invasões biológicas e a erosão dunar; discutir e avaliar diferentes soluções para os problemas reais considerados; desenvolver competências de comunicação e argumentação, mediante

o confronto e debate de ideias, e desenvolver a capacidade de tomada de decisões. Assim, no sentido de promover a concretização destes objetivos por parte dos alunos, foi planificada a distribuição dos mesmos por três grupos, nomeadamente o grupo dos investigadores, dos ambientalistas e dos moradores de uma zona costeira, sendo que cada grupo desempenharia um papel distinto durante o debate com *role play*. O grupo dos investigadores defenderia, de forma fundamentada, a utilização de um agente biológico, uma espécie exótica, no controlo da invasão dos ecossistemas por acácia-de-espigas. O grupo dos ambientalistas discordaria do grupo dos investigadores e defenderia estratégias de combate alternativas, apresentando os seus argumentos. Já o grupo de moradores de uma zona costeira estaria sobretudo preocupado com o facto de a erosão dunar poder ser potenciada pela redução/eliminação do efetivo populacional de acácia-de-espigas. Este grupo não teria à partida preferência por nenhuma metodologia de controlo em particular, mas reivindicaria a inclusão, nas intervenções realizadas, de estratégias que prevenissem a erosão dunar, no sentido de salvaguardarem a integridade das suas habitações. A definição destes grupos e respetivos papéis foi realizada após uma cuidada pesquisa bibliográfica, através da qual foram selecionados documentos, incluindo notícias de jornal atuais, que traduziam diversas posições em causa. A partir da adaptação desses textos foram construídos documentos auxiliares que promovem uma abordagem interdisciplinar, integrando áreas como a biologia, a geologia, ambiente e sociedade, com o objetivo de serem analisados pelos alunos e de os orientar durante a exploração do caso (Apêndice III). Foram igualmente construídas tabelas de síntese, destinadas a serem preenchidas pelos alunos aquando da análise dos documentos de apoio ao caso, de forma a facilitar a estruturação das principais ideias por parte destes (Apêndice IV).

Os debates são sempre momentos muito dinâmicos e que envolvem um grande grau de imprevisibilidade. Assim, é especialmente importante definir um conjunto de questões que, não sendo certamente as únicas que serão levantadas durante a realização do debate, são fundamentais para o professor, enquanto mediador do mesmo, fomentar a persecução dos objetivos definidos. Durante a fase de planificação foram definidas as seguintes questões a abordar durante o debate com *role play*:

- O controlo biológico da invasão por acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), através da introdução de uma espécie exótica de inseto, a vespa da acácia-de-espigas (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*), deve ser implementado?
- Qual das soluções atualmente existentes é a mais adequada para o controlo da invasão dos ecossistemas por acácia-de-espigas?

- Após um eventual controlo da invasão biológica, que medidas devem ser implementadas para prevenir a erosão dunar?
- Qual a decisão mais adequada para a resolução de ambos os problemas apresentados?
- Quais os argumentos que suportam a decisão tomada?

Durante a fase de planeamento foi igualmente elaborado um teste de avaliação de conteúdos conceituais e respetivos critérios de correção (Apêndice V), que constituiu um instrumento de avaliação dos alunos e de recolha de dados para a investigação realizada no âmbito deste PI.

IV.2. Aplicação do Programa de Intervenção

As duas aulas de aplicação deste Programa de Intervenção tiveram lugar no mês de maio de 2018, mais concretamente nos dias 9 e 16, para a turma D, e nos dias 18 e 25, para a turma B. No sentido de promover melhores condições de trabalho, quer aos alunos quer ao investigador, e de facilitar a participação ativa de todos os alunos, retirando o máximo de rendimento da metodologia e estratégias adotadas, o Programa de Intervenção foi aplicado nas aulas de turnos de cada turma (desdobramento que funciona em paralelo com Físico-Química). Nesta configuração, cada turno era constituído por 14 a 15 alunos, sendo o Programa de Intervenção aplicado ao primeiro turno num tempo letivo e ao segundo turno no tempo letivo seguinte.

No início da primeira aula de cada turno, os alunos foram distribuídos em 3 grupos de trabalho de 4 a 5 elementos. Na constituição dos grupos foram tidas em consideração as características individuais de cada aluno, de forma a garantir a formação de grupos heterogéneos. Esta heterogeneidade grupal teve com o objetivo estimular o desenvolvimento de aprendizagens mais enriquecedoras e diversificadas uma vez que promove a exposição dos alunos a diferentes ideias e pontos de vista. Em consequência, foi igualmente garantida uma maior homogeneidade intergrupala. Após a sua constituição, os grupos foram distribuídos pelas mesas da sala de aula, cuja disposição havia sido alterada no sentido de formar 3 pequenas ilhas de trabalho.

Atendendo a que os alunos não haviam contactado previamente com a metodologia de ensino baseado em casos, nem com as estratégias de ensino englobadas neste Programa de Intervenção, a primeira aula iniciou-se pela contextualização da metodologia, seguindo-se um breve esclarecimento acerca da

forma com as aulas iriam decorrer, incluindo informações acerca das atividades que iriam ser desenvolvidas e do que seria esperado, quer da parte dos alunos, quer da parte do professor. Após este esclarecimento inicial, prosseguiu-se com uma breve revisão dos conteúdos lecionados em aulas anteriores, importantes para a análise do caso. Seguidamente foi fornecido aos alunos o documento com a descrição do caso e foi-lhes solicitado que o analisassem e discutissem em grupo. De forma a possibilitar uma melhor compreensão do caso por parte dos alunos, foram igualmente fornecidos todos os documentos de apoio construídos, que refletem pontos de vista de diversas partes envolvidas e outros aspetos importantes para a exploração do caso, e as tabelas de síntese, que auxiliam os alunos no levantamento e organização das principais ideias presentes nos documentos auxiliares, assim como na reflexão acerca de outros aspetos relevantes. A grande maioria do tempo letivo foi, então, dedicado à análise e discussão dos textos fornecidos e ao preenchimento das referidas tabelas, pelos grupos. No final da aula, foi atribuído, por sorteio, o papel a desempenhar por cada grupo no *role play*, juntamente com um documento orientador que continha as ideias e posições gerais defendidas por cada parte envolvida, sobre as quais os alunos deveriam trabalhar (Apêndice VI). Os diferentes grupos dedicaram o restante tempo de aula ao desenvolvimento das ideias inerentes ao papel que lhes havia sido atribuído.

A segunda aula do PI foi dedicada à dinamização de um debate em formato *role play*, de acordo com o que havia sido planificado. Para tal, no sentido de promover uma maior interação entre os grupos, assim como facilitar a mediação do debate, as mesas da sala de aula foram dispostas em “U” e cada grupo ocupou um dos lados dessa configuração (Figura 9). No início desta aula foram proporcionados a todos os grupos cinco a dez minutos para que os seus elementos pudessem trabalhar em conjunto, no sentido de articularem os principais pontos a abordar e as estratégias a adotar. De seguida, foi promovido o confronto e o debate de ideias através de um *role play*, em que cada grupo, assumindo o papel que lhe foi atribuído, defende o seu ponto de vista de forma fundamentada. A discussão foi mediada pelo professor, que facilitou o diálogo, de forma a permitir que cada grupo apresentasse os argumentos que apoiam o seu ponto de vista. Após o debate, o professor estimulou os alunos para que alcançassem uma decisão final. Por fim, o professor realizou com os alunos uma síntese de todo o processo, incluindo os principais aspetos abordados por estes e a decisão a que chegaram. A aula terminou com a aferição das aprendizagens de

conteúdos conceituais realizadas pelos alunos, mediante a aplicação do teste que havia sido construído durante a fase de planificação.



Figura 9 - Momento da dinamização do debate em formato *role play*.

O papel do professor investigador, no decorrer das aulas dedicadas à aplicação deste PI, foi o de mediador e facilitador. Na primeira aula acompanhou cada grupo de forma independente, orientando na exploração do caso sempre que solicitado ou que era necessário, mas nunca condicionando a forma de pensar e agir dos alunos. Na segunda aula mediu o debate de forma a estimular a participação de todos os elementos, mediante a colocação de questões desafiantes que apelavam ao raciocínio, pensamento crítico e criatividade dos alunos, valorizando todas as intervenções e tendo cuidado para não deixar transparecer a sua posição relativamente aos assuntos abordados.

Capítulo V. Resultados e discussão

O presente capítulo é constituído por duas secções. Na primeira secção são apresentados os resultados obtidos pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos conceituais, aplicado após a operacionalização do Programa de Intervenção, bem como a respetiva análise de estatística descritiva e o resultado da aplicação do teste de qui-quadrado de Pearson, para averiguar se existia uma relação entre o género e as classificações obtidas. A segunda secção compreende a discussão dos resultados obtidos, no sentido de retirar importantes ilações para a melhoria da prática docente.

V.1. Resultados da aplicação do teste

Após a aplicação do teste de avaliação de conteúdos conceituais a toda a amostra envolvida neste estudo, procedeu-se à correção do mesmo e à análise das classificações obtidas por cada elemento. Pela análise do gráfico da Figura 10, que apresenta as classificações percentuais obtidas pelos alunos e respetivas frequências, é possível observar uma predominância de classificações elevadas em ambas as turmas, tendo especial expressão as classificações compreendidas entre os 70% e os 90%. Através da análise do referido gráfico é ainda possível constatar que 5 alunos de uma das turmas (Turma D) obtiveram a classificação máxima e que em nenhuma das turmas existiram classificações negativas (Figura 10).

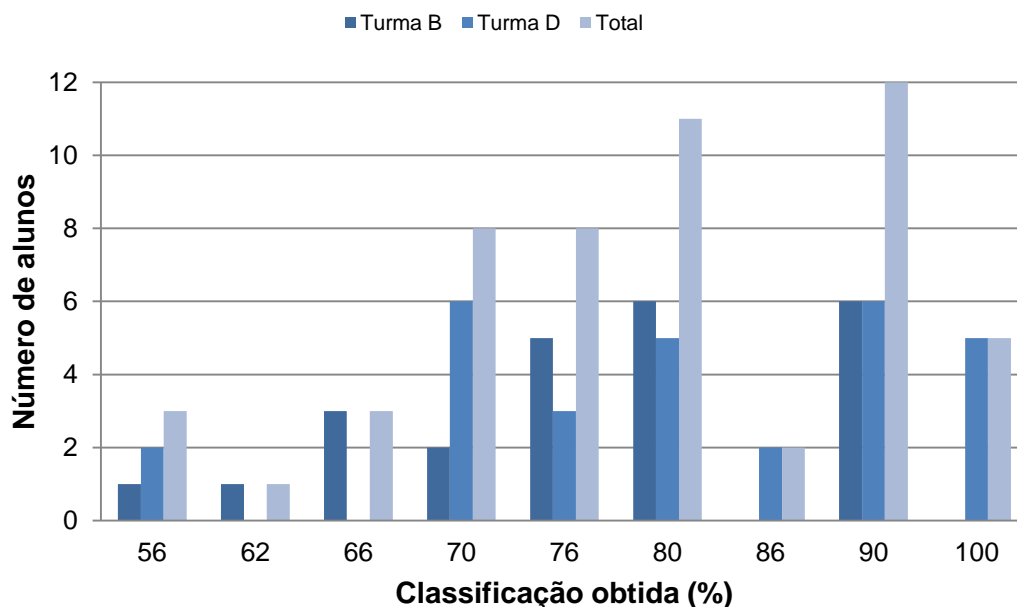


Figura 10 - Classificações percentuais obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos conceituais.

No sentido de obter uma maior qualidade informativa, procedeu-se a uma análise estatística dos resultados obtidos, tendo sido calculados parâmetros de estatística descritiva, nomeadamente a média, o valor máximo, o valor mínimo e o desvio padrão (Tabela 2). Esta análise mais pormenorizada revelou que a média das classificações obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos conceituais rondou os 80%, sendo ligeiramente superior na turma D (82%) comparativamente à turma B (77%).

Tabela 2 - Valores relativos aos parâmetros de estatística descritiva.

	Turma B			Turma D			Total		
	Género			Género			Género		
	F	M	Total	F	M	Total	F	M	Total
	n = 11 (46 %)	n = 13 (54%)	n = 24 (100%)	n = 14 (48 %)	n = 15 (52%)	n = 29 (100%)	n = 25 (47%)	n = 28 (53%)	n = 53 (100%)
Média	79,45	75,54	77,33	83,29	80,40	81,79	81,60	78,14	79,77
Desvio padrão	9,125	10,301	9,774	13,141	12,170	12,505	11,489	11,404	11,467
Mínimo	62	56	56	56	56	56	56	56	56
Máximo	90	90	90	100	100	100	100	100	100

Notas: n - número; F - feminino; M – masculino

Como a informação relativamente à variável género se encontrava acessível ao investigador, procedeu-se igualmente a uma análise estatística relativamente a estes subconjuntos de alunos, tendo esta revelado que o género feminino obteve, em média, classificações superiores às do género masculino (Tabela 2). No sentido de clarificar o significado desta eventual relação, procedeu-se à realização do teste estatístico do qui-quadrado de Pearson, com recurso ao programa computacional SPSS (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores relativos ao teste de qui-quadrado de Pearson.

Turma B	Turma D	Total
$\chi^2_{(6)} = 8,694$; p = 0,192	$\chi^2_{(6)} = 10,845$; p = 0,093	$\chi^2_{(8)} = 5,806$; p = 0,669

Os resultados obtidos no teste de qui-quadrado revelaram que as diferenças encontradas relativamente ao género não são estatisticamente significativas (Tabela 3).

V.2. Discussão dos resultados obtidos

A análise dos dados recolhidos revela que os alunos obtiveram bons resultados no teste de avaliação a que foram submetidos, o que é evidenciado pelo valor elevado da média das classificações e pela ausência de classificações negativas, constituindo assim um bom indicador de que o ensino baseado em casos é uma metodologia que auxilia na compreensão de conteúdos conceituais pelos alunos. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por diversos autores. Bonney (2015) avaliou a eficácia do ensino baseado em casos em promover a aprendizagem de conteúdos conceituais fundamentais da área da biologia. Para tal, com recurso a casos publicados pelo National Center for Case Study Teaching in Science (NCCSTS) e a casos construídos especificamente para o estudo em questão, foram abordadas as ligações químicas, a osmose e a difusão, a mitose e a meiose, e a estrutura da molécula de DNA e a sua replicação, conteúdos que, curiosamente, constituem parte integrante do programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia do Ensino Secundário português. Nesse estudo foi observado que os alunos obtiveram melhores classificações nas questões acerca dos conteúdos explorados nos estudos de caso, comparativamente às classificações obtidas nas questões cujos conteúdos haviam sido abordados apenas com recurso a aulas tradicionais, verificando-se, em média, uma melhoria de 18% (Bonney, 2015). Por outro lado, esse estudo demonstrou também que o ensino baseado em casos não só promove um melhor desempenho nos testes, mas também uma melhor perceção, por parte dos alunos, das aprendizagens desenvolvidas. À semelhança dos resultados obtidos neste PI, a média das classificações obtidas pelos alunos envolvidos no estudo de Bonney (2015), nas questões acerca dos conteúdos relacionados com os estudos de caso, foi consideravelmente elevada, situando-se entre os 70% e os 79%, dependendo do tema do conteúdo. Estes bons resultados podem estar relacionados com o facto de terem sido explorados casos reais, próximos do quotidiano, uma vez que estes proporcionam aos alunos pontos de ancoragem mental para os novos conhecimentos (McNaught et al., 2012).

À semelhança da investigação desenvolvida neste PI, diversos estudos têm vindo a ser realizados com alunos da disciplina de Ciências Naturais do Ensino Básico, para avaliar as potencialidades do ensino baseado em casos. Marques (2018), avaliou se esta metodologia promovia uma sensibilização no que diz respeito à problemática das secas e à gestão sustentável da água junto de alunos do 8º ano de escolaridade. Barbosa (2017) recorreu ao ensino baseado em casos para explorar com alunos do 9º ano de escolaridade temáticas relacionadas com o sistema

respiratório e averiguou a influência desta metodologia no domínio cognitivo e atitudinal dos discentes. Através da análise do conteúdo das entrevistas com grupos focais, técnica de recolha de dados comum a ambos os estudos referidos, foi possível observar que os alunos obtiveram um desempenho muito bom relativamente à compreensão dos conteúdos explorados (Barbosa, 2017; Marques, 2018). Barbosa (2017) recorreu ainda a uma grelha de observação para avaliar o efeito do ensino baseado em casos no domínio atitudinal dos alunos e os seus resultados revelaram, entre outros aspetos, níveis de interesse e empenho muito satisfatórios, sobretudo na aula em que foi dinamizado um debate (Barbosa, 2017). Em semelhança, apesar de não ter recorrido a uma grelha de observação, também Marques (2018) referiu no seu estudo que os alunos demonstraram um elevado interesse e motivação durante o *role play* que dinamizou. Estes resultados sugerem uma relação entre o bom desempenho a nível cognitivo e o efeito motivacional que esta metodologia proporciona nos alunos. Atendendo a que o problema de investigação que regia o presente estudo era avaliar se o ensino baseado em casos auxiliava na compreensão de conteúdos conceituais, não foram utilizados instrumentos de recolha de dados que possibilitassem avaliar de forma objetiva a influência desta metodologia no domínio atitudinal dos alunos, uma vez que tais informações não dariam resposta ao problema apresentado. No entanto, o investigador acompanhou as duas turmas em todas as aulas de Ciências Naturais desde o início do ano letivo, sendo que ao longo dessas aulas efetuou uma observação atenta, realizando um conjunto de anotações e reflexões acerca dos alunos, das suas classificações, das suas atitudes, da dinâmica das aulas e de todos os aspetos considerados relevantes que ia observando, construindo assim um diário reflexivo não estruturado. Este tipo de documentos são fundamentais, pois permitem ao professor avaliar o resultado das suas ações, metodologias e estratégias, com vista à melhoria das intervenções educativas e dos processos de ensino-aprendizagem, numa vertente de investigação-ação. Da análise das observações realizadas, tornou-se evidente que os alunos em questão, relativamente às aulas de Ciências Naturais, estavam familiarizados apenas com aulas de cariz transmissivo, em que assumiam um papel passivo, limitando-se a registar as informações transmitidas pelo professor. A participação dos alunos era muito reduzida, limitando-se a intervenções individuais pontuais, quando solicitado, e sempre no sentido de reproduzir as informações transmitidas. Nessas aulas era sistematicamente observável, sobretudo na turma B, mas também na turma D, a falta de atenção, o desinteresse, a desmotivação e até uma certa frustração dos alunos, sendo que uma grande parte aguardava impacientemente que a aula terminasse, como se tornou evidente pela constante

verificação dos relógios e por tentativas recorrentes de arrumarem o material minutos antes do toque de saída. Relativamente aos testes de avaliação a que os alunos foram submetidos ao longo do ano letivo, eram constituídos essencialmente por um conjunto de questões que apelavam sobretudo à memorização dos conteúdos. Os resultados obtidos pelos alunos nesses instrumentos de avaliação eram muito díspares. Na turma B, a grande maioria dos alunos obtinha classificações muito baixas e era frequente a existência de um número considerável de classificações negativas. Na turma D, as classificações obtidas pelos alunos eram no geral superiores, com uma elevada frequência de classificações boas e muito boas, existindo, porém, um número reduzido de classificações negativas. As observações realizadas nas aulas de aplicação do PI revelaram diferenças muito evidentes nas atitudes dos alunos relativamente às aulas expositivas a que estavam acostumados. Logo no início da primeira aula de aplicação do PI, quando foram explicadas as atividades que iriam ser desenvolvidas, os alunos demonstraram um grande entusiasmo por poderem trabalhar em grupo e ter uma participação mais ativa nas aulas, mostraram especial satisfação na ideia de realizarem um debate com *role play*, atividade que a grande maioria dos alunos desconhecia. Durante o trabalho em grupo, que teve como objetivo a análise e discussão dos textos de apoio ao caso, os alunos demonstraram grande interesse e empenho, evidenciado pelo envolvimento ativo e espontâneo de todos os elementos de cada grupo, inclusivamente dos alunos que não participavam nas aulas e que tinham graves problemas de insucesso escolar, apresentando e debatendo as várias ideias à medida que iam surgindo. O interesse dos alunos pelas atividades que estavam a desenvolver e, concomitantemente, pelas aprendizagens que estavam a realizar tornou-se ainda mais evidente quando, após o toque de saída, muitos dos grupos não quiseram abandonar a sala de aula sem terminarem os trabalhos em curso. Na segunda aula, dedicada à dinamização do debate com *role play*, foram observadas atitudes semelhantes às que haviam sido observadas na primeira aula. Nessa aula, foi evidente o trabalho colaborativo desenvolvido no seio de cada grupo, revelado pelo contributo empenhado de todos os seus elementos na defesa dos papéis que lhes haviam sido atribuídos. Os grupos apresentaram as suas ideias e argumentos, envolveram-se ativamente na análise e discussão das diferentes soluções, assim como em processos de negociação com os restantes grupos no sentido de alcançarem uma decisão final. Em todos os debates realizados, os grupos foram capazes de chegar a uma decisão final consensual, o que é revelador do empenho colocado pelos alunos na concretização dos objetivos propostos. As decisões tomadas foram substancialmente diferentes em cada turno (Apêndice VII),

traduzindo o grande dinamismo dos processos inerentes a esta metodologia de ensino e às estratégias adotadas, assim como a grande diversidade de formas de pensar dos alunos. As observações supramencionadas são indicadoras de um elevado estado motivacional dos alunos face à metodologia adotada uma vez que, segundo Ribeiro (2011) a motivação pode ser inferida através da observação de atitudes como tomar iniciativa, iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço e persistência. Desta forma o bom desempenho a nível cognitivo observado nesta investigação, pode dever-se, em parte, à melhoria do estado motivacional dos alunos. O facto de ambas as turmas terem alcançado boas classificações no teste de avaliação, contrariando as disparidades até então verificadas, pode estar relacionado, para além do fator motivacional, com o facto de o ensino baseado em casos proporcionar aos alunos a oportunidade de, em ambiente social, aprenderem de formas muito diversificadas, contemplando as diferentes formas de pensar e agir dos alunos. Talvez por esse motivo não se tenham verificado diferenças estatisticamente significativas nas classificações obtidas relativamente ao género.

Capítulo VI. Conclusões

Do desenvolvimento desta investigação e da respetiva análise e discussão dos resultados obtidos, apresenta-se neste capítulo um conjunto de conclusões importantes relativamente ao cumprimento dos objetivos definidos e à obtenção de uma resposta para o problema apresentado. São igualmente apresentadas breves reflexões acerca dos principais contributos deste trabalho para o desenvolvimento profissional do futuro docente.

O problema de investigação que norteou o presente estudo consistiu em avaliar se o ensino baseado em casos auxilia na compreensão de conteúdos concetuais no âmbito do objetivo geral “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”, inserido no Subdomínio “Ecossistemas” e Domínio “Sustentabilidade na Terra”, do Programa de Ciências Naturais para o 8º ano de escolaridade. Perante o problema apresentado, no início desta investigação foram definidos três tipos de objetivos, concetuais, educacionais e profissionais, com o intuito de orientar o desenvolvimento da mesma.

Os objetivos concetuais desta investigação focalizaram-se essencialmente na promoção do desenvolvimento de aprendizagens, por parte dos alunos, relativamente aos conceitos associados às invasões biológicas e à forma como essas invasões afetam o equilíbrio dos ecossistemas. Pela análise dos resultados obtidos pelos alunos no teste de avaliação relativo a esses conteúdos, assim como pela observação das intervenções realizadas por estes durante o debate com *role play*, foi possível concluir que esse objetivo foi cumprido, uma vez que demonstraram ter compreendido os conceitos, os fenómenos e as consequências associadas às invasões biológicas. A concretização dos objetivos concetuais terá ocorrido através de diferentes formas, as quais podem incluir a explicação introdutória proporcionada pelo professor ao grupo turma, as intervenções específicas do professor quando solicitado pelos grupos ou quando tal se revelou necessário e, sobretudo, através da construção social de conhecimento promovida pelo trabalho em grupo.

O caso utilizado neste PI consistiu num problema real, atual e com relevância no quotidiano dos alunos. As principais estratégias utilizadas na sua exploração envolveram o trabalho em grupo e a análise de diferentes pontos de vista, mediante um debate com *role play*, em que cada grupo assumiu um papel distinto, apresentando os seus argumentos de forma fundamentada e envolvendo-se ativamente em processos de negociação com os outros grupos, no sentido de alcançarem uma

decisão conjunta para o problema apresentado. Os alunos demonstraram iniciativa e empenharam-se com esforço e persistência na concretização das atividades propostas e, concomitantemente, na construção de conhecimentos e desenvolvimento de competências sociais fundamentais à sociedade do século XXI. Assim se conclui que os objetivos educacionais definidos para esta investigação foram liminarmente alcançados e, na sua persecução, foram criados ambientes de aprendizagem motivadores que certamente contribuíram para os bons resultados obtidos pelos alunos no teste de avaliação.

Como referido anteriormente, a presente investigação enquadra-se num contexto de formação inicial de professores. Tal facto constitui uma excelente oportunidade para o professor em formação realizar aprendizagens fulcrais para o seu desenvolvimento e emancipação profissional. Assim, foram delineados dois grandes objetivos profissionais, acerca dos quais se reflete seguidamente.

As metodologias de ensino-aprendizagem centradas nos alunos, entre as quais a metodologia de ensino baseado em casos, têm-se revelado muito profícuas na promoção do desenvolvimento de aprendizagens significativas e de competências essenciais diversas. Porém, estas metodologias exigem por parte do professor uma planificação especialmente bem estruturada e minuciosa, que inclui a produção de recursos didáticos e a definição de estratégias adequadas, no sentido de orientar os alunos ao longo dos processos de aprendizagem e facilitar o alcance dos objetivos definidos, por parte destes. Por outro lado, o facto de a metodologia de ensino baseado em casos ser centrada nos alunos, não significa que o professor tenha um papel passivo nas aulas em que é adotada. Muito pelo contrário, esta metodologia implica um trabalho exigente, mas gratificante, de mediar e facilitar os processos de aprendizagem. O envolvimento do professor investigador na elaboração cuidada da planificação, construção dos recursos educativos adequados e dinamização das aulas segundo a metodologia de ensino baseado em casos, possibilitou o desenvolvimento inequívoco de competências relativamente à adoção dessa metodologia, as quais se traduzirão certamente na melhoria da atividade profissional do futuro docente.

O segundo objetivo profissional está relacionado com o desenvolvimento de competências no âmbito da investigação educacional. Estas competências são fundamentais, pois permitem ao professor identificar problemas e conduzir pequenas investigações no sentido de encontrar respostas para os mesmos, culminando, em última instância, na melhoria da atividade docente e, conseqüentemente, na criação de

condições favoráveis a aprendizagens mais enriquecedoras. Este estudo proporcionou ao investigador aprofundar os seus conhecimentos acerca de diversas metodologias de investigação em educação e suas potencialidades e limitações, de diferentes instrumentos de recolha de dados e formas de tratamento dos mesmos, assim como desenvolver competências investigativas fundamentais ao seu futuro enquanto docente.

Por fim, dando resposta ao problema de investigação inicial, os resultados obtidos com este estudo constituem bons indicadores de que o ensino baseado em casos é uma metodologia com grandes potencialidades, uma vez que, para além de proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolverem competências fundamentais à sociedade do século XXI, auxilia igualmente na compreensão de conteúdos concetuais.

Referências bibliográficas

- Ahmed, A. K. (2013). Teacher-centered versus learner-centered teaching style. *Journal of Global Business Management*, 9, 22-34.
- Alvarenga, I. J. A. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem – Estudo na Escola Básica Amor de Deus*. Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências da Educação e Praxis Educativa. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Amado, J. (2017). *Manual de investigação qualitativa em educação*. (3ª ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Barbosa, F. S. (2017). Ensino Baseado em Estudos de Caso: Os impactes da exploração mineira no sistema respiratório (Relatório de estágio, Universidade do Porto). Retirado de <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/110590>
- Bates, S. P., & Galloway, R. K. (2012). The inverted classroom in a large enrolment introductory physics course: A case study. In *Proceedings of the 2012 Higher Education Academy STEM Conference*. London, United Kingdom.
- Bhardwaj, P., Bhardwaj, N., Mahdi, F., Srivastava J. P., & Gupta, U. (2015). Integrated teaching program using case-based learning. *International Journal of Applied & Basic Medical Research*, 5, 24-28.
- Biggs, J., & Tang C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4ª ed.). New York, NY: Open University Press – McGraw Hill Education.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). New York, NY: Springer.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). Metas Curriculares Ensino Básico Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos. Ministério da Educação e da Ciência. Governo de Portugal.

- Bonney, K. M. (2015). Case Study Teaching Method Improves Student Performance and Perceptions of Learning Gains. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 16(1), 21-28.
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-Aprendizagem*. (2ª ed.). Lisboa: Universidade Aberta.
- Carvalho, L., C., C. (2014). *Inventariação do património geomorfológico do litoral de Portugal Continental: Meios de Transição* (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho).
- Castro, P. A. P. P., Tucunduva, C. C., & Arns, E. M. (2008). A importância do planeamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. *Athena*, 10, 49-62.
- Ching, C. P. (2014) Linking theory to practice: a case-based approach in teacher education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 123, 280-288.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6ª ed.). Routledge.
- Conselho Nacional de Educação (2017). Estado da Educação 2016. Disponível em http://www.cnedu.pt/content/noticias/CNE/CNE-EE2016_web.pdf
- Coutinho, C. P. (2015). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. (2ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Datta A., & Ray J. (2016) Case Based Learning in Undergraduate Pathology – A Study to Assess its Efficacy and Acceptability as Teaching-Learning Tool. *International Archives of Integrated Medicine*, 3(6), 93-100.
- Davis, J. R., & Arend, B. D. (2013). *Facilitating seven ways of learning: A resource for more purposeful, effective, and enjoyable college teaching*. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC.
- Flynn, C. D., Squier, M., & Davidson, C. I. (2016). Development of a Case-Based Teaching Module to Improve Student Understanding of Stakeholder Engagement Processes Within Engineering Systems Design. In W. L. Filho & S. Nesbit (Eds.) *New Developments in Engineering Education for Sustainable Development* (pp. 57-67). Switzerland: Springer.

- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2011). *Educational Research: Competencies for analysis and applications*. (10^a ed). United States of America: Pearson.
- Giacalone, D. (2016). Enhancing student learning with case-based teaching and audience response systems in an interdisciplinary food science course. *Higher Learning Research Communications*, 6(3).
- Gomes, F. V. (2007) A gestão da zona costeira portuguesa. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 7(2), 83-95.
- Gomes, P. T., Botelho, A. C., & Carvalho, G. S. (2002). *Sistemas dunares do litoral de Esposende*. Braga, Universidade do Minho.
- Gonçalves, M. L. (2011). *Perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira* (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro).
- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, 23(1), 25-41.
- Harrington, H., & Garrison, J. (1992). Cases as shared inquiry: a dialogical model of teacher preparation. *American Educational Research Journal*, 29(4), 715-735.
- Jayappa, K. S., & Deepika, B. (2018). Impacts of Coastal Erosion, Anthropogenic Activities and their Management on Tourism and Coastal Ecosystems: A Study with Reference to Karnataka Coast, India. In: C. Botero, O. Cervantes, C. Finkl (Eds.), *Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies* (pp. 421-440). Cham, Springer.
- Jha, M. K. (2010). Natural and Anthropogenic Disasters: An Overview. In: M. K. Jha (Eds.), *Natural and Anthropogenic Disasters* (pp. 1-16). Dordrecht, Springer.
- Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., & Kühn, I. (2011). Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe*, 23(23), 1-17.
- Kogan, M., & Laursen, S. L. (2014). Assessing long-term effects of inquiry-based learning: A case study from college mathematics. *Innovative Higher Education*, 39, 183-199.

- Litchman, E. (2010). Invisible invaders: non-pathogenic invasive microbes in aquatic and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 13, 1560-1572.
- Marchante, E., Kjølner, A., Struwe, S., & Freitas, H. (2009). Soil recovery after removal of the N₂-fixing invasive *Acacia longifolia*: consequences for ecosystem restoration. *Biological Invasions*, 11(4), 813-823.
- Marchante, H. (2015, agosto 3). Controlo natural de plantas invasoras: uma alternativa promissora para Portugal e para a Europa. *Invasoras*. Disponível em <http://invasoras.pt/trichilogaster-acaciaelongifoliae-controlo-natural-acacia-de-espigas/>
- Marchante, H. S. D. C. (2001). *Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia: uma ameaça para a biodiversidade nativa* (Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra).
- Marchante, H., Freitas, H., & Hoffmann, J. H. (2011). Assessing the suitability and safety of a well-known bud-galling wasp, *Trichilogaster acaciaelongifoliae*, for biological control of *Acacia longifolia* in Portugal. *Biological Control*, 56(2), 193-201.
- Marchante, H., Morais, M., Freitas, H., & Marchante, E. (2014). *Guia Prático para a Identificação de Plantas Invasoras em Portugal*. Coimbra: Coimbra University Press.
- Marques, J. (2018). O impacte das secas nos ecossistemas: o ensino do uso sustentável da água através de casos (Relatório de estágio, Universidade do Porto). Retirado de <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/113416>
- Maun, M. A. (2009). *The biology of coastal sand dunes*. Oxford: Oxford University Press.
- McNaught, C., Lau, W., Lam, P., Hui, M., & Au, P. (2012). The dilemma of case-based teaching and learning in science in Hong Kong: students need it, want it, but may not value it. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1017-1036.
- Neto, C., S. (1993). A flora e a vegetação das dunas de S. Jacinto. *Finisterra*. XXVIII, 55-56, 101-148.
- Pai, A. (2009). Evolution in action, a case study based advanced biology class at Spelman College. *The Journal of Effective Teaching*, 9, 54-68.

- Paixão, R. (2013). Caracterização Morfo-ecológica do sistema dunar de Peniche-Baleal (Costa Ocidental Portuguesa). *Finisterra XLVIII*, 95, 41–60.
- Partnership for 21st Century Learning (2017). Framework for 21st Century Learning. Disponível em <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Psuty, N., P. (2004). The coastal foredune: a morphological basis for regional coastal dune development. In M. L. Martínez & N. P. Psuty (Eds.), *Coastal Dunes: Ecology and Conservation* (pp. 11–25). Verlag Berlin Heidelberg, Springer.
- Quercus (2016). Quercus pede suspensão da introdução da vespa da acácia-de-espigas. Disponível em <http://www.quercus.pt/comunicados/2016-col-150/maio/4731-quercus-pede-suspensao-da-introducao-da-vespa-da-acacia-de-espigas-trichilogaster-acaciaelongifoliae>
- Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma*, 3, 1-5.
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity Distributions*, 6(2), 93-107.
- Santos, A. I., & Calafate, L. (2018). Espécies Invasoras. *Revista de Ciência Elementar*, 6(1), 15-18.
- Schneider, M. (2007). *Student-activating lectures in Almen cellebiologi: "Active thinking activities" as a tool for better understanding of basic concepts*. Department of Science Education, University of Copenhagen, Denmark.
- Seoane, C., L., V., Fernández, J., B., G., & Pascual, C., V. (2007). *Manual de Restauración de Dunas Costeras*. Ministério do Meio Ambiente. Governo de Espanha.
- Svirsky, V. G. (2010). Biological invasions as an element of anthropogenic pressure upon the aquatic biotic communities in Lake Khanka. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1(1), 21-25.
- Taveira-Pinto, F., Silva R., & Pais-Barbosa, J. (2011) Coastal Erosion Along the Portuguese Northwest Coast Due to Changing Sediment Discharges from Rivers and Climate Change. In: G. Schernewski, J. Hofstede, T. Neumann (Eds.), *Global Change and Baltic Coastal Zones* (pp. 135-151). Dordrecht, Springer.

- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., ... Clay, D. (2012) The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, 34(6), 421-444.
- Tuckman, B. W. (2000). *Manual de Investigação em Educação: como conceber e realizar o processo de investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Vasconcelos, C., & Faria, J. (2017). Case-Based Curricula Materials for Contextualized and Interdisciplinary Biology and Geology Learning. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing Teaching to Improving Learning: The case of Science and Geography* (pp. 245-260). USA, Nova Science Publishers.
- Vasconcelos, C., Faria, J., & Cardoso A. (2017). Sustainability and case-based methodology. In K. Iwińska, M. Jones, & M. Kraszewska (Eds.), *WISE Handbook* (pp. 28-31). Warsaw: Collegium Civitas.
- Vora, M., B., & Shah, C., J. (2015). Case-based learning in pharmacology: Moving from teaching to learning. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 5, 21-23.
- Williams, B. (2005). Case based learning – a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education? *Emergency Medicine Journal*, 22, 577-581.
- Yalçinkaya, E., Taştan-Kırık, Ö., Boz, Y., & Yıldiran, D. (2012). Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics? *Research in Science and Technological Education*, 30, 151-172.
- Zibulewsky, J. (2001). Defining disaster: the emergency department perspective. *BUMC Proceedings*, 14, 144-149.

Apêndice I

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Caso

Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão

A acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*) é uma das plantas mais frequentes em Portugal, estando presente um pouco por todo o território sob a forma de arbusto ou pequena árvore perene. No entanto, nem sempre foi assim. Esta planta não é autóctone de Portugal, mas sim originária do Sudeste da Austrália, tendo sido introduzida no nosso país por “bons motivos”: controlar a forte erosão das dunas costeiras verificada na altura. A utilização desta espécie exótica nos sistemas dunares portugueses contribuiu eficazmente para a sua estabilização. No entanto, no novo habitat, a acácia-de-espigas apresenta um conjunto de características que lhe conferem vantagem relativamente às espécies autóctones e, como tal, venceu a competição com estas e proliferou de forma exponencial, tornando-se invasora. Para além do seu rápido crescimento, o sucesso desta planta relativamente às autóctones está relacionado com a ausência de inimigos naturais e com a sua capacidade de produzir um elevado número de sementes com elevada longevidade, que se acumulam no solo e cuja germinação é estimulada pelo fogo.



Ramo de acácia-de-espigas em floracão.



Sistema dunar invadido por acácia-de-espigas.

Desta forma, após o fogo estas plantas são das primeiras a surgir, formando povoamentos muito densos que impedem o desenvolvimento da vegetação nativa. Atualmente, a grande expansão das populações desta espécie invasora acarreta graves consequências para os ecossistemas e revela-se uma ameaça à biodiversidade, podendo conduzir à extinção de espécies autóctones.

Torna-se, portanto, urgente adotar medidas de controlo das populações desta espécie em Portugal, no sentido de minimizar os seus impactes nos ecossistemas. Atualmente, existem diversas soluções disponíveis como o arranque manual, o corte, a utilização de herbicidas e a introdução de agentes de controlo biológico. Cada um destes métodos apresenta vantagens e desvantagens que são importantes ter em consideração no sentido de promover um controlo eficaz da invasão e evitar o surgimento de problemas adicionais. Independentemente do método de controlo a adotar, é importante ter em consideração que muitas populações desta espécie desempenham um papel fundamental na fixação das dunas e que a sua remoção poderá agravar novamente os problemas de erosão das zonas costeiras. Assim, torna-se necessário encontrar igualmente soluções adequadas para a fixação das dunas.

Apêndice II

Escola Secundária Aurélia de Sousa



Planificação de Aula

Gabriel Pereira

Ciências Naturais 8º Ano

Sumário

Aula 1 (50 minutos)

Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão - um estudo de caso.

Aula 2 (50 minutos)

Continuação da exploração de um estudo de caso acerca das invasões biológicas.

Contextualização Curricular

Domínio Sustentabilidade na Terra

Subdomínio Ecossistemas

11. Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas

11.2. Descrever as causas das principais catástrofes de origem antrópica.

11.3. Extrapolar o modo como a poluição, a desflorestação, os incêndios e as invasões biológicas afetam o equilíbrio dos ecossistemas.

11.4. Explicitar o modo como as catástrofes influenciam a diversidade intraespecífica, os processos de extinção dos seres vivos e o ambiente, através de pesquisa orientada.

Escola Secundária Aurélia de Sousa



Caso: Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão

Palavras-chave: Espécies autóctones, espécies exóticas, espécies invasoras, controlo biológico, erosão dunar

Abordagem: *Role play*, trabalho em grupo, discussão

Tempo de aula necessário: 100 minutos (50 minutos + 50 minutos)

Finalidade: Promover o desenvolvimento de conhecimentos e competências em relação à gestão e controlo das invasões biológicas e da erosão dunar

Objetivos

- Mobilizar conhecimentos relacionados com as invasões biológicas e a erosão dunar
- Discutir e avaliar diferentes soluções para os problemas reais considerados
- Desenvolver competências de comunicação e argumentação, mediante o confronto e debate de ideias
- Desenvolver a capacidade de tomada de decisões

Questões a abordar

- O controlo biológico da invasão por acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), através da introdução de uma espécie exótica de inseto, a vespa da acácia-de-espigas (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*), deve ser implementado?
- Qual das soluções atualmente existentes é a mais adequada para o controlo da invasão dos ecossistemas por acácia-de-espigas?
- Após um eventual controlo da invasão biológica, que medidas devem ser implementadas para prevenir a erosão dunar?
- Qual a decisão mais adequada para a resolução de ambos os problemas apresentados?
- Quais os argumentos que suportam a decisão tomada?

Descrição do caso

A acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*) é uma das plantas mais frequentes em Portugal, estando presente um pouco por todo o território sob a forma de arbusto ou pequena árvore perene. No entanto, nem sempre foi assim. Esta planta não é autóctone de Portugal, mas sim originária do Sudeste da Austrália, tendo sido introduzida no nosso país por “bons motivos”: controlar a forte erosão das dunas costeiras verificada na altura. A utilização desta espécie exótica nos sistemas dunares portugueses contribuiu eficazmente para a sua estabilização. No entanto, no novo habitat, a acácia-de-espigas apresenta um conjunto de características que lhe conferem vantagem relativamente às espécies autóctones e, como tal, venceu a competição

Escola Secundária Aurélia de Sousa



com estas e proliferou de forma exponencial, tornando-se invasora. Para além do seu rápido crescimento, o sucesso desta planta relativamente às autóctones está relacionado com a ausência de inimigos naturais e com a sua capacidade de produzir um elevado número de sementes com elevada longevidade, que se acumulam no solo e cuja germinação é estimulada pelo fogo. Desta forma, após o fogo estas plantas são das primeiras a surgir, formando povoamentos muito densos que impedem o desenvolvimento da vegetação nativa. Atualmente, a grande expansão das populações desta espécie invasora acarreta graves consequências para os ecossistemas e revela-se uma ameaça à biodiversidade, podendo conduzir à extinção de espécies autóctones.

Torna-se, portanto, urgente adotar medidas de controlo das populações desta espécie em Portugal, no sentido de minimizar os seus impactes nos ecossistemas. Atualmente existem diversas soluções disponíveis como o arranque manual, o corte, a utilização de herbicidas e a introdução de agentes de controlo biológico. Cada um destes métodos apresenta vantagens e desvantagens que são importantes ter em consideração no sentido de promover um controlo eficaz da invasão e evitar o surgimento de problemas adicionais. Independentemente do método de controlo a adotar, é importante ter em consideração que muitas populações desta espécie desempenham um papel fundamental na fixação das dunas e que a sua remoção poderá agravar novamente os problemas de erosão das zonas costeiras. Assim, torna-se necessário encontrar igualmente soluções adequadas para a fixação das dunas.

Fontes Bibliográficas

PÚBLICO. Insecto australiano usado como arma contra a invasão das acácias. <https://www.publico.pt/2017/03/27/ciencia/noticia/insecto-australiano-usado-como-arma-contra-a-invasao-das-acacias-1766665>

QUERCUS. Quercus pede suspensão da introdução da Vespa da acácia-de-espigas - *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. <http://www.quercus.pt/comunicados/2016-col-150/maio/4731-quercus-pede-suspensao-da-introducao-da-vespa-da-acacia-de-espigas-trichilogaster-acaciaelongifoliae>

PÚBLICO. Moradores de Ofir contra corte de vegetação. <https://www.publico.pt/2005/06/03/jornal/moradores-de-ofir-contra-corte-de-vegetacao-23805>

PÚBLICO. Paliçadas colocadas na praia do Guincho para reforçar protecção às dunas. <https://www.publico.pt/2010/11/01/jornal/palicadas-colocadas-na-praia-do-guincho-para-reforcar-proteccao-as-dunas-20525203>

QUERCUS. Voluntários apoiam a Quercus no plantio de mais de 1200 exemplares de plantas dunares na Costa de Lavos. <http://www.quercus.pt/comunicados/2016-col-150/outubro/4944-voluntarios-apoiam-a-quercus-no-plantio-de-mais-de-1200-exemplares-de-plantas-dunares-na-costa-de-lavos>

INVASORAS. acácia-de-espigas. <http://invasoras.pt/gallery/acacia-longifolia/>

Escola Secundária Aurélia de Sousa



Procedimentos

A primeira aula (50 minutos) será dedicada à exploração do caso pelos alunos. Serão constituídos três grupos de quatro a cinco elementos, aos quais serão fornecidos, quer a descrição do caso, quer todos os documentos de apoio, de forma a possibilitar uma melhor compreensão do mesmo. Será solicitado aos alunos que, em grupo, analisem atentamente todos os documentos e que preencham as tabelas de síntese fornecidas, que possibilitam uma melhor compreensão dos diversos pontos de vista relativamente ao caso apresentado. Após a análise dos documentos e preenchimento das referidas tabelas, será atribuído a cada grupo um papel a desempenhar. Os diferentes grupos dedicarão o restante tempo de aula ao desenvolvimento das ideias inerentes ao papel que lhes foi atribuído.

Na segunda aula (50 minutos), serão proporcionados a todos os grupos cinco a dez minutos para que os seus elementos possam trabalhar em conjunto, no sentido de articularem os principais pontos a abordar e as estratégias a adotar. De seguida, será promovido o confronto e o debate de ideias através de um role play em que cada grupo, assumindo o papel que lhe foi atribuído, defende o seu ponto de vista de forma fundamentada. A discussão será mediada pelo professor, que facilitará o diálogo, de forma a permitir que cada grupo apresente os argumentos que apoiam o seu ponto de vista. Após o debate, o professor estimulará os alunos para que alcancem uma decisão final. Por fim, será realizada uma síntese de todo o processo pelo professor, incluindo os principais aspetos abordados pelos alunos e a decisão a que chegaram. A aula terminará com a aferição das aprendizagens de conteúdos concetuais realizadas pelos alunos, mediante a aplicação de um teste que incluirá um conjunto de questões de resposta fechada e de resposta aberta.

Papéis de cada grupo

- ❖ **Grupo 1 (investigadores)** – Este grupo defende, de forma fundamentada, a utilização de um agente biológico, uma espécie exótica, no controlo da invasão dos ecossistemas por *acácia-de-espigas*.
- ❖ **Grupo 2 (ambientalistas)** – Este grupo discorda do grupo 1 e defende estratégias de combate alternativas, apresentando os seus argumentos.
- ❖ **Grupo 3 (moradores de uma zona costeira)** – Consiste num grupo de moradores de uma zona litoral e a sua preocupação está, sobretudo, relacionada com a erosão dunar que pode ser potenciada pela redução/eliminação do efetivo populacional de *acácia-de-espigas*. Este grupo não tem preferência por nenhuma estratégia de controlo em particular, nem é esse o seu objetivo. Para este grupo as intervenções realizadas têm de incluir estratégias que previnam a erosão dunar e, dessa forma, salvaguardem a integridade das suas habitações.

Apêndice III

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Inseto australiano usado como arma contra a invasão das acácias

Para combater a espécie invasora, investigadores do Centro de Ecologia Funcional (CFE) e da Escola Agrária de Coimbra encontraram num pequeno inseto australiano, a vespa da acácia-de-espigas (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*), “um bom candidato”. Originário do mesmo país da acácia-de-espigas, o inseto tem a especificidade de formar galhas apenas nas gemas florais desta planta e em mais nenhuma outra (ao longo de vários anos, foram feitos testes em diferentes plantas nativas de Portugal para poder ser introduzida a espécie).



Vespa da acácia-de-espigas. Fonte: Invasoras.pt.



Galhas nas gemas florais de acácia-de-espigas. Fonte: Invasoras.pt.

“Os galhadores são insetos que conseguem colocar ovos” nas gemas florais, fazendo depois com que a planta “desenvolva uma estrutura, que é a galha e, dentro dessa galha, o inseto vai-se desenvolvendo e completando o seu ciclo de vida”.

A formação das galhas nas gemas florais “diminui a capacidade da planta para produzir novas sementes”, sublinhou a especialista em plantas invasoras (Elizabete Marchante), acrescentando que estas também “afetam o próprio vigor” da acácia.

O inseto já foi testado na África do Sul, onde a acácia-de-espigas também é invasora. Naquele país, ao fim de dez anos registou-se “uma redução de mais de 80% da produção de sementes”.

Adaptado de uma notícia *online* do jornal Público, de 27 de março de 2017. Disponível em <https://www.publico.pt/2017/03/27/ciencia/noticia/insecto-australiano-usado-como-arma-contr-a-invasao-das-acacias-1766665>

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Quercus pede suspensão da introdução da vespa da acácia-de-espigas

Segundo afirma a Quercus, em comunicado, as muitas experiências de introdução de espécies exóticas têm tido consequências negativas, sendo que algumas das espécies introduzidas adquiriram um carácter invasor, com consequências negativas do ponto de vista económico e ambiental. Assim sendo, a organização ambientalista manifestou a sua preocupação e desacordo com esta tentativa de introdução de mais uma espécie exótica na fauna portuguesa.



“Por todo o mundo, a introdução de espécies exóticas, mesmo com o objetivo de controlar outras espécies exóticas, tem-se revelado desastrosa, com efeitos inesperados a longo prazo e com consequências gravíssimas para a conservação da natureza e para a economia. Tal facto deve servir como aviso para que os Estados parem com a introdução deliberada de espécies”, sublinham os ambientalistas.

A Quercus considera que, mesmo que se verifique a redução prevista de 85% da produção de sementes, não se justifica a introdução desta vespa, uma vez que cada planta de acácia-de-espigas, mesmo que produza apenas 15% das sementes, continuará a produzir, anualmente, centenas ou milhares de sementes. Esta produção de sementes é mais que suficiente para que a acácia existente mantenha a sua área de distribuição atual e que se expanda para novas áreas.

A introdução de espécies exóticas na Natureza pode originar situações de predação ou competição com espécies autóctones, a transmissão de agentes patogénicos ou de parasitas e afetar seriamente a diversidade biológica, as atividades económicas ou a saúde pública, com prejuízos irreversíveis e de difícil contabilização.

Adaptado de <http://www.quercus.pt/comunicados/2016-col-150/maio/4731-quercus-pede-suspensao-da-introducao-da-vespa-da-acacia-de-espigas-trichilogaster-acaciaelongifoliae>, consultado em abril de 2018

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Moradores de Ofir contra corte de vegetação

Um grupo de moradores do pinhal de Ofir, em Fão, considera um atentado ambiental o corte de mais de 50 mil metros quadrados de vegetação que o gabinete da Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende (APPLE) autorizou ao proprietário de uma longa mancha de terreno de pinhal e restinga¹, o cordão dunar que defende a cidade do avanço das águas do mar. A operação de limpeza de terrenos invadidos nos últimos anos por acácias já está concretizada numa área de 10 mil metros quadrados, mas o desbaste autorizado é de 50 mil. A intervenção é vista como a destruição de um manto vegetal de grandes dimensões, que, na opinião de um grupo de moradores, para além de caracterizar a paisagem local, defende o pinhal e as dunas da erosão



Vista aérea da região de Esposende. Fonte: Google Maps.

eólica. Como forma de protesto, os moradores apresentaram esta semana na GNR local uma queixa contra os proprietários dos terrenos que executaram a limpeza.

Os moradores entendem que se trata de espécimes que, apesar de serem originários da Austrália, "já fazem parte dos biótipos locais", porque "estão instalados há muitas décadas na zona dunar". E consideram esta vegetação um dos elementos fundamentais dos ecossistemas que integram. Com o corte que, numa primeira fase, abrangeu terrenos do lado do estuário do rio Cávado, mas cuja operação de limpeza avançará em breve para o lado da praia, as zonas dunares vão ser vítimas dos fortes ventos marítimos que se fazem sentir na região. "Vão com toda a certeza gerar fenómenos graves de erosão nas dunas e na integridade da própria restinga", assegura Mário Azevedo.

¹ Acumulação de areia ligada à faixa litoral por uma das suas extremidades e com a outra livre.

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Paliçadas colocadas na praia do Guincho para reforçar proteção às dunas

Quem passa pela praia do Guincho pode observar uma curiosa "plantação" de barreiras formadas por varas de salgueiro secas, com cerca de metro meio de comprimento só



Paliçadas.

parcialmente a descoberto na areia, espaçadas alguns metros entre si. Trata-se, como explica João Melo, administrador da Cascais Natura, de um conjunto de "regeneradores dunares" destinados a fixar a duna primária, que nos últimos tempos "tem avançado dez metros por ano para sul, em direção à Quinta da Marinha".

Adaptado de uma notícia *online* do jornal Público, de 1 de novembro de 2010. Disponível em <https://www.publico.pt/2010/11/01/jornal/palicanas-colocadas-na-praia-do-guincho-para-reforcar-proteccao-as-dunas-20525203>

Voluntários apoiam a Quercus no plantio de mais de 1200 exemplares de plantas dunares na Costa de Lavos

Com o apoio de um grupo de voluntários, será realizada a plantação de espécies vegetais adaptadas ao ambiente dunar, para aumentar a retenção de areias e mitigar a erosão. A área de intervenção tem sido sujeita, nos últimos anos, a episódios erosivos acentuados, como as tempestades do início de 2014, que afetaram a zona costeira a sul da Figueira da Foz.



Estorno.

A plantação será efetuada com estorno (*Ammophila arenaria*), planta autóctone especialmente apta para o objetivo pretendido. Esta planta, uma das primeiras a colonizar as dunas primárias formadas pela ação do vento, contribui com as suas raízes para a estabilização das areias e para o estabelecimento de outras espécies pioneiras. Está prevista a plantação de mais de 1200 pés desta espécie, que serão alvo de monitorização posterior.

Adaptado de <http://www.quercus.pt/comunicados/2016-col-150/outubro/4944-voluntarios-apoiam-a-quercus-no-plantio-de-mais-de-1200-exemplares-de-plantas-dunares-na-costa-de-lavos>, consultado em abril de 2018

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS
AURÉLIA DE SOUSA

Metodologias de controlo usadas em acácia-de-espigas

Controlo biológico

Em julho de 2015, foi autorizada a libertação da vespa da acácia-de-espigas para conter a dispersão desta acácia em Portugal, estando em curso desde novembro libertações deste agente e respetiva monitorização.

Controlo físico

Arranque manual: metodologia preferencial para plântulas e plantas jovens. Deve garantir-se que não ficam raízes de maiores dimensões no solo.



Arranque manual.



Corte.

Corte: metodologia preferencial para plantas adultas. Corte tão rente ao solo quanto possível. Há situações em que se verifica o rebentamento da touça após o corte, tornando necessária a aplicação desta metodologia em combinação com outras metodologias, nomeadamente a aplicação de herbicidas, em intervenções posteriores.

Controlo físico + químico

Corte combinado com aplicação de herbicida: aplica-se a plantas adultas. Corte do tronco tão rente ao solo quanto possível e aplicação imediata de herbicida na touça. Se houver formação de rebentos, estes devem ser eliminados quando atingirem 25 a 50 cm de altura através de corte ou arranque.



Corte combinado com aplicação de herbicida.

O controlo físico e o controlo químico são muito dispendiosos e apresentam frequentemente uma baixa taxa de sucesso, devido à rápida re-invasão resultante da germinação das numerosas sementes que permanecem viáveis no solo durante muitos anos. A utilização de herbicidas pode representar um risco adicional para o ambiente.

Fogo controlado

Pode ser utilizado estrategicamente, com o objetivo de estimular a germinação das sementes presentes no solo, após a remoção dos indivíduos adultos. Pode igualmente ser utilizado diretamente na eliminação de populações de plantas jovens. Tem como grande vantagem a redução da quantidade de sementes no solo, quer destruindo uma parte destas, quer estimulando a germinação das que ficam.



Fogo controlado.

Baseado em <http://invasoras.pt/gallery/acacia-longifolia/>, consultado em abril de 2018

Apêndice IV

Nome _____ Turma _____ Data ____/____/____



Grupo	Posição defendida	Principais argumentos
Investigadores		
Ambientalistas		
Moradores de uma zona costeira		

Nome _____ Turma _____ Data ____/____/____



Medidas de prevenção da erosão dunar

	Vantagens	Desvantagens
Paliçadas		
Plantação com espécies autóctones		

Nome _____ Turma _____ Data ____/____/____



Metodologias de controlo da acácia-de-espigas

	Vantagens	Desvantagens
Controlo biológico		
Controlo físico		
Controlo físico + químico		
Fogo controlado		

Apêndice V

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa 2017/2018



Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão - um estudo de caso

Nome: _____ Turma: _____ Nº _____

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta.

1. Considere as afirmações seguintes.
 1. As espécies autóctones são naturais do ecossistema onde se encontram.
 2. Uma espécie exótica é uma espécie introduzida, consciente ou inconscientemente, num ecossistema onde não existia anteriormente.
 3. As espécies exóticas nunca competem com as espécies autóctones.

A) 2 é falsa; 1 e 3 são verdadeiras.
B) 2 e 3 são falsas; 1 é verdadeira.
C) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
D) 3 é falsa; 1 e 2 são verdadeiras.
2. Considere as afirmações seguintes.
 1. Uma espécie exótica pode tornar-se invasora.
 2. Todas as espécies exóticas tornam-se invasoras.
 3. Uma invasão biológica pode ser uma catástrofe.

A) 3 é falsa; 1 e 2 são verdadeiras.
B) 2 é falsa; 1 e 3 são verdadeiras.
C) 2 e 3 são falsas; 1 é verdadeira.
D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.
3. As espécies invasoras apresentam, no geral, _____ resistência aos fatores abióticos e _____ de predadores naturais, o que lhes permite uma _____ dispersão em relação às autóctones.

A) maior (...) ausência (...) maior
B) maior (...) ausência (...) menor
C) menor (...) abundância (...) menor
D) menor (...) abundância (...) maior

Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão - um estudo de caso



Ciências Naturais 8º ano

Proposta de resolução

1. Opção D.
2. Opção B.
3. Opção A.
4. Opção B.
5. Colocação de paliçadas nos sistemas dunares ou replantação destes com espécies autóctones/nativas.
6. A resposta deve abordar os seguintes tópicos:
 - Referência ao facto de as espécies exóticas poderem competir com as espécies autóctones/nativas;
 - Referência à possibilidade de as espécies exóticas se tornarem invasoras, devido a possuírem alguma vantagem competitiva relativamente às espécies autóctones/nativas;
 - Relação entre a intensa competição provocada pelas espécies invasoras e a possibilidade de extinção de espécies autóctones/nativas, com a conseqüente redução da biodiversidade.

Apêndice VI

Escola Secundária/3 Aurélia de Sousa



Caso: Invasões biológicas: do problema do controlo da erosão dunar ao controlo da invasão

Papéis de cada grupo

- ❖ **Grupo 1 (investigadores)** – Este grupo defende, de forma fundamentada, a utilização de um agente biológico, uma espécie exótica, no controlo da invasão dos ecossistemas por *acácia-de-espigas*.
- ❖ **Grupo 2 (ambientalistas)** – Este grupo discorda do grupo 1 e defende estratégias de combate alternativas, apresentando os seus argumentos.
- ❖ **Grupo 3 (moradores de uma zona costeira)** – Consiste num grupo de moradores de uma zona litoral e a sua preocupação está, sobretudo, relacionada com a erosão dunar que pode ser potenciada pela redução/eliminação do efetivo populacional de *acácia-de-espigas*. Este grupo não tem preferência por nenhuma estratégia de controlo em particular, nem é esse o seu objetivo. Para este grupo as intervenções realizadas têm de incluir estratégias que previnam a erosão dunar e, dessa forma, salvaguardem a integridade das suas habitações.

Apêndice VII

Decisões resultantes dos debates realizados

Turma B

Turno 1

Os ambientalistas solicitaram mais estudos para que, mais tarde, as vespas da acácia-de-espigas pudessem ser removidas, visto que os investigadores não haviam pensado numa solução para esse problema. Os ambientalistas concordaram em financiar essas investigações, apoiando a atividade profissional dos investigadores. Os moradores ficaram satisfeitos, pois o problema da erosão permanecia controlado e não queriam o risco de as vespas os poderem vir a prejudicar/poderem vir a tornar-se uma praga. Todos os grupos concordaram que o ideal seria colocar paliçadas após a remoção das acácias.

Turno 2

Decidiram utilizar espécies autóctones após a remoção das acácias e não utilizar a vespa da acácia-de-espigas, enquanto não se tivesse a garantia de que era possível remover/eliminar esse inseto posteriormente. Todos concordaram com essa solução e os moradores aceitaram financiar a investigação. Esta decisão resultou do facto de o grupo de moradores deste turno ter-se assumido, de forma criativa, como possuidor de grande poder económico, aspeto que foi aproveitado pelos outros grupos no sentido de encontrarem uma solução para o problema.

Turma D

Turno 1

Decidiram introduzir a vespa da acácia-de-espigas e replantar as dunas com espécies autóctones. Neste debate os investigadores conseguiram dar resposta a todas as preocupações apresentadas pelos restantes grupos, resultando na decisão consensual de introduzir o inseto exótico.

Turno 2

Decidiram não introduzir a vespa da acácia-de-espigas, por enquanto. Os ambientalistas concordaram em financiar a investigação do grupo de investigadores para encontrarem soluções mais seguras, garantindo a manutenção da sua atividade profissional, uma vez que os investigadores alegaram que se as suas investigações fossem interrompidas ficariam desempregados. A solução acordada entre os grupos para o controlo da erosão dunar após um eventual controlo da invasão biológica, consistiu em replantar as dunas com espécies autóctones.