MSc

2.º CICLO

FCUP 2018

U.PORTO

Incêndios florestais, erosão dos solos e ambientes aquáticos: Um estudo no âmbito da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Marta Alexandra Lucas Figueiredo

FC

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Incêndios florestais, erosão dos solos e ambientes aquáticos: Um estudo no âmbito da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Marta Alexandra Lucas Figueiredo

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

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Incêndios florestais, erosão dos solos e ambientes aquáticos: Um estudo no âmbito da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Marta Alexandra Lucas Figueiredo
Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3º Ciclo 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

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

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

O Presidente do Júri,

Porto, _____/_____/_____

Imagem da capa retirada de prodigygame.com/blog/advantages-disadvantages-problem-based-learning/

Agradecimentos

Aos orientadores científicos, Professora Clara Vasconcelos e Professor Calafate, pelo apoio, disponibilidade e dedicação demonstrados ao longo deste percurso e por me motivarem a superar-me, a ser cada vez melhor.

Ao orientador cooperante, Professor Jorge Guimarães, pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo o ano letivo e também pelos conhecimentos e experiências partilhadas no quotidiano da escola. Agradeço também todo o apoio, atenção e carinho do pessoal docente e não docente da escola onde decorreu a IPP, que desde o primeiro dia nos fizeram sentir em casa, em especial às Professoras Lucinda Motta, Marina Gonçalves e Leonor Antunes. Um agradecimento muito especial a todos os alunos com quem tive o privilégio de partilhar experiências ao longo do ano, obrigada por toda a vossa dedicação e empenho.

A todos os colegas de Mestrado, obrigada pela amizade, pelo companheirismo e por me acompanharem neste percurso.

À minha família e, em especial, aos meus pais. O meu berço. Obrigada pelo apoio incondicional, pela motivação, por serem a fonte de toda a minha força. Aos meus sobrinhos, o meu agradecimento mais doce, os vossos sorrisos e gargalhadas são a melhor fonte de energia.

A ti, Gabriel, por seres o meu porto seguro. Obrigada por tudo, sempre.

A todos os que de alguma forma contribuíram para tornar este caminho ainda mais enriquecedor, o meu muito obrigada.

Resumo

Numa sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico se encontra em evolução galopante, é fundamental que a Escola encare como prioritária a aquisição de competências cognitivas e sociais por parte dos seus alunos, o que lhes possibilitará enfrentar os desafios do século XXI, participando ativamente e de forma informada na resolução de problemas em contextos diversos. A metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) pode enquadrar-se num Ensino Orientado para a Investigação e permite alavancar a construção de novos conhecimentos, com base em cenários que representam aspetos do quotidiano. Deste modo, permite uma maior contextualização dos conteúdos e, portanto, a construção de aprendizagens significativas, assim como o desenvolvimento de competências essenciais, como o questionamento, o pensamento crítico e a colaboração.

Dadas as vantagens da metodologia ABRP, importa a realização de mais estudos, no sentido de potenciar a confiança e segurança dos professores na sua implementação. Nesta perspetiva, foi desenvolvido o presente estudo, no sentido de compreender se a aplicação da metodologia ABRP, associada à exploração de um modelo, auxilia a aprendizagem de conteúdos concetuais, no âmbito da temática do estudo dos impactes dos incêndios florestais e da erosão dos solos nos ambientes aquáticos.

O método de investigação selecionado para este estudo foi o quantitativo e os dados foram obtidos através da aplicação de um teste de avaliação de conteúdos concetuais. Foi utilizada uma amostra de conveniência com 54 elementos, na qual se incluíam os alunos de duas turmas do 8º ano de escolaridade, de uma escola da cidade do Porto.

Os resultados obtidos no decurso desta investigação mostram que a implementação da metodologia ABRP influencia positivamente a aprendizagem de conteúdos concetuais por parte dos alunos, no âmbito da temática selecionada. Desta forma, foram obtidos bons indicadores que constituem mais um contributo para reiterar o elevado potencial educativo desta metodologia de ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas; Modelos para o ensino; Incêndios florestais; Erosão; Poluição.

Abstract

In a society where the scientific and technological knowledge is in galloping evolution, it is essential that the school sees as a priority the acquisition of cognitive and social skills by its students, which will allow them to face the challenges of the 21st century, actively and knowingly participating in problem solving in diverse contexts. The Problem-Based Learning methodology may fit itself into an inquiry-based approach and allows promoting the construction of knowledge, based on scenarios that represent aspects of everyday life. As a result, it allows a better contextualization and, therefore, promotes significant learning processes, as well as the development of essential skills, such as inquiry, critical thinking and collaboration.

Given the advantages of Problem-Based Learning methodology, more studies are needed to provide teachers with the trust and insurance needed for its implementation. Within this perspective, a study was developed, so as to understand if the employment of Problem-Based Learning methodology, associated with the exploration of a model, aids the learning of conceptual contents, within the topic of the impacts of forest fires and soil erosion on aquatic environments.

For this investigation, the quantitative method was chosen and data was obtained by the application of a test to assess conceptual learning outcomes. A convenience sample comprising 54 elements was used, which included the students of two 8th grade classes, from a school in the city of Porto.

The results obtained in the course of this investigation indicate that the implementation of Problem-Based Learning methodology positively influences the learning of conceptual contents by students, within the selected topic. Thereby, good indicators were obtained that contribute further to reaffirm the high educational potential of this methodology.

Keywords: Problem-Based Learning; Models for teaching; Forest fires; Erosion; Pollution.

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 4
I.3 Organização do relatório de estágio 5
Capítulo II. Enquadramento teórico 7
II.1. Enquadramento educacional 7
II.1.1. Contextualização curricular 7
II.1.2. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas 8
II.2. Enquadramento científico 10
II.2.1. Equilíbrio dinâmico dos ecossistemas e sustentabilidade da vida na Terra 10
II.2.2. Influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas 11
II.2.3. Incêndios florestais em Portugal 13
II.2.4. Consequências dos incêndios florestais 15
Capítulo III. Metodologia de investigação 21
III.1. Classificação da investigação 21
III.2. Caraterização da amostra 22
III.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados 22
III.4. Técnicas de análise e tratamento de dados 23

Capítulo IV. Programa de Intervenção 24
IV.1. Planificação e recursos educativos 24
IV.2. Aplicação do Programa de Intervenção 26
Capítulo V. Resultados e discussão 29
V.1. Resultados 29
V.2. Discussão 31
Capítulo VI. Conclusões 36
Referências bibliográficas 39
Apêndice I 48
Apêndice II 54
Apêndice III 55
Apêndice IV 56
Apêndice V 59
Apêndice VI 60
Apêndice VII 63

Lista de tabelas

Tabela 1 - Objetivos traçados para a investigação. 5

Tabela 2 - Valores relativos aos parâmetros de estatística descritiva. 30

Tabela 3 – Valores relativos ao teste de qui-quadrado de Pearson. 30

Lista de figuras

Figura 1 – Fotografias relativas a exemplos de catástrofes naturais 12

Figura 2 – Fotografias de exemplos de catástrofes antrópicas 13

Figura 3 – Causas dos incêndios florestais investigados pela Guarda Nacional Republicana – Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente, em 2017. 14

Figura 4 – Espécies exóticas que surgem em áreas ardidas 16

Figura 5 – Movimento em massa em Soejo, em 2017, após período de precipitação intensa 18

Figura 6 – Cursos de água afetados negativamente por excesso de nutrientes e cinzas 18

Figura 7 – Milhares de peixes sem vida no rio Ceira, após a ocorrência de incêndios florestais na região, em 2017 19

Figura 8 – Trabalho colaborativo entre os alunos dos vários grupos. 28

Figura 9 – Exploração do modelo pelos alunos. 28

Figura 10 – Classificações obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos concetuais. 29

Lista de abreviaturas

ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

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), que inclui 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, no contexto de formação inicial de professores. Resulta da elaboração e implementação de um Programa de Intervenção (PI) em duas turmas do oitavo ano de escolaridade, de uma escola secundária com 3º ciclo, da cidade do Porto.

A IPP apresenta-se como o primeiro contacto entre o professor em formação inicial e a realidade da Escola, em toda a sua complexidade. Constitui um período de intensa aprendizagem, que permite ao futuro professor vivenciar incontáveis experiências, tanto enriquecedoras quanto desafiantes. É igualmente uma oportunidade para o contacto com profissionais experientes, permitindo ao professor em formação uma visão alargada de aspetos importantes do universo que é a Escola, compreendendo os encantos do ensino das ciências, assim como os desafios enfrentados pelos docentes em serviço.

Pelas experiências que proporciona ao professor em formação, a IPP permite o desenvolvimento de competências essenciais ao seu futuro como profissional, tais como a resiliência, a inovação, a reflexão sobre as suas práticas. É nesse sentido que a IPP engloba a planificação e implementação de uma investigação em contexto escolar, motivando os futuros professores a refletir e investigar sobre a sua prática, para que se tornem em “alguém que pense, compreenda e trabalhe para transformar a sociedade, a cultura, a educação, a escola, o ensino e a aprendizagem” (Coêlho, 2003, p.56). A aptidão para questionar, refletir e investigar sobre como ensinar ciência e como cultivar o gosto pela ciência nos seus alunos, é essencial à formação de um professor de ciências do século XXI, dotado de instrumentos que lhe permitirão promover a literacia científica dos seus alunos, assim como construir conhecimento científico em educação (Linhares & Cavadas, 2013).

I.1 Contextualização da investigação

A Escola e o Sistema Educativo sofreram, desde o início da sua história, mudanças e reformulações, que refletiam de alguma forma o contexto social e cultural, mas também os contextos económico e político que os envolviam. Atualmente, vivemos num mundo onde o conhecimento científico e tecnológico evolui rapidamente, o que implica, naturalmente, uma evolução importante e necessária por parte da Escola. Hoje em dia, a sua função é mais do que a simples instrução, tendo como objetivo primordial preparar os alunos para o incerto, para uma sociedade em evolução galopante, tornando-se essencial a promoção do desenvolvimento de competências, tanto cognitivas como sociais. É, pois, imprescindível potenciar nos alunos o desenvolvimento de competências como a interpretação, a criatividade, o raciocínio científico, o questionamento e o pensamento crítico, assim como competências de comunicação e colaboração (Care & Anderson, 2016). Tais competências permitirão aos alunos enfrentar os desafios de uma sociedade do século XXI, participando ativamente e de forma informada e responsável, integrando e mobilizando conhecimentos para a resolução de problemas concretos do quotidiano, em situações e contextos diversificados (Gomes et al., 2017). De facto, a Escola tem vindo a adaptar-se a estas novas perspetivas, sendo que a própria Lei de Bases do Sistema Educativo Português (Lei nº 46/86 de 14 de outubro) delibera que o sistema educativo deve responder às necessidades da sociedade, promovendo a liberdade, a autonomia e a responsabilidade nos seus alunos, e garantindo que estes desenvolvem espírito crítico e criatividade, para que se tornem cidadãos ativos e capazes. Nesta perspetiva, as Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico de Ciências Físicas e Naturais acompanham as deliberações da Lei de Bases do Sistema Educativo e estabelecem como prioritário o desenvolvimento de competências específicas para a literacia científica, referindo que esta é essencial para o pleno exercício da cidadania (Galvão et al., 2001). Referem igualmente que o desenvolvimento de competências só é possível se os alunos forem envolvidos no processo de aprendizagem que lhes concerne, sendo que tal lhes é proporcionado "pela vivência de experiências educativas diferenciadas" (Galvão et al., 2001, p. 6), que devem ir de encontro aos interesses e motivações dos alunos, assim como às necessidades da sociedade em que se integram. Contudo, apesar de assistir-se atualmente a uma evolução significativa na prática docente, nomeadamente a um esforço de contextualização dos conteúdos, através de atividades experimentais ou visitas de estudo, as estratégias adotadas nas aulas de Ciências Naturais passam

essencialmente pela resolução de questões presentes nos manuais escolares e pelo ensino transmissivo, unidirecional e descontextualizado, sem relação aparente com o futuro profissional dos alunos (Buck & Akerson, 2016; Coelho, Faria & Galvão, 2015). Nesta perspetiva, é hoje em dia preconizado por diversos autores a aplicação do Ensino Orientado para a Investigação (EOI), uma vez que este permite aos alunos uma aprendizagem efetiva e, simultaneamente, a aquisição de literacia científica e de importantes noções acerca da Natureza da Ciência, aprendendo ciência, sobre ciência e como fazer ciência (Hodson, 1998).

A metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) pode enquadrar-se num EOI e permite alavancar a construção de novos conhecimentos com base em cenários que representam aspetos do quotidiano. Tal permite aos alunos uma maior contextualização dos conteúdos trabalhados e, concomitantemente, a construção de aprendizagens efetivamente significativas. Por aplicação da ABRP, o problema é tido como ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos, ao invés do verificado no ensino tradicional, onde os problemas são apenas utilizados para o desenvolvimento de competências de resolução, com base em conteúdos previamente aprendidos. Adicionalmente, o facto de em ABRP o estudo dos cenários permitir a exploração de diversas possíveis soluções, o que não se verifica no ensino tradicional onde apenas a resposta dita como certa é aceite, permite uma preparação mais efetiva dos alunos para a vida ativa, proporcionando-lhes uma visão mais holística dos conteúdos programáticos (Lee & Bae, 2007). Permite igualmente a aquisição de competências científicas pelos alunos, promovendo a literacia científica aliada a conceções relevantes sobre a Natureza da Ciência. Por outro lado, a metodologia ABRP aplicada no ensino das Ciências Naturais permite um distanciamento importante do ensino tradicional relativamente ao método de estudo exigido aos alunos, permitindo evitar a memorização exaustiva dos conteúdos seguida da sua fiel reprodução em contexto de avaliação sumativa (Walker, Leary, Hmelo-Silver & Ertmer, 2015). No entanto, apesar da ABRP não se apoiar exclusivamente na memorização de conteúdos, foi demonstrado por Moutinho, Torres e Vasconcelos (2014) que esta metodologia promove uma melhoria na retenção e uma recuperação mais precisa dos conteúdos em estudo, mesmo quando esta é solicitada após um longo período de tempo desde o primeiro contacto, facto que já foi inclusivamente apoiado por estudos no âmbito da neurociência aplicada ao processo de aprendizagem (Sadlo, 2011).

Nesta perspetiva, pretendeu-se com este trabalho a planificação e implementação da metodologia ABRP, com vista à análise da sua influência na aprendizagem de conteúdos concetuais por duas turmas do 8º ano de escolaridade. Tendo em consideração o programa da disciplina de Ciências Naturais deste nível de escolaridade, o tema selecionado foi o estudo do impacte dos incêndios florestais e da erosão dos solos sobre os ambientes aquáticos, no âmbito da temática da influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas. Em Portugal, os incêndios florestais são um problema recorrente e de consequências sempre devastadoras, quer para as populações, quer para o meio ambiente. O ano de 2017 foi o mais severo da última década, no que respeita aos incêndios, sendo que o total de área ardida rondou os 442 mil hectares (Silva, 2017). Além dos prejuízos causados às populações e dos danos provocados nas florestas, os incêndios têm efeitos significativos ao nível dos solos, facilitando a sua erosão pela água, o que leva a uma maior afluência de águas de escorrência poluídas com cinzas e nutrientes aos ambientes aquáticos, culminando na eutrofização destes (Smith, Sheridan, Lane, Nyman & Haydon, 2011; Stoof et al., 2015). A poluição dos ambientes aquáticos traz consequências graves, não só para os organismos que neles habitam, mas também para o ser humano, uma vez que a captação de água para consumo fica igualmente comprometida. A integração desta temática no PI permite que os alunos o identifiquem como familiar e relevante, permitindo concomitantemente uma maior motivação na sua resolução.

I.2 Problema e objetivos da investigação

Tendo em consideração os argumentos explicitados no ponto anterior, que justificam a importância do presente estudo, pretende-se com este trabalho *verificar se a aplicação da metodologia ABRP auxilia a aprendizagem de conteúdos concetuais*, no âmbito da temática “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”, incluída no domínio “Sustentabilidade na Terra” do programa de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade.

Perante o problema central definido, importa estabelecer os principais objetivos para esta investigação educacional, os quais se apresentam na Tabela 1.

Tabela 1 - Objetivos traçados para a investigação.

Tipologia	Objetivos
Concetuais	Explicar o efeito dos incêndios florestais e da desflorestação nas propriedades dos solos; Explicitar o impacte da erosão hídrica dos solos nos ambientes aquáticos.
Educacionais	Promover a literacia científica, através da metodologia ABRP; Promover o trabalho colaborativo.
Profissionais	Desenvolver competências na planificação e implementação da metodologia ABRP; Potenciar o desenvolvimento de competências de lecionação, essenciais ao futuro profissional como docente; Promover o desenvolvimento de competências investigativas no ramo educacional.

Como pode verificar-se na Tabela 1, para este estudo foram estabelecidos três conjuntos de objetivos fundamentais, nomeadamente objetivos concetuais, educacionais e profissionais. A definição dos objetivos foi essencial para a estruturação e planificação do trabalho, quer no que diz respeito à aplicação do PI, quer relativamente à operacionalização da investigação educacional.

I.3 Organização do relatório de estágio

O presente relatório de estágio encontra-se dividido em seis capítulos, desde a introdução, ao enquadramento teórico e desenvolvimento da investigação, até às principais conclusões. A estes capítulos fundamentais acrescem as referências bibliográficas e os apêndices. Seguidamente é apresentada uma breve descrição dos conteúdos que podem ser encontrados em cada um dos capítulos integrantes deste trabalho.

O primeiro capítulo deste relatório diz respeito à Introdução e inclui a contextualização da investigação realizada, onde é abordado o enquadramento e justificação do estudo. São ainda explorados neste capítulo o problema central da investigação e os objetivos concetuais, educacionais e profissionais previamente definidos, que nortearam o desenvolvimento de todo o trabalho. Está igualmente

incluída na Introdução uma breve descrição da forma como o presente documento se encontra organizado.

No segundo capítulo é apresentado o enquadramento teórico que serviu de base ao presente estudo. Num primeiro subcapítulo, pode encontrar-se o enquadramento educacional, onde é apresentada a contextualização curricular das temáticas exploradas e abordada a metodologia de ensino adotada, a ABRP. O segundo subcapítulo trata o enquadramento científico, que inclui uma breve exposição dos fundamentos teóricos das temáticas abordadas nas aulas de implementação do PI.

O terceiro capítulo é relativo à metodologia de investigação e inclui a classificação da mesma, assim como uma breve caraterização da amostra utilizada neste estudo. Igualmente neste capítulo, são abordadas as técnicas e instrumentos de recolha de dados e as técnicas de análise e tratamento dos mesmos. São ainda realizadas, ao longo deste capítulo, breves reflexões acerca das limitações associadas a esta investigação.

Relativamente ao quarto capítulo, este é dedicado ao Programa de Intervenção e integra a planificação elaborada, assim como uma síntese dos recursos educativos construídos. Neste capítulo, é ainda apresentada uma descrição detalhada da aplicação do PI.

O quinto capítulo diz respeito à apresentação dos resultados obtidos no decurso desta investigação, integrando igualmente a interpretação e discussão dos mesmos.

O capítulo seis trata as principais conclusões do presente estudo e inclui uma breve reflexão acerca dos principais contributos do mesmo para o desenvolvimento profissional da professora-investigadora.

Por fim, apresentam-se as referências bibliográficas, incluindo todas as fontes de informação consultadas, assim como os apêndices, onde podem encontrar-se todos os documentos de apoio relativos ao PI.

Capítulo II. Enquadramento teórico

No presente capítulo, é apresentado o enquadramento educacional deste estudo, onde se inclui a contextualização curricular das temáticas abordadas e a caraterização da metodologia de ensino adotada, a ABRP. Pode igualmente encontrar-se neste capítulo o enquadramento científico, onde são apresentados os fundamentos teóricos das temáticas exploradas aquando da aplicação do PI.

II.1. Enquadramento educacional

II.1.1. Contextualização curricular

A temática selecionada para esta investigação vai de encontro às metas curriculares definidas para o 8º ano de escolaridade pelo Ministério da Educação e da Ciência (Bonito et al., 2013), enquadrando-se particularmente no domínio, subdomínio, objetivo geral e descritores abaixo apresentados.

Domínio Sustentabilidade na Terra

Subdomínio Ecossistemas

Objetivo geral 11. Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas

Descritores

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.

II.1.2. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

A metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) enquadra-se numa perspetiva socioconstrutivista da aprendizagem. Segundo esta perspetiva, defendida por Lev Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo depende de uma forte interação social, que promove nos alunos uma maior autonomia e uma maior competência em responder aos desafios da sociedade em que se integram. Assim, na ABRP o aluno tem um papel ativo no seu próprio processo de aprendizagem, evoluindo e construindo conhecimento por exploração de problemas reais e em diálogo e colaboração com os seus pares (Cakir, 2008).

Esta metodologia adquiriu visibilidade a partir da sua adoção no curso de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá, em 1969, cuja educação tinha como principais referenciais a aprendizagem autónoma, a exploração de problemas do quotidiano clínico e a aprendizagem em pequenos grupos (Vasconcelos & Almeida, 2012). Desde então, a metodologia ABRP expandiu-se para outras áreas e níveis de ensino, distinguindo-se do ensino tradicional por realçar o papel do aluno no processo de aprendizagem, promovendo a sua autonomia, raciocínio científico, criatividade, curiosidade, motivação e tomada de decisão (Lambros, 2004). De facto, esta metodologia tem vindo a mostrar o seu valor na promoção de aprendizagens em diversas áreas, como as ciências ou as letras, e em diferentes níveis de ensino, desde o ensino básico ao ensino superior (Lin, Huang, Wang & Chuang, 2017; Merritt, Lee, Rillero & Kinach, 2017; Shin & Kim, 2013).

A ABRP é uma metodologia centrada no aluno, na qual este assume um papel ativo na resolução de cenários, situações-problema reais ou imaginárias, que retratam episódios do quotidiano. Trata-se, pois, de uma metodologia de ensino que se integra com facilidade num EOI, na qual os alunos formulam as questões que consideram pertinentes em busca de soluções para a situação-problema, trabalhando em pequenos grupos, onde todos participam na decisão do rumo a dar à investigação e na construção de novo conhecimento (Aceytuno & Barroso, 2015). A implementação do trabalho em grupos nas escolas é, por vezes, dificultada pelo elevado número de alunos por turma que atualmente vigora. A aprendizagem com recurso ao trabalho grupal pode demonstrar-se desafiante para os próprios professores, seja pela reduzida disponibilidade de tempo para cumprir programas extensos, pela pouca importância que lhe atribuem ou pela indisciplina que daí resulta, pela falta de preparação e orientação dos grupos para o trabalho colaborativo. De facto, como refere Maltese

(2012), o trabalho colaborativo é em si mesmo uma competência social que, não sendo inata, requer aprendizagem, treino e monitorização, cuidados que frequentemente são negligenciados em contexto de sala de aula. No entanto, o trabalho em grupo, fundamentalmente mais colaborativo do que cooperativo, envolvendo a participação ativa de todos os membros, promove o desenvolvimento dos alunos, não só a nível cognitivo, mas também no que respeita a competências sociais essenciais, nomeadamente a argumentação, a consideração e respeito pela opinião dos pares, a auto e heteroavaliação, e a tomada de decisões (Mandeville, Ho & Valdez, 2017; Lambros, 2013). Idealmente, os grupos formados deverão ser compostos por quatro a seis elementos e deverão ser o mais heterogéneos possível, de modo a promover a multiplicidade de opiniões e fomentar as mesmas oportunidades para todos os alunos.

Como referido, na metodologia ABRP os alunos possuem um papel central no processo de aprendizagem que lhes diz respeito, assumindo a responsabilidade pela exploração do cenário, pelo levantamento de questões e pelas investigações que lhes permitirão solucionar o problema apresentado. No entanto, a intervenção do professor é essencial ao sucesso desta metodologia, sendo que em ABRP é-lhe atribuído o papel de professor tutor, um mediador e facilitador dos processos de aprendizagem dos seus alunos (Lambros, 2013). Nesta perspetiva, o professor deverá envolver os alunos, promover o questionamento, motivar a exploração dos conteúdos e potenciar o desenvolvimento de competências, como o pensamento crítico, a argumentação, o raciocínio científico e o trabalho colaborativo (Allen, Donham & Bernhardt, 2011). Deverá igualmente fornecer informações adicionais sempre que considerar fundamental ao avanço do trabalho dos grupos. Adicionalmente, o professor intervém na identificação de conceções alternativas que os alunos revelem durante as investigações, procedendo prontamente à sua erradicação, por forma a evitar a formulação de soluções baseadas em pressupostos equivocados (Tarhan, 2008). No entanto, o professor tutor deve assumir a sua posição com cautela, uma vez que, se por um lado não pode demarcar-se da sua função como facilitador de aprendizagens, por outro lado não deve interferir em demasia nos trabalhos investigativo dos grupos, sob pena de condicionar negativamente o desenvolvimento de competências cognitivas e sociais dos seus integrantes (Williams & Paltridge, 2017).

O papel do professor é, de facto, crucial, não só na mediação das aprendizagens, mas também no desenvolvimento e apresentação dos cenários de problematização. Os cenários construídos devem despertar a atenção e curiosidade dos alunos, promovendo simultaneamente o questionamento e o desenvolvimento de competências. Dado que os problemas apresentados são reconhecidos pelos alunos como autênticos e de alguma forma relevantes, estes geram nos alunos um sentimento de pertença e, simultaneamente, uma maior motivação na sua resolução. A procura por soluções apela às capacidades e conhecimentos adquiridos previamente pelos alunos, contudo não pressupõe que estes possuam conhecimentos prévios acerca dos assuntos em estudo, uma vez que estes conteúdos são apreendidos durante a resolução da situação-problema, em colaboração com os seus pares (Azer, Peterson, Guerrero & Edgren, 2012; Vasconcelos, 2012).

A metodologia ABRP apresenta-se, pois, como uma ferramenta valiosa no ensino das ciências, contribuindo significativamente para o desenvolvimento cognitivo e atitudinal dos alunos. No entanto, a adoção da mesma não implica necessariamente a exclusão completa de outras metodologias em contexto de sala de aula. Ao invés, é a diversidade de abordagens que enriquece os ambientes de aprendizagem, particularmente na área das ciências, conjugando-se momentos mais expositivos com situações mais dinâmicas ou práticas, com o objetivo de proporcionar aos alunos momentos didáticos efetivamente significativos. A própria implementação da metodologia ABRP pode associar-se a uma enorme diversidade de estratégias didáticas, com o objetivo de auxiliar os alunos na procura de soluções, como trabalhos experimentais, modelação, saídas de campo e pesquisa em manuais, livros ou na Internet (Vasconcelos & Almeida, 2012).

II.2. Enquadramento científico

II.2.1. Equilíbrio dinâmico dos ecossistemas e sustentabilidade da vida na Terra

Desde o início da sua história, as sociedades humanas sempre dependeram dos ecossistemas e dos recursos que daí obtinham para a satisfação das suas necessidades e, concomitantemente, para a sua sobrevivência. Com a Revolução Industrial, foram criadas as condições, sociais e económicas, para um aumento significativo dos efetivos das populações humanas e consequente incremento do consumo dos recursos naturais. Vivemos hoje em sociedades essencialmente urbanas, vivendo à custa de um consumo intensivo que, muitas vezes, não tem em

conta a fatura paga pelos ecossistemas dos quais dependemos. Nesta perspetiva, tem vindo a surgir nas últimas décadas a preocupação com o equilíbrio entre as sociedades humanas e o meio ambiente, tendo esta assumido dimensões internacionais apenas em meados do século XX. Surgiu então o conceito de desenvolvimento sustentável, assente numa perspetiva intergeracional, que se apoia num modelo de desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais, com a preocupação de não comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras. Neste sentido, tem sido elaborado, desde 2001, um conjunto de metas para o desenvolvimento sustentável, com vista à implementação de um modelo de crescimento efetivamente sustentável das sociedades humanas, assente nos pilares social, económico e ambiental (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). A implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável permite, por um lado, garantir o bem-estar humano pelo bom funcionamento dos serviços dos ecossistemas, seja em termos de produção, regulação, suporte ou cultura, e, por outro, garantir o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, permitindo-lhes a capacidade de resistir e repor o equilíbrio após sofrer perturbações. São diversas as causas que podem perturbar a estabilidade de um ecossistema, podendo estas ser naturais ou de origem antrópica. As suas consequências dependem da intensidade da perturbação e, quando a intensidade é elevada e os danos são extensos, estamos perante uma catástrofe, sendo que o ecossistema levará mais tempo a encontrar um novo equilíbrio.

II.2.2. Influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas

Designa-se por catástrofe qualquer evento súbito, cuja intensidade é passível de causar o desequilíbrio dos ecossistemas afetados, podendo levar a perdas e impactes humanos, materiais, económicos e ambientais (UNISDR, 2017). As catástrofes podem caraterizar-se como sendo naturais ou de origem antrópica, dependendo dos fatores que levaram à sua concretização.

Os processos inerentes à geodinâmica interna ou externa do sistema Terra podem levar, ocasionalmente, à ocorrência de catástrofes naturais, com significativas consequências para os ecossistemas e para as populações humanas (Figura 1). Uma catástrofe natural é, pois, definida como sendo um evento acidental, por norma súbito, mas profundo, sem intervenção humana direta, causado por fenómenos meteorológicos, geofísicos ou biológicos, que provocam danos e perdas nas esferas humanas, socioeconómicas e ambientais (Mata-Lima et al., 2013). As tempestades e

eventos associados, como tornados e inundações (Figura 1 – A & B), são exemplos de manifestações da intensa atividade atmosférica e hidrológica da Terra. Estes eventos podem levar ao desequilíbrio de ecossistemas, por perda de habitats ou recursos, perda de vidas e prejuízos materiais. As secas (Figura 1 – C), também causadas por fenómenos meteorológicos, podem igualmente levar o desequilíbrio dos ecossistemas afetados, assim como a prejuízos avultados na agricultura e problemas no abastecimento de água. Os sismos (Figura 1 – D), as erupções vulcânicas (Figura 1 – E), os *tsunamis* e os movimentos em massa (Figura 1 – F) são também exemplos de catástrofes naturais, que podem apresentar-se como sendo muito prejudiciais, tanto para os ecossistemas como para as populações humanas.

Figura 1 – Fotografias relativas a exemplos de catástrofes naturais. **(A)** Tornado **(B)** Inundação **(C)** Seca **(D)** Sismo **(E)** Erupção vulcânica **(F)** Movimento em massa. Retiradas de (A) nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/tornadoes/ (B) thelocal.fr/20180125/in-pictures-france-underwater-as-floods-leave-damage-in-their-wake (C) deccanherald.com/national/stares-drought-rains-elude-682491.html (D) ecuadorreview.com/e-news-ecuador/10-facts-about-the-ecuador-earthquake-and-how-to-help/ (E) vox.com/2018/5/17/17364666/kilauea-volcano-eruption-2018-summit-plume-photos (F) weatherwizkids.com/?page_id=1326

As catástrofes antrópicas, por sua vez, são desastres provocados diretamente pelo Homem, em consequência do progressivo aumento da população humana (Jha, 2010). Estas catástrofes têm consequências drásticas para o ser humano e para os ecossistemas (Figura 2).

Figura 2 – Fotografias de exemplos de catástrofes antrópicas. **(A)** Poluição aquática **(B)** Espécies invasoras (*Vespa velutina*) **(C)** Desflorestação **(D)** Incêndio florestal. Retiradas de (A) br.rbth.com/tag/polui%C3%A7%C3%A3o (B) radiocondestavel.pt/radio/index.php/noticias/27647-oleiros-alerta-municipio-aconselha-apicultores-a-tomar-medidas-contra-a-vespa-asiatica (C) wikistrike.com/2015/09/la-deforestation-de-la-planete-continue.html (D) dnoticias.pt/pais/mais-de-tres-dezenas-de-pessoas-detidas-este-ano-por-incendio-florestal-KK2941972

As diferentes formas de poluição, quer atmosférica, aquática ou do solo, são exemplos de catástrofes antrópicas, com efeitos nefastos sobre os ecossistemas (Figura 2 – A). As invasões biológicas são, muitas vezes, originadas pelo ser humano, levando ao desequilíbrio dos ecossistemas, pela competição que se estabelece entre as espécies invasoras e as espécies endémicas (Figura 2 – B). O abate da floresta, para obtenção de matéria-prima ou para a implementação de áreas agrícolas, é um exemplo de uma catástrofe de origem antrópica, cujos efeitos podem ser devastadores, quer para o ser humano, quer para o meio ambiente (Figura 2 – C). A desflorestação pode igualmente ser causada pelos incêndios florestais, cujos efeitos negativos no meio ambiente vão muito para além da perda do coberto vegetal (Figura 2 – D).

II.2.3. Incêndios florestais em Portugal

Em Portugal, a ocorrência de incêndios florestais é uma realidade que sucessivamente tem vindo a marcar o período estival, destruindo recursos naturais, infraestruturas e até vidas humanas. Na última década, o risco de incêndio florestal em Portugal continental tem vindo a aumentar, facto para o qual contribuem inúmeros fatores. Um destes fatores é a progressiva substituição da floresta nativa, constituída essencialmente por carvalhos, sobreiros e castanheiros, por arbustos e matas desordenadas e densas de pinheiros, eucaliptos e acácias. Este tipo de coberto

vegetal, por ser consideravelmente mais inflamável do que carvalhos ou castanheiros, promove a fácil ignição e célere propagação de eventuais incêndios, maximizando igualmente a intensidade dos mesmos (Beighley & Hyde, 2018). Adicionalmente, o despovoamento das regiões do interior do país, e consequente falta de gestão cuidada dos terrenos, provoca a acumulação de biomassa nos mesmos, que acaba muitas vezes por servir de combustível e alimentar eventuais fogos florestais naquelas zonas. Durante algum tempo, a frequência com que ocorriam incêndios em Portugal era justificada com o tipo de clima que carateriza o seu território. No entanto, comparativamente a outros países mediterrânicos com climas semelhantes, registam-se em Portugal um número invulgarmente alto de incêndios, tendo em conta a sua dimensão geográfica e população (Beighley & Hyde, 2018). Apesar de os períodos de seca e as ondas de calor serem, de facto, propícias ao surgimento de focos de incêndio, este é um indicador de que o domínio antrópico tem elevada importância no que diz respeito às principais causas relativas a fontes de ignição, sendo que a maior parte dos incêndios florestais que ocorrem anualmente em Portugal são de origem humana, quer por negligência, quer por ação intencional (Lourenço, Fernandes, Nunes, Bento-Gonçalves & Vieira, 2013).

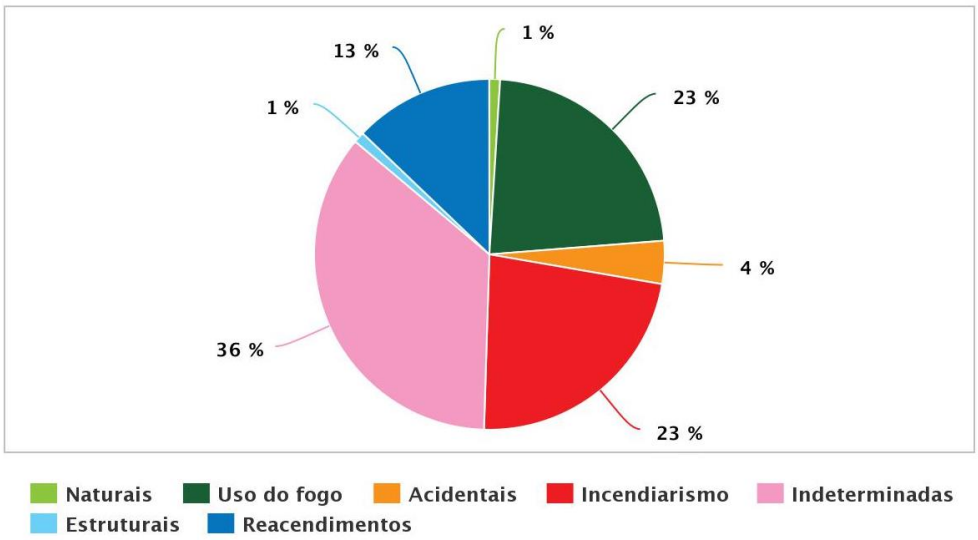

Figura 3 – Causas dos incêndios florestais investigados pela Guarda Nacional Republicana – Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente, em 2017. Retirada de https://rea.apambiente.pt/content/inc%C3%AAndios-florestais.

Na Figura 3 estão representadas as causas de um total de 12 229 ocorrências, relativas a incêndios florestais, investigadas pela Guarda Nacional Republicana durante o ano de 2017, na qual pode verificar-se que as causas de mais de metade destas são de origem humana, quer pelo uso do fogo (queimadas para renovação de pastagens, por exemplo), quer por ações acidentais (contacto da vegetação com

linhas de transporte de corrente elétrica, por exemplo), quer por incendiarismo (Instituto Superior de Agronomia, 2005; REA, 2018). Nesta perspetiva, os incêndios florestais podem classificar-se como sendo catástrofes essencialmente antrópicas, com consequências gravosas, tanto no domínio socioeconómico, como no domínio ambiental.

II.2.4. Consequências dos incêndios florestais

Os incêndios florestais constituem um dos tipos de catástrofe antrópica com maior visibilidade na última década no nosso país, essencialmente pelos seus efeitos negativos sobre as populações e infraestruturas humanas. No entanto, é essencial que entendamos as consequências devastadoras que os incêndios florestais têm sobre o meio ambiente, sendo estas relevantes tanto a nível biológico, como geológico.

Um dos efeitos imediatos dos incêndios florestais é a destruição do coberto vegetal das áreas afetadas, o que contribui para a desflorestação. Consequentemente, verifica-se a destruição de habitats, redução da biodiversidade, a diminuição da captação de dióxido de carbono atmosférico e da evapotranspiração, interferindo negativamente nos ciclos do carbono e da água (Vallejo, 2006). A queima das florestas de vegetação endémica torna-se especialmente danosa quando leva à reflorestação da zona afetada com espécies exóticas de crescimento rápido, como o eucalipto (Figura 4 – A). É igualmente frequente a reflorestação de zonas afetadas por incêndios com espécies de plantas invasoras pirófitas, como é o caso das acácias (Figura 4 – B) e das háqueas, o que acaba por promover também a perda da biodiversidade, dado que estas competem com as espécies autóctones (Marchante, 2017).

Figura 4 – Espécies exóticas que surgem em áreas ardidas. **(A)** Eucaliptos jovens em desenvolvimento, pouco tempo após incêndio florestal. **(B)** Plântulas de acácia em desenvolvimento, pouco tempo após incêndio florestal. Retiradas de (A) dinheirovivo.pt/economia/industria-papeleira-rejeita-substituicao-de-eucalipto-por-outras-especies/ e (B) wilder.pt/historias/saiba-quais-as-primeiras-invasoras-crescer-nas-areas-ardidas/

Para além das consequências dos incêndios florestais na flora local, são igualmente importantes os seus efeitos na fauna. Embora se assista a uma redução considerável dos efetivos populacionais da maioria das espécies faunísticas, os incêndios acarretam nos animais consequências de intensidade mais variável, dependendo do tamanho e da mobilidade dos organismos. Alguns dos grupos comummente mais afetados pelos incêndios são os répteis e as aves, podendo a recuperação total das comunidades de aves em áreas florestais demorar até vinte e cinco ou mesmo trinta anos (Vallejo, 2006).

Os efeitos nefastos dos incêndios florestais não se limitam à perda de biodiversidade, sendo que as consequências dos incêndios sobre os solos são igualmente danosas e, apesar da sua relevância, são frequentemente esquecidas ou até desconhecidas. Os solos são severamente afetados pelos incêndios florestais, uma vez que apresentam uma recuperação bastante lenta, sendo que desta depende a regeneração do próprio coberto vegetal (Vieira & Bento-Gonçalves, 2017). Os incêndios afetam negativamente a quantidade e a qualidade dos nutrientes disponíveis no solo, levando a um significativo empobrecimento deste, condicionando a sua fertilidade e, concomitantemente, a gestão florestal das zonas afetadas (Thomas, Walsh & Shakesby, 2000). Tal é potenciado pelas severas consequências do fogo nas comunidades de microrganismos, cujos microhabitats são diretamente afetados pelo calor intenso (Vallejo, 2006). Desta forma, verifica-se uma redução drástica de microrganismos em associações simbióticas, como as micorrizas, assim como a perda de organismos decompositores, condicionando a reciclagem de nutrientes. Estas

alterações promovem o empobrecimento dos solos em nutrientes e consequente redução severa da fertilidade dos solos afetados.

Os efeitos do fogo sobre o horizonte superficial do solo levam igualmente ao agravamento dos processos erosivos. A perda de matéria orgânica e de azoto levam, frequentemente, à formação de uma camada superficial de elevada hidrofobicidade, imediatamente abaixo da camada de cinzas (Hosseini *et al*., 2016). A criação desta camada repelente à água afeta negativamente a capacidade de infiltração por parte dos solos queimados, aumentando assim o volume de água de escorrência superficial e, portanto, agravando os processos de erosão hídrica (Vallejo, 2006). Importa também referir que a ocorrência de incêndios em zonas florestais potencia a perda do importante papel desempenhado pela vegetação na proteção dos solos contra os processos erosivos. De facto, a destruição das copas das árvores e das folhas e ramos da vegetação deixam de proteger o solo da erosão hídrica provocada pela precipitação, aumentando consideravelmente a força com que a água embate no solo (Zuazo & Pleguezuelo, 2008). Para além disso, a ausência de um coberto vegetal favorece o aumento do volume de água de escorrência e permite que a água se movimente energeticamente sobre o solo, promovendo a erosão deste. Importa também referir que os incêndios florestais, uma vez que levam à destruição dos cobertos vegetais, potenciam a quebra do efeito protetor proporcionado pelas raízes das plantas que, em situação de estabilidade, promovem a infiltração da água e contribuem amplamente para a manutenção da coesão das partículas constituintes do solo. Como a recuperação da vegetação demora vários anos, por vezes décadas, a concluir-se, naturalmente que a proteção do solo contra a erosão conferida pelas raízes deixa de existir, uma vez que, nas plantas que arderam, as raízes acabam por degenerar (DeBano, Rice & Eugene, 1979).

Embora o verão seja a estação do ano em que os incêndios florestais apresentam maior expressão em Portugal, os efeitos nefastos dos incêndios sobre os solos são apenas verificados na estação seguinte, após as primeiras chuvas (Vieira & Bento-Gonçalves, 2015). De facto, o incremento da escorrência superficial da água provoca, no outono, uma mais acentuada erosão dos solos e potencia a ocorrência de movimentos em massa, que, em determinadas circunstâncias, podem tornar-se perigosos para as populações. Tal verificou-se, por exemplo, em Soajo, em fevereiro de 2017, onde ocorreu um grave movimento em massa, após um período de precipitação intensa, numa região que havia sido fustigada por incêndios florestais nos anos anteriores (Figura 5).

Figura 5 – Movimento em massa em Soejo, em 2017, após período de precipitação intensa. Retirada de soajoemnoticia.blogs.sapo.pt/2016/02/14/

O aumento da escorrência superficial nos solos afetados pelos incêndios florestais pode conduzir igualmente à degradação dos ambientes aquáticos adjacentes, pela movimentação de grandes quantidades de nutrientes, sedimentos, metais e cinzas transportados pela água (Rust, 2017). Esta exportação de nutrientes das áreas afetadas pelos fogos ocorre com maior intensidade nos quatro meses após o incêndio, sendo que, após esse período, a mobilização verifica-se após episódios de chuva forte. O transporte de nutrientes para os cursos de água, decorrente de incêndios florestais, compromete a qualidade da água e pode afetar negativamente as comunidades aquáticas, particularmente o fitoplâncton, os macroinvertebrados, os anfíbios e os peixes (Silva, Pereira, Gonçalves, Keizer & Abrantes, 2016). O enriquecimento das massas de água em nutrientes potencia o desenvolvimento de microrganismos, particularmente microalgas, cuja multiplicação exacerbada (Figura 6 - A) pode tornar-se prejudicial para outras formas de vida aquáticas, como os peixes, pela produção de toxinas (Paerl & Scott, 2010).

Figura 6 – Cursos de água afetados negativamente por excesso de nutrientes e cinzas. **(A)** Crescimento exacerbado de algas num curso de água. **(B)** Acumulação de cinzas à superfície da água num rio. Retiradas de (A) theconversation.com/us/topics/algal-bloom-12001 e (B) mediotejo.net/incendios-quercus-alerta-para-riscos-de-contaminacao-da-agua-por-cinzas/

Por outro lado, a acumulação de cinzas e detritos na superfície das massas de água (Figura 6 – B) poderá dificultar, ou mesmo impedir, a penetração da luz solar, condicionando a atividade dos seres vivos fotossintéticos e, consequentemente, provocando o desequilíbrio dos ecossistemas, por défice na função dos produtores. Como consequência, verifica-se uma significativa diminuição da quantidade de oxigénio dissolvido na água, o que condiciona severamente a sobrevivência de inúmeros organismos aeróbios. Destes são exemplo as populações de peixes, cuja recuperação total nas áreas afetadas pode demorar, em média, três a cinco anos (Rust, 2017). De facto, não são raras as ocasiões em que se verifica que, após um grande incêndio florestal, uma quantidade significativa de peixes surgem sem vida nos cursos de água adjacentes, tanto em Portugal (Figura 7), como em outros países, situações que se traduzem em graves problemas ambientais e de saúde pública (Forster, 2018; tvi24, 2017).

Figura 7 – Milhares de peixes sem vida no rio Ceira, após a ocorrência de incêndios florestais na região, em 2017. Retirada de tvi24.iol.pt/sociedade/rio-ceira/retirada-mais-de-meia-tonelada-de-peixes-mortos-em-coimbra

Importa, de facto, refletir acerca das consequências que a contaminação dos cursos de água acarreta para a saúde humana, tendo em conta que a maioria da água para consumo é captada nos rios que, direta ou indiretamente, recebem os poluentes lixiviados a partir das áreas queimadas (Bladon, Emelko, Silins & Stone 2014). Esta situação verificou-se, por exemplo, no rio Mondego, onde, após os grandes incêndios florestais de 2017, foi registado um aumento considerável dos teores em alumínio, ferro e manganês, assim como uma elevada turbidez da água, o que levou a que fosse necessário recorrer a fontes alternativas de água para consumo e melhorar os sistemas de depuração existentes (Correio da Beira Serra, 2018). No sentido de evitar a erosão hídrica dos solos e a consequente poluição dos cursos de água, diversas estratégias têm vindo a ser implementadas logo após a ocorrência de incêndios florestais. Como exemplo destas estratégias, pode referir-se a criação de barreiras com troncos, pedras, caruma ou palha, para evitar a movimentação e transporte de

detritos. Tem sido inclusivamente testado nos Estados Unidos da América, em Espanha e também em Portugal uma técnica designada *helimulching*, que consiste no lançamento de palha a partir de um helicóptero, de maneira a cobrir rapidamente uma extensa área, num curto espaço de tempo. Estas estratégias, apesar de promissoras (Fernández, Vega & Fontúrbel, 2016), infelizmente não oferecem ainda uma solução definitiva para este problema, cada vez mais recorrente em Portugal.

Como referido no decurso deste subcapítulo, os incêndios florestais são catástrofes antrópicas que acarretam consequências severas, quer para as sociedades humanas, quer para os ecossistemas afetados. Uma vez que, na maioria dos casos, as causas associadas à ignição relativa a incêndios florestais são de origem humana, quer por negligência, quer por ação intencional, é essencial apostar na educação ambiental e para a sustentabilidade, no sentido de formar cidadãos ativos, atentos, sabedores e conscientes da forte interdependência entre as sociedades humanas e os ecossistemas, assim como da necessidade de proteger os ambientes naturais.

Capítulo III. Metodologia de investigação

Perante o problema definido para esta investigação educacional, foram delineados os objetivos a atingir e explorado o enquadramento concetual em que se insere. Perante a análise cuidada destes pontos, importa agora abordar a metodologia que guiou o percurso do investigador na persecução dos objetivos traçados e da resposta ao problema levantado. Neste sentido, é caraterizada neste capítulo a investigação desenvolvida e a amostra selecionada para a mesma. Igualmente essencial é a caraterização das técnicas e instrumentos de recolha de dados, refletindo acerca da sua validade e fidelidade, e das técnicas de análise e tratamento de dados, a qual pode também ser encontrada no presente capítulo. Adicionalmente, ao longo deste capítulo, são apresentadas breves reflexões acerca das limitações subjacentes à presente investigação.

III.1. Classificação da investigação

A metodologia de investigação selecionada para este estudo enquadra-se num *design* pré-experimental, suportado num método quantitativo. O *design* pré-experimental carateriza-se pela utilização de um só grupo, sem grupo de controlo, e de uma amostra de cariz não probabilístico, neste caso uma amostra de conveniência. À aplicação do tratamento, que constitui a variável independente, seguiu-se a aplicação de um teste, com o intuito de avaliar a aprendizagem de conteúdos concetuais, cujos resultados correspondem à variável dependente deste estudo. Pelas caraterísticas que lhe são inerentes, o *design* pré-experimental apresenta-se como sendo meramente descritivo e exploratório, não permitindo a realização de comparações ou o estabelecimento de relações de causalidade (Coutinho, 2015; DePoy & Gitlin, 2016).

O *design* pré-experimental é frequentemente abordado na literatura como um plano que, pelas suas caraterísticas, não garante a validade dos resultados obtidos (Cohen, Manion & Morrison, 2007). No entanto, este foi o *design* selecionado para este estudo, essencialmente pelas restrições inerentes ao trabalho no âmbito da PES. Pelo facto de o estudante estagiário não ter qualquer controlo sobre as turmas que lhe são atribuídas neste contexto, dificilmente seria possível obter dois grupos estatisticamente equivalentes, assim como não é possível a seleção aleatória dos elementos constituintes da amostra. No contexto da PES, não é igualmente plausível a adoção de um *design* implicando a utilização de grupos não equivalentes, por ser

questionável, em termos éticos, a aplicação do tratamento apenas a um grupo de alunos, incorrendo no risco de prejudicar os restantes. Tendo em consideração o contexto em que se insere e as limitações que lhe estão subjacentes, com este estudo não se pretende a obtenção de dados de elevada robustez, validade ou potencial para generalizações. Ao invés, o que de facto se pretende é a aquisição de competências investigativas no ramo educacional pelo estudante e, simultaneamente, a obtenção de indicadores que poderão contribuir para o enriquecimento da sua formação e eventualmente auxiliar na sua futura prática docente.

III.2. Caraterização da amostra

A amostra utilizada neste estudo era composta por alunos de duas turmas que frequentavam o 8º ano de escolaridade no ano letivo de 2017/2018, na Escola Secundária Aurélia de Sousa, estabelecimento de ensino situado no centro da cidade do Porto. Uma vez que três dos discentes não se encontravam presentes na aula de implementação do PI, a amostra utilizada na presente investigação incluiu apenas cinquenta e quatro elementos integrantes das duas turmas (n=54). Destes, vinte e sete eram do género masculino e vinte e sete eram do género feminino, possuindo idades compreendidas entre os doze e os catorze anos.

A definição da amostra a utilizar assentou num processo de amostragem não probabilístico, uma vez que a seleção dos elementos não foi efetuada ao acaso. Trata-se, pois, de uma amostra de conveniência, que consiste na utilização de um grupo de elementos que se encontra disponível e ao alcance da investigadora, incluindo, neste caso, as duas turmas que lhe foram atribuídas no âmbito da PES. Deste modo, os dados obtidos a partir desta investigação não são passíveis de generalização a qualquer população, permitindo apenas a obtenção de indicadores (Cohen et al., 2007).

III.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A estratégia adotada neste estudo para a recolha de dados foi a aplicação de um teste de avaliação de conteúdos concetuais, após a implementação do PI. O teste foi construído pela investigadora e consistia num conjunto de questões, de resposta fechada e de resposta aberta, com vista à avaliação das aprendizagens desenvolvidas pelos alunos, no decorrer da implementação do PI. Na elaboração do teste de avaliação, foram adotadas as tipologias de questões semelhantes às encontradas nos

Exames Nacionais do Ensino Secundário, tomando-se igualmente como exemplo o formato dos respetivos critérios de classificação.

Como em qualquer investigação, as questões da validade e fidelidade do instrumento de recolha de dados utilizado foram alvo de atenção cuidada por parte da investigadora, sob pena de comprometer a credibilidade do estudo. Segundo Carmo e Ferreira (2008), numa investigação suportada num método quantitativo, a validade de um instrumento de recolha de dados refere-se à sua adequabilidade para medir aquilo que é pretendido medir. Por sua vez, a fidelidade de um instrumento é efetiva quando os resultados obtidos a partir da sua utilização, num dado contexto, são passíveis de replicação por outros investigadores, quando aplicado em contexto similar. A fidelidade refere-se, pois, ao grau de consistência apresentado por um dado instrumento na medição daquilo que é pretendido medir. A validade e fidelidade do instrumento de recolha de dados utilizado foram garantidas pelos dois orientadores científicos desta investigação e pelo orientador cooperante, docente na escola onde decorreu a PES.

III.4. Técnicas de análise e tratamento de dados

Os resultados obtidos a partir da aplicação do teste de avaliação de conteúdos concetuais constituem dados de natureza quantitativa, que, pelos condicionalismos associados a esta investigação, não permitem estabelecer relações de causalidade nem são passíveis de generalização. Assim, os dados recolhidos foram alvo de uma análise de estatística descritiva, recorrendo ao *software* SPSS, a partir da qual resultou a obtenção de importantes indicadores, que poderão contribuir para o desenvolvimento da prática docente.

Capítulo IV. Programa de Intervenção

Tendo em consideração o problema e objetivos definidos para esta investigação, foi delineado e implementado um Programa de Intervenção, o qual será descrito detalhadamente ao longo do presente capítulo. Neste sentido, será explorada a elaboração da planificação e dos recursos educativos e abordada a aplicação do PI.

IV.1. Planificação e recursos educativos

A planificação é uma etapa fundamental no trabalho do professor, uma vez que permite orientar o seu trabalho, promove a tomada de decisões e permite adquirir um mais elevado grau de autonomia e capacidade de resolução de problemas. Deste modo, esta etapa deve ser utilizada pelo professor da melhor forma, potenciando o cumprimento de objetivos e, concomitantemente, maximizando a aprendizagem dos alunos e promovendo uma efetiva melhoria da qualidade do processo educativo como um todo (Alvarenga, 2011). No caso da planificação do presente PI, esta foi elaborada com base na estrutura adotada por Vasconcelos & Almeida (2012), por ser adequada à metodologia ABRP. Nesta planificação podem encontrar-se aspetos essenciais à preparação prévia da aula por parte do professor, nomeadamente a contextualização curricular, o tempo de aula previsto e os pré-requisitos. Apesar de a metodologia ABRP ter como objetivo a lecionação efetiva de conteúdos programáticos, os novos conteúdos seriam de difícil compreensão para os alunos se estes não possuíssem conhecimentos anteriores que lhes servissem de base concetual, pelo que estão discriminados na planificação todos os conteúdos que os alunos já deveriam dominar previamente à aplicação do PI. Estão igualmente explicitados na planificação os objetivos gerais a atingir com a operacionalização deste PI, que incluem as competências a desenvolver pelos alunos, assim como os objetivos específicos e conceitos a mobilizar, que dizem respeito aos conteúdos concetuais a explorar durante a aula. É também na planificação que se encontram definidos quais os materiais educativos a utilizar pelo professor, os produtos finais a desenvolver pelos alunos, os instrumentos de avaliação a adotar e o ciclo de apresentação previsto. A planificação elaborada para este PI encontra-se disponível para consulta no Apêndice I.

No decorrer da etapa de planificação, foram definidos os materiais educativos a serem utilizados. Uma vez que seria aplicada a metodologia ABRP, o primeiro passo foi a conceção do cenário, que seria a base para a recolha de factos e formulação de

questões-problema por parte dos alunos, guiando a sua investigação. Neste PI, optou-se por um cenário fictício, uma narrativa original, elaborada com base numa notícia verídica, publicada em setembro de 2017 na página *online* do canal tvi24 (tvi24.iol.pt). O cenário utilizado neste PI encontra-se disponível para consulta no Apêndice II. Como recurso auxiliar, foi fornecida aos alunos uma ficha de monitorização parcialmente construída (Apêndice III), adaptada de Vasconcelos & Almeida (2012), com o objetivo de estruturar o trabalho dos alunos e promover a autorregulação das suas aprendizagens (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Como referido anteriormente, a metodologia ABRP pode assentar em estratégias diversificadas, possibilitando ao professor um leque alargado de opções no momento de planificar as possíveis investigações que serão levadas a cabo pelos seus alunos, após a análise do cenário. No caso particular deste PI, a investigação realizada pelos alunos baseou-se na utilização e exploração de um modelo para o ensino, previamente construído pelo núcleo de estágio, no âmbito da IPP. Das diversas estratégias passíveis de utilizar em associação com a metodologia ABRP, optou-se pela utilização de modelos para o ensino que, pelo seu elevado potencial educativo, tem vindo a tornar-se cada vez mais frequente nas aulas de ciências. Os modelos têm como principal finalidade a simplificação e reificação de fenómenos ou sistemas naturais, permitindo reproduzir parte da natureza, utilizando diferentes instrumentos e materiais (Bolacha, 2014). Desta forma, em contexto de sala de aula promovem a clarificação de conteúdos concetuais e concomitante formulação de modelos mentais adequados, ao mesmo tempo que contribuem para o desenvolvimento do raciocínio científico. A promoção do envolvimento dos alunos no processo de construção do modelo poderia, de facto, constituir uma mais-valia, no sentido em que proporcionaria o desenvolvimento de competências importantes, como a criatividade ou a argumentação (Justi, 2006). No entanto, como o alvo a representar constituía um assunto totalmente novo para os alunos e como o tempo disponível para a aplicação do PI era limitada, optou-se por construir o modelo antecipadamente e dedicar a aula à sua exploração pelos alunos.

A etapa de preparação para aplicação deste PI envolveu a construção de um modelo para o ensino, utilizado pelos alunos na procura de respostas às questões-problema por eles idealizadas a partir do cenário. O modelo construído pretendia representar o efeito potenciador da desflorestação, causada pelos incêndios, na erosão dos solos pela água, numa zona de vertente. Desta forma, foi construído um suporte em madeira que confere uma inclinação de 30° a três recipientes, sendo que

um continha solo com vegetação, outro continha apenas solo e o terceiro continha solo coberto com cinzas. Perante o modelo, os alunos deveriam verter a mesma quantidade de água sobre cada um dos recipientes, simulando a precipitação, e observar as caraterísticas da água de escorrência, que seria coletada num outro recipiente, nomeadamente o seu grau de turvação. Encontra-se disponível, no Apêndice IV, um registo fotográfico das várias etapas que permitiram a construção deste modelo e também do seu aspeto final.

Para auxiliar a estruturação e síntese da informação obtida pelos alunos a partir da exploração do modelo, foi elaborado um V de Gowin parcialmente preenchido. O preenchimento de um V de Gowin permite igualmente que os alunos adquiram uma maior perceção da forma como é construído o conhecimento científico, promovendo uma relação estreita e visual entre a questão-problema, que norteia toda a investigação, os fundamentos teóricos, a metodologia adotada e as conclusões alcançadas (Novak & Gowin, 1984). O V de Gowin preenchido pelos alunos constituiu um produto final e um instrumento de avaliação deste PI, sendo que se encontra disponível para consulta no Apêndice V. Adicionalmente, foi elaborado um teste de avaliação de conhecimentos, que constituiu um instrumento de avaliação e de recolha de dados da investigação efetuada neste PI (Apêndice VI), assim como uma ficha de aplicação, cujo objetivo era promover a mobilização dos saberes aprendidos no decorrer da aula, através da apresentação de uma pequena situação-problema relacionada com o cenário inicial. A ficha de aplicação elaborada encontra-se disponível no Apêndice VII.

IV.2. Aplicação do Programa de Intervenção

O presente PI foi aplicado em abril de 2018 à turma B e em maio de 2018 à turma D. Para assegurar o bom funcionamento das aulas e garantir que todos os alunos tinham oportunidade de participar ativamente, ambas as turmas foram divididas em dois turnos, aproveitando as aulas de desdobramento que decorrem em simultâneo com a disciplina de Físico-Química, sendo que a aplicação do PI decorreu num período de 50 minutos em cada turno. Deste modo, os acontecimentos descritos abaixo decorreram obedecendo ao mesmo ciclo de apresentação em todos os quatro turnos dinamizados. Em ambas as turmas, os alunos foram dispostos em grupos de 4 a 5 elementos, tendo em consideração as suas caraterísticas particulares, no sentido de promover a heterogeneidade grupal e, concomitantemente, a homogeneidade intergrupal.

A aula teve início com uma breve contextualização acerca da metodologia ABRP, dado que esta se tratava de uma novidade para os alunos. Após esta introdução, procedeu-se à apresentação do cenário problematizante “Uma tragédia no Ceira”. Neste é retratada uma ida para a escola de uma menina muito curiosa que, pelo caminho, lê uma notícia de jornal na montra de uma papelaria, acerca da retirada de meia tonelada de peixes mortos de um rio próximo de sua casa, situação que a leva a investigar as possíveis causas da tragédia.

Após a exploração do cenário problematizante, cada grupo de trabalho procedeu à recolha de factos e formulação de questões-problema, preenchendo a ficha de monitorização. Os factos e as questões-problema formuladas pelos alunos foram sintetizados pela investigadora em conjunto com o grupo turma, de modo a garantir a uniformidade dos elementos que serviriam de base à investigação realizada pelos alunos. Posteriormente, cada grupo teve oportunidade de explorar o modelo disponibilizado, assumindo o papel de investigadores e utilizando os dados obtidos para preencher o V de Gowin e dar resposta às questões-problema levantadas. Uma vez concluída a elaboração dos produtos propostos, os alunos exploraram uma pequena questão-problema, com vista à mobilização dos conhecimentos apreendidos ao longo da aula. Nos últimos momentos da aula, procedeu-se à aplicação de um teste de avaliação de conhecimentos, previamente construído pela investigadora durante a fase de planificação. Neste momento, foi referido aos alunos que o teste a realizar não teria caráter avaliativo e que seria importante que refletissem cuidadosamente acerca de cada uma das questões apresentadas. Embora não tenha sido efetuado um controlo rigoroso do tempo despendido na realização do teste, o seu preenchimento pelos alunos decorreu num período de sensivelmente 10 minutos.

No decorrer das aulas de implementação do PI, o papel da investigadora foi de mediadora e facilitadora dos processos de aprendizagem dos alunos, orientando cada grupo na procura por soluções. Embora alguns dos grupos solicitassem mais apoio do que outros, a investigadora procurou acompanhar o trabalho de todos os grupos de igual forma, tendo o cuidado de não dirigir discussões ou impor respostas, de modo a nunca determinar os caminhos tomados pelos alunos na procura por soluções. Durante as aulas, foi igualmente promovido o trabalho colaborativo, tanto em cada grupo como ao nível da turma, assim como o questionamento, procurando-se estimular a curiosidade dos alunos, motivando-os a investigar e refletir de forma autónoma (Figura 8).

Figura 8 – Trabalho colaborativo entre os alunos dos vários grupos.

Nos momentos que envolveram a exploração do modelo, todas as manipulações efetuadas no mesmo foram levadas a cabo pelos alunos, mantendo-se a investigadora num papel orientador, de modo a promover a participação ativa de todos os alunos e estimular a sua autoconfiança (Figura 9).

Figura 9 – Exploração do modelo pelos alunos.

Adicionalmente, no decurso da aplicação do PI, foram discutidos em conjunto com o grupo turma aspetos relativos à natureza dos modelos, nomeadamente as vantagens e limitações da sua utilização, no geral, e relativamente ao modelo utilizado, em particular.

Capítulo V. Resultados e discussão

No presente capítulo são apresentados os resultados decorrentes da implementação do PI, nomeadamente os dados obtidos por aplicação do teste de avaliação de conteúdos concetuais e a análise estatística que lhes concerne. É igualmente apresentada a discussão dos resultados obtidos nesta investigação, tendo em consideração os objetivos e o problema previamente definidos durante a fase de planificação.

V.1. Resultados

Como referido anteriormente, à implementação do PI seguiu-se a aplicação de um teste de avaliação de conteúdos concetuais, no sentido de verificar a influência da metodologia ABRP nas aprendizagens dos alunos, no âmbito das temáticas abordadas. Após a correção cuidada dos testes de avaliação, de acordo com os critérios previamente estabelecidos, foi calculada a classificação obtida por cada aluno, resultando na aquisição de dados quantitativos que serão retratados neste subcapítulo.

Por análise do gráfico da Figura 10, pode verificar-se que a implementação do PI se refletiu na obtenção de classificações maioritariamente elevadas em ambas as turmas e, concomitantemente, na totalidade da amostra.

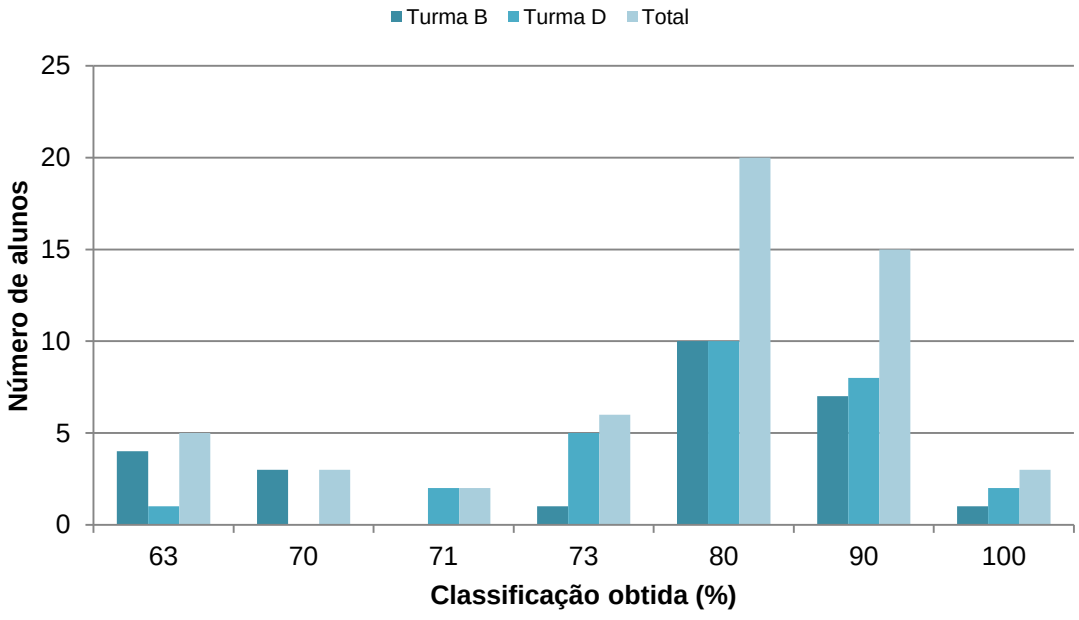

Figura 10 – Classificações obtidas pelos alunos no teste de avaliação de conteúdos concetuais.

Pode ainda constatar-se a ausência de classificações negativas, tanto na turma B como na turma D, predominando as classificações elevadas, entre os 73% e os 90%. Na totalidade da amostra, contabilizam-se 6 alunos com uma classificação de 73% no teste de avaliação, 20 alunos com uma classificação de 80% e 15 alunos com uma classificação de 90%. Foram igualmente contabilizados 3 alunos que obtiveram a classificação máxima no teste de avaliação realizado, 1 na turma B e 2 na turma D.

Na Tabela 2 estão representados parâmetros de estatística descritiva, calculados a partir dos resultados obtidos pelos alunos no teste de avaliação, incluindo as médias, os desvios padrão, e os valores mínimos e máximos, discriminados por turma e por género.

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 = 13 (50 %)	n = 13 (50%)	n = 26 (100%)	n = 14 (50 %)	n = 14 (50%)	n = 28 (100%)	n = 27 (50%)	n = 27 (50%)	n = 54 (100%)
Média	79,92	78,92	79,42	84,07	79,50	81,79	82,07	79,22	80,65
Desvio padrão	9,251	11,412	10,191	8,535	9,255	9,040	8,965	10,150	9,594
Mínimo	63	63	63	71	63	63	63	63	63
Máximo	90	100	100	100	100	100	100	100	100

Nota: F – Feminino; M – Masculino; n – número

Como pode verificar-se na Tabela 2, a média de classificações registada em ambas as turmas e na amostra total rondou os 80%. Pela análise das médias das classificações obtidas pelos alunos, observa-se a obtenção de médias mais altas por parte do género feminino relativamente ao género masculino, tanto na turma B como na turma D. No sentido de verificar o significado estatístico destes resultados, foi efetuado um teste de qui-quadrado de Pearson, recorrendo ao *software* de análise estatística SPSS (Tabela 3).

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

Turma B	**Turma D**	**Total**
$\chi^2_{(5)} = 5{,}543$; $p = 0{,}353$	$\chi^2_{(5)} = 3{,}600$; $p = 0{,}608$	$\chi^2_{(5)} = 5{,}200$; $p = 0{,}518$

A realização deste teste estatístico revelou que parece não existir uma relação estatisticamente significativa entre o género a que pertencem os alunos e a classificação obtida por estes no teste de avaliação de conteúdos concetuais.

V.2. Discussão

Tendo como base os resultados obtidos no decorrer desta investigação, previamente apresentados e detalhadamente explorados, neste subcapítulo será efetuada a discussão dos mesmos, analisando-se os contributos da aplicação do PI na aprendizagem de conteúdos concetuais pelos alunos.

Como referido anteriormente, após a implementação do PI em duas turmas do 8º ano de escolaridade, foi aplicado um teste de avaliação de conteúdos concetuais aos alunos de ambas as turmas. Pela análise das classificações totais obtidas pelos alunos na realização do teste de avaliação, é possível verificar o efeito francamente positivo da aplicação da metodologia ABRP, suportada na exploração de um modelo para o ensino, na aprendizagem dos alunos. Tal é corroborado pela ausência de classificações negativas no teste de avaliação, sendo que a média de classificações obtidas na totalidade da amostra foi superior a 80%. Desta forma, pode afirmar-se que, após a aplicação do PI, os alunos demonstraram um bom domínio dos conteúdos concetuais alvo, que fazem parte integrante do programa de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade. A exploração de novos conteúdos via a metodologia ABRP, aliada à mobilização de conceitos anteriormente abordados, levou a uma exploração satisfatória das metas curriculares definidas no decurso da fase de planificação, incluídas no descritor *Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas*, no que aos incêndios florestais dizem respeito. Estas metas integram inclusivamente a exploração de conteúdos via pesquisa orientada, o que vai igualmente de encontro ao trabalho que foi realizado pelos alunos durante a aula de implementação do PI.

Os bons resultados obtidos nesta investigação, por aplicação da ABRP, são congruentes com os obtidos por diversos autores, estando bem patente na bibliografia da especialidade o alto valor educativo desta metodologia. Moutinho e colaboradores (2014) referem que a implementação desta metodologia em aulas de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade promove o sucesso académico dos alunos, tendo verificado uma melhoria nas classificações obtidas em pós-teste, teste cognitivo realizado após aplicação da ABRP, relativamente a pré-teste, teste cognitivo realizado antes da implementação da metodologia. Da mesma forma, Morgado, Leite, Dourado, Fernandes e Silva (2016) verificaram que, à semelhança do verificado nesta investigação, a aplicação da ABRP em aulas de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade resultou na obtenção de boas classificações em contexto de teste de

avaliação, refletindo a correta aquisição de conteúdos concetuais incluídos no programa da disciplina. Adicionalmente, é referido na bibliografia que a aplicação da metodologia ABRP tem um efeito potenciador da obtenção de bons resultados por parte dos alunos que são por norma considerados menos bons. Desta forma, as classificações que estes alunos obtêm nos testes de avaliação após a implementação da metodologia ABRP aproximam-se dos alunos geralmente considerados melhores pelos professores da disciplina. Embora os elementos que constituem a amostra da presente investigação não serem identificados, de modo a manter a sua confidencialidade, o acompanhamento e registo por parte da investigadora das classificações obtidas pelos alunos em momentos de avaliação sumativa ao longo de todo o ano letivo permitem afirmar que, de facto, a implementação da metodologia ABRP levou a um equilíbrio nas classificações obtidas pelos alunos, promovendo a obtenção de classificações favoráveis por parte de alunos comummente considerados menos bons. Leite et al. (2013) refere que a oportunidade oferecida a estes alunos de aprender através de metodologias diferentes da habitual, assim como o facto de poderem trabalhar em conjunto com os seus pares, promove um incremento da sua autoconfiança e motivação, potenciando assim uma melhor aprendizagem e concomitantemente a obtenção de melhores resultados, comparativamente aos obtidos ao longo do restante ano letivo. Uma vez que os alunos que participaram na presente investigação nunca haviam contactado com qualquer outra metodologia de ensino das ciências que não fosse o ensino tradicional, essencialmente transmissivo e centrado no professor, a aplicação de uma metodologia centrada no aluno e a própria utilização de um modelo para o ensino constituíram fatores novidade, provocando a surpresa e facilitando a apropriação de saberes. De facto, é reconhecido o elevado potencial educativo da utilização de modelos em aulas de ciências, no âmbito de metodologias de ensino centradas no aluno, sendo que a sua exploração promove, não só uma satisfatória compreensão e apropriação de conhecimentos concetuais, como também o desenvolvimento de competências essenciais, contribuindo em muito para o desenvolvimento da literacia científica (Halloun, 2007). Não obstante os condicionalismos associados à implementação deste PI, particularmente no que respeita ao tempo de aplicação, foram discutidos com os alunos, de forma explícita, aspetos relativos à modelação, à correlação entre os componentes do modelo explorado e a situação real, assim como as limitações inerentes aos modelos no geral e ao modelo utilizado em particular. Estes aspetos, como refere Jee et al. (2010), são essenciais para evitar o desenvolvimento de conceções erróneas e para promover noções corretas acerca da Natureza dos Modelos e acerca da própria Natureza da

Ciência. Adicionalmente, verificou-se que o sucesso da metodologia ABRP parece não depender do género a que pertencem os alunos, verificado pela obtenção de classificações médias ligeiramente superiores obtidas por alunas relativamente aos alunos, sendo, no entanto, esta diferença estatisticamente não significativa. Tendo em conta os resultados obtidos mediante a aplicação deste PI, pode afirmar-se que a introdução da metodologia ABRP, neste caso em particular associada à utilização de um modelo para o ensino, não perturba o desenvolvimento das aprendizagens em contexto de sala de aula, contribuindo eficazmente para a aquisição de conteúdos concetuais por parte dos alunos, situação igualmente referida por Moutinho e colaboradores (2014).

Tendo como ponto de partida o problema de investigação previamente definido, foi delineado um plano metodológico que permitisse dar resposta à questão que norteou o decurso deste trabalho. Desta forma, como o objetivo da investigação era verificar o efeito da aplicação da metodologia ABRP, tendo a modelação como estratégia didática, promovia a aprendizagem de conteúdos concetuais pelos alunos, o instrumento de recolha de dados selecionado foi o teste de avaliação. No entanto, os processos de ensino e aprendizagem estão intrinsecamente relacionados com aspetos do domínio atitudinal dos alunos, dimensões que muitas vezes condicionam o sucesso escolar. De acordo com Cardoso (2017), a implementação da metodologia ABRP em aulas de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade promove níveis de interesse e motivação bastante satisfatórios, permitindo inclusivamente o desenvolvimento de competências importantes, como a comunicação, o respeito mútuo e a colaboração. Da mesma forma, Dourado, Leite, Morgado, Pinto e Silva (2013) referem que a aplicação da metodologia ABRP em aulas de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade contribui consideravelmente para a manutenção de níveis motivacionais elevados, sendo que os próprios alunos reconhecem o valor educativo da metodologia, afirmando que promoveu o seu desenvolvimento pessoal e de competências essenciais. A utilização da modelação como estratégia didática no âmbito da metodologia ABRP tem demonstrado igualmente um enorme potencial na manutenção de níveis motivacionais e de envolvimento elevados, como reportado por Ferreira, Alencoão e Vasconcelos (2015).

Embora na presente investigação não tenha sido aplicada uma grelha de observação, no sentido de avaliar a componente atitudinal e o envolvimento dos alunos aquando da aplicação do PI, foi realizada pela investigadora uma observação atenta de ambas as turmas ao longo de todo o ano letivo, particularmente das suas

atitudes, das suas classificações, da dinâmica de todas as aulas de Ciências Naturais, procedendo-se ao registo de aspetos considerados relevantes num diário reflexivo não estruturado. Estas observações foram realizadas no sentido de auxiliar a análise e interpretação dos resultados obtidos, permitindo uma visão mais holística dos efeitos da implementação deste PI. Por outro lado, este tipo de dados promove uma reflexão cuidada acerca das práticas docentes implementadas, promovendo a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem e, concomitantemente, o desenvolvimento profissional do docente, num processo de investigação-ação (Coutinho, 2015). Como resultado destas observações, cedo se tornou claro que os alunos incluídos na amostra desta investigação conheciam apenas o ensino transmissivo como única metodologia aplicada nas aulas de Ciências Naturais. Nestas, predominava a voz do professor, o silêncio dos alunos e a memorização de definições e expressões, pelo que muitos dos alunos se mostravam frequentemente desinteressados, apáticos e pouco participativos. Na aula de implementação do PI, o entusiasmo dos alunos foi notório, inicialmente apenas pelo facto de poderem trabalhar em grupos na aula de Ciências Naturais, aspeto que era também uma novidade. Nos momentos iniciais da aula, os elementos de alguns dos grupos mostraram-se algo reticentes em conversar com os seus pares, o que reflete a falta de prática no que diz respeito ao trabalho colaborativo e o hábito de trabalhar individualmente. Porém, durante o preenchimento da ficha de monitorização, a maioria dos alunos de ambas as turmas mostrou-se participativa e interventiva, negociando as respostas com os colegas de grupo. Embora fosse notória alguma dificuldade na recolha de factos do cenário, a formulação de questões-problema que se seguiu mostrou-se mais acessível para os alunos, sendo que, em todos os grupos, as questões elaboradas se aproximaram das pensadas pela investigadora. Aquando da exploração do modelo e preenchimento do V de Gowin, todos os grupos mostraram vontade em participar na sua manipulação, empenhando-se depois no preenchimento do V de Gowin, o qual a maioria dos alunos completou com relativa facilidade, após a sistematização dos pontos principais pela investigadora em conjunto com o grupo turma. No decorrer das aulas, os alunos mostraram curiosidade e vontade em saber mais pormenores sobre os assuntos tratados, demonstrando posteriormente que adquiriram um domínio satisfatório dos conteúdos concetuais alvo do PI, na resolução individual do teste de avaliação. No final da aula, a maioria dos alunos não saiu da sala após o toque de saída, pela preocupação em terminar as tarefas que lhes haviam sido atribuídas. Pelas observações registadas ao longo das aulas de implementação do PI, pode referir-se que, à semelhança do verificado em diversos trabalhos anteriores, a aplicação da

metodologia ABRP promoveu o interesse dos alunos pelos assuntos abordados, observável pela sua vontade em saber mais, aprender mais (Schiefele, 1991), assim como a motivação, observável pela tomada de iniciativa e empenho demonstrados pelos alunos (Ribeiro, 2011). A observação da dinâmica dos grupos ao longo das aulas de aplicação do PI permitiu também verificar a colaboração entre os membros de cada grupo, com vista à finalização das tarefas com sucesso (Damiani, 2008), contribuindo assim a metodologia ABRP para o desenvolvimento desta competência.

Capítulo VI. Conclusões

Neste último capítulo, apresentam-se as principais conclusões e breves reflexões que resultaram do desenvolvimento do presente trabalho, assim como os contributos deste estudo para o desenvolvimento profissional da investigadora enquanto futura docente.

O problema de investigação que norteou este estudo consistia em verificar se a aplicação da metodologia ABRP auxiliaria a aprendizagem de conteúdos concetuais, no âmbito da temática "Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas", incluída no domínio "Sustentabilidade na Terra" do programa de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade. Perante o problema definido, foi formulado um conjunto de objetivos concetuais, educacionais e profissionais, com o intuito de estruturar e orientar a investigação, rumando na procura de soluções.

Os objetivos concetuais definidos para esta investigação reportam-se à contextualização científica do trabalho, incluindo aspetos relativos aos efeitos dos incêndios florestais e da erosão hídrica dos solos nos ambientes aquáticos. Estes conteúdos foram trabalhados com os alunos no decorrer das aulas de implementação do PI, com recurso à aplicação da metodologia ABRP, associada à exploração de um modelo para o ensino como estratégia didática. A apropriação de saberes concetuais por parte dos alunos, e concomitante cumprimento dos objetivos que lhes estão associados, foi demonstrada pela obtenção de classificações médias elevadas, tanto na turma B como na turma D, sendo que não foram registadas classificações negativas. Não foram igualmente registadas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos pelo género feminino relativamente ao masculino.

Tendo como referência a literatura da especialidade e as observações da investigadora, os resultados satisfatórios obtidos na aquisição de conhecimentos concetuais por parte dos alunos no decorrer da implementação do PI dever-se-ão, pelo menos em parte, aos efeitos no domínio atitudinal associados à metodologia ABRP e à exploração de modelos em contexto de sala de aula. Por um lado, pelo fator novidade que se impõe pelo facto de os alunos nunca terem contactado com este tipo de metodologias e, por outro lado, pelo elevado potencial motivacional das mesmas. Os alunos, outrora apáticos e nutrindo pouco interesse pelas aulas de Ciências Naturais, mostraram-se entusiasmados, motivados e com vontade de saber mais sobre as temáticas abordadas, o que naturalmente terá facilitado a apropriação de

saberes e o desenvolvimento da sua literacia científica. Adicionalmente, no decorrer da aplicação do PI, foi estimulado o trabalho colaborativo, promovendo o desenvolvimento desta competência essencial no perfil do aluno para o século XXI, pelo que pode afirmar-se que os objetivos educacionais deste trabalho foram igualmente cumpridos com sucesso.

A investigação apresentada neste trabalho está integrada na Iniciação à Prática Profissional, no contexto de formação inicial de professores, pelo que naturalmente foram também estipulados objetivos de cariz profissional, que de alguma forma contribuíssem para o desenvolvimento e emancipação da professora-investigadora. Uma das mais-valias associadas a este trabalho foi a oportunidade para o desenvolvimento de competências organizativas e de planificação, tanto no que diz respeito à metodologia ABRP, como no que respeita à própria investigação. Como referido anteriormente, esta metodologia enquadra-se num EOI e é, na sua essência, centrada nas aprendizagens construídas pelos alunos. No entanto, o professor assume um papel fundamental na preparação da aula, na construção de todos os materiais educativos necessários, cuidadosamente enquadrados no ano de escolaridade das turmas, no espaço temporal em que as aulas decorrem, nas temáticas a abordar no âmbito do programa da disciplina e das competências a desenvolver pelos alunos. Todavia, a metodologia ABRP requer um grande contributo do professor, não apenas na fase de planificação, como também na sua aplicação, orientando, motivando e auxiliando os alunos na procura de soluções e na construção das suas próprias aprendizagens. Desta forma, a planificação e implementação desta metodologia no decurso deste trabalho foi da mais elevada importância para a professora-investigadora, permitindo que esta se desafiasse, se superasse e cumprisse os objetivos a que se propôs, contribuindo largamente para o seu desenvolvimento profissional. Adicionalmente, foi igualmente essencial para a docente em formação a oportunidade de desenvolver competências no âmbito da investigação educacional. É inequívoca a importância de uma prática docente reflexiva e proactiva e, nesta perspetiva, torna-se fundamental que a professora-investigadora conheça metodologias de investigação e instrumentos de recolha e tratamento de dados, podendo assim contribuir para uma melhoria progressiva dos processos de ensino e aprendizagem.

Retomando o problema de investigação que propulsionou o presente trabalho, pode concluir-se que a aplicação da metodologia ABRP auxilia a aprendizagem de conteúdos concetuais, no âmbito da temática “Compreender a influência das catástrofes no equilíbrio dos ecossistemas”. Deste modo, o presente trabalho é mais um contributo para reiterar o elevado potencial educativo da metodologia ABRP, sendo que a sua implementação, para além de proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolver competências essenciais ao perfil do aluno para o século XXI, promove o sucesso dos alunos na aprendizagem de conteúdos concetuais. Foram, portanto, obtidos bons indicadores que constituem mais um contributo para reiterar o elevado potencial educativo desta metodologia de ensino.

Referências bibliográficas

Aceytuno, M.T. & Barroso, M. (2015). The Development of Inquiry-based Learning (IBL) Methodology in Undergraduate Higher Education. In *Multidisciplinary Academic Conference on Education, Teaching and Learning*, Praga, 4-6 de dezembro (pp.93-100). Praga, República Checa: MAC Prague Consulting Ltd. Disponível em books.google.pt/books?id=SkAmCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Allen, D. E., Donham, R. S. & Bernhardt, S. A. (2011). *Problem-Based Learning. New Directions for Teaching and Learning*, *128*, 21-29. doi: 10.1002/tl.465

Alvarenga, I. J. A. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem – Estudo na Escola Básica Amor de Deus* (Memória Monográfica, Universidade Jean Piaget de Cabo Verde). Disponível em hdl.handle.net/10961/4354

Azer, S. A., Peterson, R., Guerrero, A. P. S. & Edgren, G. (2012). Twelve tips for constructing problem-based learning cases. *Medical Teacher*, *34*, 361-367. doi: 10.3109/0142159X.2011.613500

Beighley, M. & Hyde, A. C. (2018). *Gestão dos incêndios florestais em Portugal numa nova era: Avaliação dos riscos de incêndio, recursos e reformas*. Centro de Estudos Florestais – Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. 59p. Disponível em isa.ulisboa.pt/files/cef/pub/articles/2018-04/2018_Portugal_Wildfire_Management_in_a_New_Era_Portuguese.pdf

Bladon, K. D., Emelko, M. B., Silins, U. & Stone, M. (2014). Wildfire and the future of water supply. *Environmental Science & Technology*, *48*, 8936-8943. doi: 10.1021/es500130g

Bolacha, E. (2014). *Modelos de dinâmica da Terra aplicados à geologia de Portugal: Relevância da experimentação análoga no ensino e na divulgação da geologia* (Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa). Disponível em hdl.handle.net/10451/10964

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. Disponível em www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/ciencias-naturais

Buck, G. & Akerson, V. L. (Eds.) (2016). *Enhancing Professional Knowledge of Pre-Service Science Teacher Education by Self-Study Research: Turning a Critical Eye on Our Practice.* Switzerland: Springer International Publishing. Disponível em books.google.pt/books?id=pzZ-DAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false

Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: a literature review. *International Journal of Environmental and Science Education*, *3*(4), 193-206. Disponível em eric.ed.gov/?id=EJ894860

Cardoso, A. (2017). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas: A pele e o uso de areias e argilas no seu cuidado* (Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto). Disponível em repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/110584/3/250091.1.pdf

Care, E. & Anderson, K. (2016). *How Education Systems Approach Breadth of Skills.* Center for Universal Education at the Brookings Institution, Washington, D.C. Disponível em www.brookings.edu/research/how-education-systems-approach-breadth-of-skills/

Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da Investigação: Guia para Autoaprendizagem* (2ª ed.). Lisboa: Universidade Aberta.

Coelho, A., Faria, C. & Galvão, C. (2015). O processo de implementação do currículo de ciências físicas e naturais numa escola de Lisboa: Perspetiva dos professores. *Interações*, *39*, 175-191. Disponível em revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8730

Coêlho, I. M. (2003). Repensando a formação de professores. *NUANCES: Estudos sobre educação*, *9*(9/10), 47-63. doi: 10.14572/nuances.v9i9/10.396

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6ª ed.). Oxfordshire: Routledge.

Correio da Beira Serra (2018, setembro 25). Incêndios de 2017 afetaram a qualidade da água para consumo. *Correio da Beira Serra.* Disponível em correiodabeiraserra.com/incendios-de-2017-afectaram-a-qualidade-da-agua-para-consumo/

Coutinho, C. P. (2015). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª Ed.). Coimbra: Almedina.

Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar em revista*, *31*, 213-230. doi: 10.1590/S0104-40602008000100013

DeBano, L. F., Rice, R. M. & Eugene, C. C. (1979). Soil heating in chaparral fires: Effects on soil properties, plant nutrients, erosion, and runoff. *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station*, 21 p. Disponível em fs.usda.gov/treesearch/pubs/29933

Decreto-lei nº 46/86 de 14 de outubro, do Ministério da Educação e da Ciência. Diário da República: 1ª série, nº 237, 3067-3081 (1986). Acedido a 21 de dezembro de 2017. Disponível em www.dre.pt.

DePoy, E. & Gitlin, L. N. (2016). *Introduction to Research E-Book: Understanding and Applying Multiple Strategies* (5ª Ed.). Missouri: Elsevier. Disponível em books.google.pt/books?id=XDETBwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false

Dourado, L., Leite, L., Morgado, S., Pinto, E. & Silva, M. (2013). Opiniões de alunos acerca da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado na abordagem transdisciplinar do tema recursos naturais e alterações climáticas. In *Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho. Disponível em hdl.handle.net/1822/25188

Fernández, C., Veja, J. A. & Fontúrbel, T. (2016). Reducing post-fire soil erosion from the air: Performance of heli-mulching in a mountainous area on the coast of NW Spain. *Catena*, *147*, 489-495. doi: 10.1016/j.catena.2016.08.005

Ferreira, C., Alencoão, A. & Vasconcelos, C. (2016). A modelação na resolução de problemas geológicos: Um estudo com alunos do ensino secundário. *Interacções*, *11*(39), 720-729. Disponível em revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8771

Forster, L. (2018, julho 19). Thousands of fish killed from ash, debris-filled runoff following wildfires. *Colorado Springs Gazette.* Disponível em outtherecolorado.com/thousands-of-fish-killed-from-ash-debris-filled-runoff-following-wildfires/

Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T. & Pereira, M. (2001). Orientações Curriculares. Ciências Físicas e Naturais 3º Ciclo. *Ministério da Educação e da Ciência.* Disponível em www.dge.mec.pt.

Gomes, C. S., Brocardo, J. L., Pedroso, J. V., Carrillo, J. L. A., Ucha, L. M., Encarnação, M., Horta, M. J., Calçada, M. T., Nery, R. V. & Rodrigues, S. V. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. *Ministério da Educação e da Ciência.* Governo de Portugal. Disponível em dge.mec.pt/noticias/perfil-dos-alunos-saida-da-escolaridade-obrigatoria

Halloun, I. A. (2007). Mediated Modeling in Science Education. *Science & Education*, *16*, 653–697. doi: 10.1007/s11191-006-9004-3

Hodson, D. (1998*). Teaching and Learning Science*. United Kingdom: McGraw-Hill Education. Disponível em books.google.pt/books?id=uVflAAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Hosseini, M., Keizer, J. J., Pelayo, O. G., Prats, S. A., Ritsema, C. & Geissen, V. (2016). Effect of fire frequency on runoff, soil erosion, and loss of organic matter at the micro-plot scale in north-central Portugal. *Geoderma*, *269*,126-137. doi: 10.1016/j.geoderma.2016.02.004

Instituto Superior de Agronomia (2005). *Relatório intercalar – Plano nacional de defesa da floresta contra incêndios*. Disponível em isa.utl.pt/pndfci/relatorio_intercalar/files/

Jee, B. D., Uttal, D. H., Gentner, D., Manduca, C., Shipley, T. F., Tikoff, B., Ormand, C. J., Sageman, B. (2010). Commentary: Analogical thinking in geoscience education. *Journal of Geoscience Education*, *58*(1), 2-13. doi: 10.5408/1.3544291

Jha, M. K. (2010). Natural and Anthropogenic Disasters: An Overview. In M. K. Jha (Ed.), *Natural and Anthropogenic Disasters: Vulnerability, Preparedness and Mitigation* (pp. 1-16). New Delhi, India: Capital Publishing Company. Disponível em books.google.pt/books?id=fICXQSPJwx8C&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, *24*(2), 173-184. Disponível em raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824

Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms: A teacher's guide to implementation*. California: Corwin Press. Disponível em books.google.pt/books?id=3SUBAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Lambros, A. (2013). Problem-Based Learning: from theory to practice. *Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*, 2-11. Braga. Disponível em hdl.handle.net/1822/25872

Lee, H. & Bae, S. (2007). Issues in implementing a structured problem-based learning strategy in a volcano unit: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*, 655-676. doi: 10.1007/s10763-007-9067-x

Leite, L., Dourado, L. G. P., Morgado, S., Meireles, A., Azevedo, C., Alves, C., … Ribeiro, M. T. (2013). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas: Perspetivas de professores de ciências e geografia. *Journal Science Education*, *14*: 28 - 32. Disponível em http://hdl.handle.net/1822/24390

Lin, Y., Huang, Y., Wang, I. & Chuang, K. (2017). A Study on the Usability of Multimedia E-Books with Problem-Based Learning (PBL) Model in Junior High School Students' English Classes. In T. Wu, R. Gennari, Y. M. Huang, H. Xie & Y. Cao (Eds.) (2017). *Emerging Technologies for Education* (pp. 205-218). SETE 2016. Lecture Notes in Computer Science, 10108. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-52836-6_22

Linhares, E. F. & Cavadas, B. (2013). Aprender a investigar: Uma proposta de trabalho na formação inicial de professores. *NUANCES: estudos sobre educação*, *24*(3), 47-66. doi: 10.14572/nuances.v24i3.2607

Lourenço, L., Fernandes, S., Nunes, A., Bento-Gonçalves, A. & Vieira, A. (2013). Determination of forest fire causes in Portugal (1996-2010). *FLAMMA*, *4*(3), 171-175. Disponível em core.ac.uk/download/pdf/55624437.pdf

Maltese, R. (2012). *Project Based Learning: 25 Projects for 21st Century Learning*. Indianapolis, In Dog Ear Publishing. Disponível em books.google.pt/books?id=W3Y1Fg_ZTrwC&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Mandeville, D. S., Ho, T. K., & Valdez, L. A. (2017). The effect of Problem Based Learning on undergraduate oral communication competency. *Journal of College Teaching & Learning*, *14*(1). Disponível em eric.ed.gov/?id=EJ1146606

Marchante, H. (2017, outubro 31). Fogo e invasoras: Acácias e háqueas... e agora? *Invasoras*. Disponível em invasoras.pt/fogo-e-invasoras/

Mata-Lima, H., Alvino-Borba, A., Pinheiro, A., Mata-Lima, A. & Almeida, J. A. (2013). Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconómico: O que faz a diferença? *Ambiente & Sociedade*, *16*(3), 45-64. Disponível em scielo.br/pdf/asoc/v16n3/v16n3a04.pdf

Merritt, J., Lee, M., Rillero, P., & Kinach, B. M. (2017). Problem-Based Learning in K–8 Mathematics and Science Education: A Literature Review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *11*(2). doi: 10.7771/1541-5015.1674

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Overview of the Millennium Ecosystem Assessment*. Disponível em millenniumassessment.org/en/About.html

Morgado, S., Leite, L., Dourado, L., Fernandes, C. & Silva, E. (2016). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas e ensino tradicional: Um estudo centrado em “Transformação de matéria e energia”. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, *18*(2), 73-98. doi: 10.1590/1983-21172016180204

Moutinho, S., Torres, J. & Vasconcelos, C. (2014). Aprendizagem baseada em problemas e ensino expositivo: um estudo comparativo. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, *4*(1), 15-31. Disponível em scholar.google.pt/scholar?oi=bibs&cluster=7948273685332805197&btnI=1&hl=pt-PT

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press. Disponível em books.google.pt/books?id=8jkBcSDQPXcC&printsec=frontcover&hl=pt-PT

Paerl, H. W. & Scott, J. T. (2010). Throwing fuel on the fire: Synergistic effects of excessive nitrogen inputs and global warming on harmful algal blooms. *Environ. Sci. Technol.*, *44*, 7756–7758. doi: 10.1021/es102665e

REA (2018). *Incêndios Florestais - Portal do Relatório do Estado do Ambiente*. Disponível em rea.apambiente.pt/content/incêndios-florestais

Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma*, *3*(1), 1-5. Disponível em cefopna.edu.pt/revista/revista_03/es_05_03_FR.htm

Rust, A. (2017). Wildfire in the west: Evaluating water quality and ecosystem impacts and their controlling factors (Tese de Doutoramento, Colorado School of Mines). Disponível em mountainscholar.org/handle/11124/172016

Sadlo, G. (2011). Learning through problems: Perspectives form neuroscience. In J. Davies, E. Graaff & A. Kolmos (Eds.) (2011). *PBL across the disciplines: Research into best practice*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag. doi: 10.4137/JEN.S10965

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, *26*(3-4), 299-323. doi: 10.1207/s15326985ep2603&4_5

Shin, I. & Kim, J. (2013). The effect of problem-based learning in nursing education: A meta-analysis. *Advances in Health Sciences Education*, *18*(5), 1103-1120. doi: 10.1007/s10459-012-9436-2

Silva, C. C. (2017, 10 de novembro). 2017 foi o ano em que mais ardeu nos últimos dez anos – quatro vezes mais que o habitual. *Público*. Disponível em publico.pt/2017/11/10/sociedade/noticia/2017-foi-o-ano-em-que-mais-ardeu-nos-ultimos-dez-anos--quatro-vezes-mais-que-o-habitual-1792180/amp

Silva, V., Pereira, J. L., Gonçalves, F., Keizer, I. J. & Abrantes, N. (2016). Efeitos dos fogos florestais nos sistemas aquáticos. *CAPTAR*, *6*(2), 68-77.

Smith, H. G., Sheridan, G. J., Lane, P. N. J., Nyman, P. & Haydon, S. (2011). Wildfire effects on water quality in forest catchments: A review with implications for water supply. *Journal of Hydrology*, *396*, 170-192. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.043

Stoof, C. R., Ferreira, A. J. D., Mol, W., Berg, J. V., Kort, A., Drooger, S., Slingerland, E. C., Mansholt, A. U., Ferreira, C. S. S. & Ritsema, C. J. (2015). Soil surface changes increase runoff and erosion risk after a low–moderate severity fire. *Geoderma*, *239-240*, 58-67. doi: 10.1016/j.geoderma.2014.09.020

Tarhan, L., Ayar-Kayali, H., Urek, R. O., & Acar, B. (2008). Problem-Based Learning in 9th Grade Chemistry Class 'Intermolecular Forces'. *Research in Science Education, 28*(3), 285-300. doi: 10.1007/s11165-007-9050-0

Thomas, A. D., Walsh, R. P. D. and Shakesby, R. A. (2000). Solutes in overland flow following fire in eucalyptus and pine forests, northern Portugal. *Hydrol. Process*., *14*, 971–985. doi: 10.1002/(SICI)1099-1085(20000415)14:5%3C971::AID-HYP4%3E3.0.CO;2-J

tvi24 (2017, setembro 1). Retirada mais de meia tonelada de peixes mortos em Coimbra. *tvi24.* Disponível em tvi24.iol.pt/sociedade/rio-ceira/retirada-mais-de-meia-tonelada-de-peixes-mortos-em-coimbra

UNISDR. (2017). *United Nations Office for Disaster Risk Reduction - Terminology*. Disponível em www.unisdr.org/we/inform/terminology

Vallejo, R. (2006). Incêndios. *Lucinda – Land Care in Desertification Affected Areas*, Fascículo B, 2. Disponível em www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccd-PT/ond/lucinda/Lucinda

Vasconcelos, C. (2012). Teaching environmental education through PBL: Evaluation of a teaching intervention program. *Research in Science Education*, *42*, 219-232. doi: 10.1007/s11165-010-9192-3

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto: Porto Editora.

Vieira, A & Bento-Gonçalves, A. (2015). Investigação sobre erosão e degradação dos solos afetados por incêndios florestais. *II Simpósio de Pesquisa em Geografia*, 33-49. Departamento de Geografia da Universidade do Minho. Disponível em hdl.handle.net/1822/37689

Vieira, A & Bento-Gonçalves, A. (2017). Processos erosivos em vertentes afetadas por incêndios florestais: exemplos no NW de Portugal. *Livro de Atas - 8º Congresso Nacional de Geomorfologia*, 187-189. Disponível em hdl.handle.net/1822/49277

Walker, A. E., Leary, H., Hmelo-Silver, C. E. & Ertmer, P. A. (2015). *Essential Readings in Problem-based Learning.* West Lafayette, IN: Purdue University Press. doi: 10.7771/1541-5015.1593

Williams, J. C. & Paltridge, D. J. (2017). What We Think We Know About the Tutor in Problem-Based Learning. *Health Professions Education*, *3*(1), 26-31. doi: 10.1016/j.hpe.2016.05.001

Zuazo, V. & Pleguezuelo, C. (2008). Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *28*(1), 65-86. doi: 10.1051/agro:2007062

Apêndice I

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Planificação de Aula

Marta Figueiredo

Ciências Naturais 8º Ano

Sumário

O efeito dos incêndios no equilíbrio dos ecossistemas.

- **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.

- **Tempo previsto** 50 minutos

- **Pré-requisitos** 8º ano de escolaridade

Domínio Terra – Um planeta com vida

Subdomínio Sistema Terra: da célula à biodiversidade

2. Compreender a Terra como um sistema capaz de gerar vida

2.4. Discutir o papel da alteração das rochas e da formação do solo na existência de vida no meio terrestre.

2.5. Justificar o papel dos subsistemas na manutenção da vida na Terra.

Domínio Sustentabilidade na Terra

Subdomínio Ecossistemas

4. Compreender os níveis de organização biológica dos ecossistemas

4.1. Apresentar uma definição de ecossistema

5. Analisar as dinâmicas de interação entre os seres vivos e o ambiente

5.6. Relacionar as alterações do meio com a evolução ou extinção de espécies.

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

- **Objetivos gerais**

  – Potenciar o desenvolvimento do raciocínio científico e espírito crítico;
  – Promover valores e atitudes inerentes ao trabalho colaborativo, assim como sublinhar a importância do trabalho autónomo;
  – Estimular a problematização e o questionamento com base em situações do quotidiano;
  – Desenvolver a capacidade de planear e conduzir pequenas investigações, tendo como base um enquadramento teórico adequado;
  – Encarar a ciência e a investigação científica como via de resolução de problemas ambientais e de saúde pública;
  – Observar e interpretar simulações de fenómenos naturais, recorrendo a modelos;
  – Compreender aspetos relacionados com a natureza dos modelos.

- **Objetivos específicos**

  – Indicar a desflorestação como uma consequência direta dos incêndios florestais;
  – Relacionar a perda do coberto vegetal como a principal causa da erosão dos solos e poluição dos ambientes aquáticos;
  – Identificar a diminuição da biodiversidade e a redução da qualidade de água para consumo humano como consequências dos incêndios florestais.

- **Conceitos a mobilizar**

Catástrofe; incêndio florestal; desflorestação; solo; erosão; escorrência superficial; poluição aquática; ecossistemas.

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

❖ Cenário – Uma Tragédia no Ceira

Umas boas galochas, um longo casaco amarelo e duas tranças no cabelo e Maria está pronta para ir para a escola. Chove tanto que as pingas rapidamente lhe inundam os óculos e a lama faz *cloch*, *cloch* debaixo das suas botas. Pelo caminho, Maria faz sempre uma paragem para observar com atenção a montra da papelaria. São tantos os livros, as revistas, os jornais. Maria sempre adorou ler, mas hoje deparou-se com uma notícia que a inquietou.

Poluição aquática no rio Ceira

Mais de meia tonelada de peixes mortos foram retirados esta sexta-feira do rio Ceira, informou a Câmara Municipal de Coimbra. O Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA) deslocou-se ao local, tendo referido que a causa da morte dos peixes poderá estar relacionada com o incêndio que lavrou na encosta e provocou a desflorestação de uma vasta área de pinheiro e eucalipto. Por este motivo, a erosão dos solos intensificou-se e, agora que a chuva chegou em força à zona de Coimbra, a situação tornou-se verdadeiramente dramática. Para a autarquia, a situação verificada no rio Ceira, agora poluído com cinzas, nutrientes e detritos, trata-se de "um verdadeiro problema ambiental e de saúde pública".

Baseado em «Retirada mais de meia tonelada de peixes mortos em Coimbra**».** *tvi24*. 1 de setembro de 2017

Maria ficou intrigada. Por que motivo a água chegou tão poluída ao rio Ceira? Já choveu naquela zona imensas vezes antes, Maria lembrava-se bem dos últimos invernos, porém a chuva nunca tinha causado tantas mortes no rio! Qual a razão de uma escorrência superficial da água tão acentuada? Será que os solos se terão alterado de alguma forma? Confusa, decidiu levar a notícia para a aula de Ciências Naturais, estava certa de que a Professora e os colegas a poderiam ajudar. Talvez pudessem compreender melhor esta situação trabalhando em conjunto e com o auxílio de um modelo!

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Ficha de Monitorização – *Uma Tragédia no Ceira*

Nome: _____ **Turma:** _____ **Nº** ____

Lista de factos	**Questões-problema**
▪ Uma grande quantidade de peixes mortos foi encontrada no rio Ceira. ▪ Um incêndio lavrou na zona e provocou a perda do coberto vegetal da encosta. ▪ _____	_____

Planificar a investigação

No sentido de responder às questões-problema, iremos _____

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

- **Questões-problema**

  – Como é que os incêndios florestais potenciam a erosão dos solos?
  – De que forma é que a desflorestação potencia a erosão hídrica dos solos?
  – Qual a relação entre os incêndios florestais e a poluição do meio aquático?

- **Produto final**

Os alunos terão de explorar um modelo que simula o efeito potenciador da desflorestação na erosão hídrica dos solos. O modelo será composto por três recipientes, sendo que um terá solo com vegetação, outro terá solo coberto por cinzas e um outro contendo apenas solo. Os recipientes serão colocados num suporte que lhes conferirá 30° de inclinação, simulando uma encosta. Os alunos deverão verter a mesma quantidade de água sobre cada um dos recipientes, simulando a precipitação, e observar as caraterísticas da água de escorrência, que será coletada num outro recipiente, nomeadamente o seu grau de turvação. O registo das observações efetuadas e das aprendizagens realizadas deve resultar no preenchimento de um V de Gowin.

- **Fontes de dados**

Manual escolar e V de Gowin.

- **Articulações disciplinares**

Intradisciplinares

Os conteúdos abordados em domínios anteriores do programa de Ciências Naturais do 8º ano, como a formação e principais funções dos solos, serão mobilizados no decorrer desta atividade, sendo necessários para uma adequada compreensão da mesma.

- **Ciclo de apresentação**

1. Contextualização problemática com a exploração didática do cenário.
2. Preenchimento da ficha de monitorização.
3. Síntese das questões-problema em diálogo com o grupo turma.
4. Execução de atividade de simulação (modelo).
5. Conclusão da ficha de monitorização.
6. Apresentação do produto final e síntese das propostas de solução.
7. Aplicação dos saberes desenvolvidos.

Escola Secundária Aurélia de Sousa

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

❖ Aplicação

Quando pesquisava na internet, a Maria descobriu que, em 2010, uma situação semelhante à ocorrida no rio Ceira levou à interrupção temporária das captações de água para consumo humano nos municípios de Gouveia, Seia e Oliveira do Hospital, na Serra da Estrela. Podes ajudar a Maria a entender a relação entre os incêndios florestais e perda de qualidade da água para consumo humano?

❖ Bibliografia

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. Disponível em www.dge.mec.pt.

Correio da Beira Serra. (2010, 8 de setembro). Depois dos incêndios o rio Alva está de luto... *Correio da Beira Serra*. Disponível em http://www.correiodabeiraserra.com/reportagem-o-rio-esta-de-luto/ (consultado em janeiro de 2018).

Costa, I. A., Barros, J. A., Motta, L., Viana, M. J. & Santos, R. P. (2014). *Viva a Terra! Ciências Naturais 8º Ano*. Porto, Porto Editora.

Ruela, R., Moreira, A. & Miranda, T. (2017, 2 de novembro). Há quatro meses foi o Diabo, agora é a chuva. *Visão*. Disponível em http://visao.sapo.pt/coracao-no-centro-de-portugal/2017-11-02-Ha-quatro-meses-foi-o-Diabo-agora-e-a-chuva (consultado em janeiro de 2018).

tvi24. (2017, 1 de setembro). Retirada mais de meia tonelada de peixes mortos em Coimbra. *tvi24*. Disponível em http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/rio-ceira/retirada-mais-de-meia-tonelada-de-peixes-mortos-em-coimbra (consultado em janeiro de 2018).

Apêndice II

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Uma Tragédia no Ceira

Umas boas galochas, um longo casaco amarelo e duas tranças no cabelo e Maria está pronta para ir para a escola. Chove tanto que as pingas rapidamente lhe inundam os óculos e a lama faz *cloch*, *cloch* debaixo das suas botas. Pelo caminho, Maria faz sempre uma paragem para observar com atenção a montra da papelaria. São tantos os livros, as revistas, os jornais. Maria sempre adorou ler, mas hoje deparou-se com uma notícia que a inquietou.

Mais de meia tonelada de peixes mortos foram retirados esta sexta-feira do rio Ceira, informou a Câmara Municipal de Coimbra. O Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA) deslocou-se ao local, tendo referido que a causa da morte dos peixes poderá estar relacionada com o incêndio que lavrou na encosta e provocou a desflorestação de uma vasta área de pinheiro e eucalipto. Por este motivo, a erosão dos solos intensificou-se e, agora que a chuva chegou em força à zona de Coimbra, a situação tornou-se verdadeiramente dramática. Para a autarquia, a situação verificada no rio Ceira, agora poluído com cinzas, nutrientes e detritos, trata-se de "um verdadeiro problema ambiental e de saúde pública".

Poluição aquática no rio Ceira

Baseado em «Retirada mais de meia tonelada de peixes mortos em Coimbra». *tvi24*. 1 de setembro de 2017

Maria ficou intrigada. Por que motivo a água chegou tão poluída ao rio Ceira? Já choveu naquela zona imensas vezes antes, Maria lembrava-se bem dos últimos invernos, porém a chuva nunca tinha causado tantas mortes no rio! Qual a razão de uma escorrência superficial da água tão acentuada? Será que os solos se terão alterado de alguma forma? Confusa, decidiu levar a notícia para a aula de Ciências Naturais, estava certa de que a Professora e os colegas a poderiam ajudar. Talvez pudessem compreender melhor esta situação trabalhando em conjunto e com o auxílio de um modelo!

Apêndice III

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Ficha de Monitorização – *Uma Tragédia no Ceira*

Nome: _____ **Turma:** _____ **Nº** ____

Lista de factos	**Questões-problema**
▪ Uma grande quantidade de peixes mortos foi encontrada no rio Ceira. ▪ Um incêndio lavrou na zona e provocou a perda do coberto vegetal da encosta. ▪ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

Planificar a investigação

No sentido de responder às questões-problema, iremos _____
_____
_____
_____
_____
_____

Apêndice IV

Figura 1 – Modelo na fase de construção dos suportes.

Figura 2 – Suportes do modelo já finalizados.

Figura 3 – Modelo finalizado. O tabuleiro da esquerda possui solo plantado, o tabuleiro central possui apenas solo e o tabuleiro da direita possui solo com cinzas de madeira queimada.

Figura 4 – Modelo após a adição de água em cada um dos tabuleiros. Verifica-se que, no copo da esquerda, a água apresenta-se essencialmente límpida, no copo central a água possui resíduos de solo e no copo da direita a água apresenta-se turva, com resíduos de solo e cinzas.

Nome: _____ **Turma:** _____ **Nº** ____

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

V de Gowin

Qual a relação entre os incêndios florestais e a poluição do meio aquático?

Princípios

Os **incêndios**, catástrofes naturais ou antrópicas, são uma das causas da desflorestação, que se traduz na perda do coberto vegetal. Os **solos**, essenciais para a fixação e nutrição das plantas, resultam da alteração das rochas ao longo do tempo. Estes sofrem continuamente **erosão**, isto é, a desagregação das suas partículas, por ação da água, do vento ou dos seres vivos. As plantas e a matéria orgânica, presentes nas camadas superficiais do solo, são importantes para a manutenção da sua **coesão**. A desagregação dos solos nas encostas pode levar ao transporte de materiais para os **meios aquáticos**, podendo levar à redução da qualidade da água.

Conceitos

Incêndio florestal; desflorestação; solo; erosão; escorrência superficial; poluição aquática.

Acontecimentos

1. Dispor três tabuleiros num suporte com 30º de inclinação. Os tabuleiros deverão conter os seguintes componentes:

- **A** – Solo com vegetação
- **B** – Solo
- **C** – Solo coberto com cinzas

2. Verter sobre cada um dos tabuleiros 200 mL de água.

3. Observar e registar as caraterísticas da água que escorre de cada um dos tabuleiros.

Conclusões

Os **incêndios** provocam _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Registos e Transformações

A água que escorreu do tabuleiro **A**_____

_____como verificado na imagem ____

A água que escorreu do tabuleiro **B**_____

_____como verificado na imagem ____

A água que escorreu do tabuleiro **C**_____

_____como verificado na imagem ____

1 **2** **3**

Apêndice VI

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Uma Tragédia no Ceira

Nome: _____ **Turma:** _____ **Nº** ____

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

1. As afirmações seguintes dizem respeito à importância e propriedades dos solos.

1. O solo é essencial para a vida, sendo constituído por material desagregado, de origem mineral e orgânica.
2. As plantas e a matéria orgânica contribuem para a coesão do solo.
3. Um solo plantado é facilmente erodido por ação da água.

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. As afirmações seguintes dizem respeito às consequências dos incêndios florestais e da desflorestação.

1. A desflorestação consiste no abate da floresta e tem como consequência a diminuição da biodiversidade.
2. Após um incêndio, a água das chuvas pode transportar cinzas, detritos e nutrientes para os rios, contaminando-os e condicionando a vida aquática.
3. A presença de vegetação provoca o aumento da escorrência superficial da água das chuvas.

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.

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

3. Ordene as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos ocorridos após um incêndio florestal numa encosta.

A. Aumento da erosão dos solos por ação da água.
B. Transporte de cinzas, detritos e nutrientes para o rio.
C. Contaminação do rio e perda acentuada da biodiversidade.
D. Ocorrência de chuva forte na zona da encosta.
E. Incêndio florestal numa encosta e perda do coberto vegetal.

Sequência correta: _____

4. As afirmações seguintes dizem respeito ao modelo utilizado no laboratório.

1. Os recipientes com solo em diferentes condições foram colocados num suporte com uma inclinação de 30º para simular uma encosta.
2. O modelo utilizado consiste numa aproximação à realidade, não refletindo na sua totalidade o que ocorre na natureza.
3. Utilizando modelos, conseguimos representar todos os aspetos relativos a qualquer fenómeno da natureza.

A) 2 é falsa; 1 e 3 são verdadeiras.
B) 2 e 3 são falsas; 1 é verdadeira.
C) 3 é falsa; 1 e 2 são verdadeiras.
D) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

5. Refira de que modo os incêndios florestais podem contribuir para a redução da biodiversidade.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Proposta de Correção

1. C

2. A

3. E D A B C

4. C

5.

- Relação entre a ocorrência de um incêndio florestal e eliminação dos habitats dos seres vivos residentes;
- Relação entre a perda da vegetação e o aumento da suscetibilidade dos solos à erosão hídrica, com possibilidade de escorrência superficial de água contaminada para os cursos de água adjacentes;
- Relação entre a eliminação dos seres vivos, quer por ação direta dos incêndios, quer pela poluição dos meios aquáticos, e a redução da biodiversidade.

Apêndice VII

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA

Aplicação – *Uma Tragédia no Ceira*

Nome: _____ Turma: _____ Nº ____

Quando pesquisava na internet, a Maria descobriu que, em 2010, uma situação semelhante à ocorrida no rio Ceira levou à interrupção temporária das captações de água para consumo humano nos municípios de Gouveia, Seia e Oliveira do Hospital, na Serra da Estrela. Podes ajudar a Maria a entender a relação entre os incêndios florestais e perda de qualidade da água para consumo humano?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____