VALORIZAR E PRESERVAR O PATRIMÔNIO NATURAL EXPLORANDO AS ESPÉCIES INVASORAS

*VALUING AND PRESERVING NATURAL HERITAGE
EXPLORING INVASIVE SPECIES*

*VALORIZAR Y PRESERVAR EL PATRIMONIO NATURAL
EXPLOTANDO LAS ESPECIES INVASORAS*

PATRÍCIA ALEXANDRA PESSOA¹

XANA SÁ-PINTO²

PEDRO CARDIA³

ALEXANDRE PINT⁴

¹Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto. Portugal

²Politécnico do Porto- Escola Superior de Educação, Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores. Portugal

³Politécnico do Porto- Escola Superior de Educação. Portugal

⁴Politécnico do Porto - Escola Superior de Educação. Portugal

RESUMO A introdução de espécies exóticas representa uma grave ameaça à biodiversidade, apresentando-se as espécies exóticas invasoras como as que têm causado maior impacto nos ecossistemas. Assim, urge fomentar nos cidadãos a compreensão dos impactos da introdução dessas espécies na biodiversidade autóctone e no bem-estar das pessoas e desenvolver conhecimentos, atitudes e comportamentos que lhes permitam contribuir para minorar esse problema. Sendo esse um problema societal para cuja resolução a educação em ciências é fundamental, a sua exploração em sala de aula poderá contribuir para trabalhar diversos aspectos da literacia científica dos alunos numa abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Contudo, escasseiam estudos sobre a capacidade dos alunos do primeiro ciclo compreenderem os impactos da introdução de espécies exóticas. Este trabalho avalia o impacto de uma sequência didática i) no reconhecimento do perigo da introdução de espécies exóticas e ii) na previsão do seu potencial invasor. Essa sequência didática foi aplicada em duas turmas do 3º. ano. Os resultados, avaliados por meio de pré e pós-testes, sugerem que essa sequência didática contribui para o reconhecimento dos perigos da introdução de espécies exóticas.

PALAVRAS-CHAVE: EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA; BIODIVERSIDADE; ESPÉCIES EXÓTICAS E INVASORAS; Atividades Didáticas.

ABSTRACT The introduction of exotic species represent a serious threat to biodiversity, these species have caused the greatest impact on ecosystems. Therefore, is important to encourage citizens to understand the impacts of the introduction of these species on indigenous biodiversity and people's well-being and to develop knowledge, attitudes, and behavior that will help them to reduce this problem. This is a societal problem that is fundamental to be solved through science education, exploring it in the classroom can contribute to work on various aspects of student's scientific literacy in a Science, Technology, and Society approach. However, there are few studies focus on the ability of elementary school students to understand the impacts of the introduction of exotic species. This work evaluates the impact of a didactic sequence i) on the recognition of the danger of introducing exotic species and ii) on predicting its invasive potential. This didactic sequence was applied in two classes of the 3rd grade. Pre and post-tests were used to evaluate the results of this intervention. The results suggest that this didactic sequence contributes to the recognition of the dangers of the introduction of exotic species.

KEYWORDS: EDUCATION FOR SCIENCE; BIODIVERSITY; EXOTIC AND INVASIVE SPECIES; DIDACTIC ACTIVITIES.

RESUMEN La introducción de especies exóticas representa una grave amenaza para la biodiversidad, presentando las especies exóticas invasoras como las que han causado mayor impacto en los ecosistemas. Así, es necesario fomentar en los ciudadanos la comprensión de los impactos de la introducción de estas especies en la biodiversidad autóctona y en el bienestar de las personas y desarrollar conocimientos, actitudes y comportamientos que les permitan contribuir a mitigar este problema. Siendo éste un problema societal para cuya resolución la educación en ciencias es fundamental, su explotación en el aula puede contribuir a trabajar diversos aspectos de la alfabetización científica de los alumnos en un enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Sin embargo, escasean estudios sobre la capacidad de los alumnos del primer ciclo de comprender los impactos de la introducción de especies exóticas. Este trabajo evalúa el impacto de una secuencia didáctica i) en el reconocimiento del peligro de la introducción de especies exóticas y ii) en la previsión de su potencial invasor. Esta secuencia didáctica se aplicó en 2 clases de tercer año. Los resultados fueron evaluados a través de pre y post-tests y sugieren que esta secuencia didáctica contribuye para el reconocimiento de los peligros de la introducción de especies exóticas.

PALABRAS CLAVE: EDUCACIÓN PARA LA CIENCIA; BIODIVERSIDAD; ESPECIES EXÓTICAS Y INVASORAS; ACTIVIDADES DIDÁCTICAS.

INTRODUÇÃO

A perda acentuada da biodiversidade é um problema societal relevante, em cuja resolução a educação poderá ter um papel preponderante (HAZELKORN et al., 2015). A introdução de espécies exóticas é uma das principais ameaças à biodiversidade autóctone

nacional (ICNF, 2017). Entre as diversas espécies exóticas introduzidas em Portugal, as que maior impacto têm causado nos ecossistemas são as espécies invasoras, pois estas têm a capacidade de se produzir e manter fora do seu ambiente autóctone, inúmeras populações separadas no espaço e no tempo (Plantas Invasoras em Portugal, 2017). As espécies exóticas invasoras têm, geralmente, crescimento rápido e/ou elevada capacidade de dispersão, maior eficiência na obtenção de recursos do que as espécies autóctones, elevada capacidade de reprodução e se beneficiam da ausência de inimigos naturais nos locais que invadem (Plantas Invasoras em Portugal, 2017). Assim, essas espécies ocupam rapidamente vastas áreas do território, das quais excluem as espécies autóctones, aumentando a probabilidade de extinção destas últimas.

Em Portugal, espera-se que à saída da escolaridade obrigatória os alunos sejam dotados de literacia científica que lhes permita analisar, questionar, avaliar e selecionar informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas (OLIVEIRA-MARTINS et al., 2017), para que possam responder aos desafios pessoais e sociais que se deparam. A educação deve contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável, promovendo a compreensão de que os recursos são limitados e valorizando a sustentabilidade (OLIVEIRA-MARTINS et al., 2017; OCDE, 2018).

De acordo com Soga et al. (2016), espera-se que as crianças que frequentemente experimentam a natureza, por meio de contacto direto, conversas sobre meio ambiente e livros, vídeos etc., desenvolvam maior interesse, afinidade emocional e apoio à proteção da biodiversidade. Assim, urge promover essas experiências durante os primeiros anos de ensino. No entanto, escasseiam atividades educativas destinadas a crianças do 1º. ciclo que explorem a temática das espécies invasoras e os seus impactos na sociedade e na biodiversidade. Para além disso, não existem estudos que analisem se as crianças do 1º. Ciclo do Ensino Básico são capazes de compreender os impactos causados pela introdução de espécies exóticas nos ecossistemas e prever o seu potencial invasor. Com o presente trabalho, pretendemos: *i)* compreender o potencial de sequências didáticas que explorem a temática das espécies exóticas e invasoras para a promoção de trabalho experimental e práticas epistémicas; *ii)* avaliar o seu impacto nas atitudes dos alunos face à introdução de espécies exóticas, e *iii)* avaliar a capacidade dos alunos preverem o comportamento de uma espécie num habitat com base nas suas características biológicas.

DESENVOLVIMENTO

PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

A problemática das espécies exóticas e invasoras está pouco explorada em idades precoces e existem poucas investigações que relacionem a exploração dessa temática com o desenvolvimento de outras competências e conhecimentos nos alunos. A presente investigação orientou-se pelas seguintes questões-problema:

1. De que forma a temática das espécies invasoras poderá ser explorada no âmbito dos programas e aprendizagens essenciais oficiais para o primeiro e segundo ciclo e para fomentar práticas epistémicas?

2. Será que essa sequência didática permite aos alunos reconhecerem os perigos associados à introdução de espécies exóticas e invasoras?
3. Será que uma abordagem educativa centrada nos perigos das espécies exóticas e invasoras permite que os alunos aprendam a prever o comportamento de espécies distintas com base nas suas características biológicas?

Para avaliar o sucesso e relevância da investigação foram definidos os seguintes objetivos de aprendizagem:

- a) Reconhecer a influência no potencial invasor de uma espécie de parâmetros biológicos como a capacidade de germinação, de dispersão e de resistência a incêndios;
- b) Reconhecer as consequências da introdução de espécies exóticas.

METODOLOGIA

Para atingir os objetivos didáticos propostos desenvolveu-se uma sequência didática constituída por cinco sessões de 90 minutos. Na tabela do anexo I (também disponível em <https://goo.gl/VFrdK2>), podem consultar-se: a descrição de cada sessão; as atitudes e práticas epistêmicas a desenvolver (LOPES et al., 2012); os conteúdos de biologia a aprender; as competências-chave do Perfil dos alunos do século XXI (OLIVEIRA-MARTINS et al., 2017) trabalhadas em cada uma das sessões. Essas atividades foram realizadas em duas turmas do 3º. ano do 1º. Ciclo do Ensino Básico, ao ritmo de uma sessão por semana.

Na primeira sessão, para introduzir a temática, apresentamos aos alunos imagens de locais colonizados por acácias após um incêndio e pedimos que mostrassem possíveis explicações para justificar o sucesso dessa espécie naquelas condições. As hipóteses levantadas pelos alunos foram registradas no quadro. Com apoio da plataforma *invasoras.pt*, foram explicadas as diferenças entre espécies autóctones e exóticas e entre espécies exóticas invasoras e não invasoras. Explorou-se a galeria de imagens das espécies invasoras em Portugal, tendo-se pedido aos alunos que indicassem plantas que já tivessem visto, chamando a atenção para algumas características dessas plantas e para a sua distribuição no território português. Em seguida, foi apresentado aos alunos o jogo de tabuleiro desenvolvido (também disponível em aplicação *android* em <https://goo.gl/9J6LFR>) que simula diferentes cenários biológicos e o impacto de distintas espécies na ocupação do território, em função das suas características e dos comportamentos das pessoas face às mesmas. De acordo com Sandbrook et al. (2014), os jogos digitais criam oportunidades para a aprendizagem experiencial que é considerada mais eficaz do que a transmissão de conteúdos professor-aluno do ensino tradicional. Esse gênero de jogos pode ser usado para aumentar a consciência sobre um problema, melhorar a sua compreensão e mudar atitudes (CHIB et al., 2010).

Durante a segunda sessão, foi explorado com os alunos o impacto da capacidade de dispersão das sementes no seu sucesso ecológico. Para tal, foi pedido aos alunos que planificassem uma atividade experimental, para testar se a rápida colonização das acácias nas áreas queimadas poderia ser explicada pela maior capacidade de dispersão das suas sementes, tal como havia sido sugerido pelos alunos na primeira sessão. A atividade experimental

foi planejada em grande grupo com recurso da ferramenta *Carta de Planificação* (ver anexo II, também disponível em: <https://goo.gl/kxmUXu>; Goldsworthy e Feasey, 1997) e realizada pelos alunos, com a orientação da docente, que os ajudou a identificarem e ultrapassarem as dificuldades no desenho e execução da experiência. Para que os alunos compreendessem o impacto da capacidade de resistência a incêndios no sucesso ecológico e no potencial invasor de uma espécie, foram ainda convidados a observar uma atividade experimental desenhada e executada pela docente (com base em Novelgro, 2014), que pretendia testar se as acácias são favorecidas por um incêndio. Foi preparada uma sementeira com sementes de acácia “não queimadas” e sementes de acácia “queimadas”, a qual foi colocada nas salas de aula das duas turmas para que pudessem observar os resultados ao longo das semanas seguintes.

Na terceira sessão, para abordar a importância da biodiversidade e compreender os impactos das alterações de habitat na extinção de espécies, foi explorada com os alunos uma atividade de modelação dos impactos das alterações dos ecossistemas causadas pela introdução de espécies exóticas que explora ainda a importância da biodiversidade intra-específica (a atividade da seleção natural descrita em Sá-Pinto e Campos, 2012). Ao longo dessa atividade, foram debatidos com os alunos os resultados obtidos e exploradas as suas explicações e hipóteses.

Durante a quarta sessão, para que os alunos compreendessem alguns dos impactos e consequências sociais e económicas da introdução de espécies exóticas, lhes foram exibido vários documentos que mencionam que as plantações de eucaliptos aumentam o risco de incêndios. Foi solicitado aos alunos que apresentassem explicações para o fenómeno descrito. Nessa sessão, pediu-se aos alunos que planificassem e executassem uma atividade experimental, com recurso da carta de planificação e suporte da docente, para testar se as folhas de eucalipto voam a maiores distâncias que as das outras espécies (na experiência acácia, sobreiro e carvalho).

Na quinta sessão, os alunos foram desafiados a planificar e executar uma atividade experimental para testar se os eucaliptos têm maior facilidade de combustão. Para testar essa hipótese os alunos utilizaram as folhas de duas espécies, eucalipto e carvalho, e analisaram o tempo de combustão e a temperatura atingida. A planificação dessa atividade experimental foi realizada em grande grupo com recurso da ferramenta *Carta de Planificação* (ver anexo II, também disponível em: <https://goo.gl/kxmUXu>; Goldsworthy e Feasey, 1997) e a sua execução feita pelos alunos, com o apoio da docente que realizou as tarefas que acarretavam maior risco.

Em suma, ao longo das cinco sessões os alunos exploraram as características de espécies invasoras e as consequências da sua introdução. Foram estimulados comportamentos pró-ativos para evitar a introdução de novas espécies, fomentar a remoção de espécies invasoras e preservar a biodiversidade. Valorizou-se o conhecimento científico e a utilização de métodos científicos para responder a questões do dia a dia.

Para avaliar o potencial dessa temática para a realização de atividades experimentais em sala de aula e para o desenvolvimento de práticas epistêmicas, registraram-se todas as hipó-

teses sugeridas pelos alunos para responder às duas questões colocadas com base nos problemas societais causados por espécies exóticas e se investigou a sua relação com as aprendizagens essenciais de Estudo do Meio (do 1.º ao 4.º ano) e Ciências Naturais (5.º e 6.º anos).

Desenvolveu-se um teste para avaliar os impactos da intervenção didática na capacidade dos alunos preverem o comportamento de espécies com diferentes características biológicas em diversas situações e a sua atitude face à introdução de espécies exóticas. Nesse teste, os alunos foram confrontados com a introdução de espécies exóticas, tendo-lhes sido colocadas diferentes questões que pediam que previssem cenários biológicos e dessem a sua opinião sobre o que deveria ter sido feito. O teste é introduzido por uma pequena história onde são apresentadas três plantas fictícias (Pinta, Boina e Risca) e as suas respectivas características (ver teste disponível no anexo III em: <https://goo.gl/Xs4mNe>). Durante o desenvolvimento do teste, e antes da sua aplicação no contexto aqui descrito, este foi sujeito a várias pilotagens, das quais resultaram algumas alterações na forma como se apresentou o problema aos alunos e na construção das diversas perguntas.

Com as quatro perguntas do teste, pretende-se avaliar, pela seguinte ordem: *i)* se os alunos compreendem que o sucesso ecológico de uma espécie depende do número de descendentes; *ii)* se reconhecem que a capacidade de dispersão de uma espécie afeta a sua distribuição espacial ao longo do tempo; *iii)* se compreendem que a capacidade de resistência a determinadas condições do meio (catástrofes) aumenta o seu sucesso ecológico; e *iv)* a atitude dos alunos face à possibilidade de introdução de espécies exóticas.

Esse teste foi aplicado aos alunos das duas turmas de terceiro ano, imediatamente antes (pré-teste) e imediatamente após (pós-teste) a realização da sequência didática já descrita. O teste foi lido para a turma e os alunos foram convidados a escrever uma previsão, justificada, em cada pergunta, podendo na terceira ilustrar as suas ideias com desenhos. A aplicação desse teste demorou entre 20 a 30 minutos.

Foi realizada uma análise de conteúdos das respostas dos alunos e para cada pergunta foram definidos critérios de análise que se encontram descritos na tabela do anexo IV (também disponível em: <https://goo.gl/V5Pqmq>). A avaliação dos testes foi realizada independentemente por dois investigadores – um biólogo (PC) e um docente de 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico (PP). Em caso de diferenças na avaliação dos critérios, a classificação final de cada um foi obtida por consenso após análise e discussão. Para avaliar as diferenças entre os pré e os pós testes, foram feitos testes de McNemar com recurso do software SPSS v24.

Não foi recolhida qualquer informação pessoal sobre os alunos e as suas respostas foram identificadas com um código formado a partir do número e escola dos alunos. Foram solicitados consentimentos informados aos pais dos alunos e à direção das escolas, antes da implementação da atividade.

RESULTADOS

Ao longo dessa sequência didática, os alunos avançaram 10 hipóteses explicativas para responder à questão *Por que as acácias ocupam grandes áreas, após um incêndio?* e oito hipóteses explicativas para a questão *Por que as plantações de eucaliptos aumentam o risco de incêndio?* A análise dos documentos das Aprendizagens Essenciais de Estudo

do Meio (do 1º. ao 4º. ano) e de Ciências Naturais (5º. e 6º. ano) permite verificar que as hipóteses avançadas pelos alunos para explicarem os fenômenos descritos permitem trabalhar conteúdos considerados essenciais do 2º. ao 6º. ano, ver Tabela 1.

Tabela 1 – Questões apresentadas aos alunos, respectivas hipóteses avançadas e testadas e sua inserção nas aprendizagens essenciais do 1º. e 2º. Ciclo.

Questão	Por que as acácias ocupam grandes áreas, após um incêndio?	Aprendizagens essenciais em que cada hipótese poderá ser inserida
Hipóteses avançadas	1) Dão mais sementes;	<p>3º. ano – Reconhecer que os seres vivos se reproduzem e que os seus descendentes apresentam características semelhantes aos progenitores, mas também diferem em algumas delas;</p> <p>5º. ano – Explicar a necessidade da intervenção de células sexuais na reprodução de alguns seres vivos e a sua importância para a evolução das espécies;</p> <p>– Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p> <p>6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	2) As sementes se espalham melhor;	<p>6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	3) A terra é melhor para ela;	<p>3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>5º. ano – Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p>
	4) Dá muitas raízes;	<p>2º. ano – Categorizar os seres vivos de acordo com semelhanças e diferenças observáveis ([...]; plantas: tipo de raiz, tipo de caule, forma da folha, folha caduca/persistente, cor da flor, fruto e semente etc.);</p> <p>Relacionar as características dos seres vivos (animais e plantas), com o seu habitat.</p> <p>3º. ano – Realizar experiências e observar formas de reprodução das plantas (germinação das sementes, reprodução por estaca...);</p> <p>6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	5) Dá-se bem durante o ano todo;	<p>3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>5º. ano – Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p>

Ques- tão	Por que as acácias ocupam grandes áreas, após um incêndio?	Aprendizagens essenciais em que cada hipótese poderá ser inserida
	6. Dá novas plantas;	<p>3º. ano – Reconhecer que os seres vivos se reproduzem e que os seus descendentes apresentam características semelhantes aos progenitores, mas também diferem em algumas delas;</p> <p>– Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>5º. ano – Explicar a necessidade da intervenção de células sexuais na reprodução de alguns seres vivos e a sua importância para a evolução das espécies;</p> <p>– Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p> <p>6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	7. Aproveita melhor o alimento;	<p>3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>5º. ano – Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p> <p>6º. ano – Explicar a importância da fotossíntese para a obtenção de alimento nas plantas relacionando os produtos da fotossíntese com a respiração celular;</p>
	8. Tem mais espaço disponível;	<p>3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	9. Crescem mais rápido;	<p>3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais;</p> <p>5º. ano – Interpretar a influência da água, da luz e da temperatura no desenvolvimento das plantas;</p> <p>6º. ano – Explicar a importância da fotossíntese para a obtenção de alimento nas plantas relacionando os produtos da fotossíntese com a respiração celular;</p> <p>– Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;</p>
	10. Raízes com veneno para atacar as outras;	<p>5º. ano – Caracterizar alguma biodiversidade existente a nível local, regional e nacional, apresentando exemplos de relações entre a flora e a fauna nos diferentes habitats;</p>

Questão	Por que as acácias ocupam grandes áreas, após um incêndio?	Aprendizagens essenciais em que cada hipótese poderá ser inserida
Hipóteses testadas	Capacidade de dispersão das sementes causada pelo vento	6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;
	Capacidade de resistência a incêndios através das sementes	3º. ano – Relacionar fatores do ambiente (ar, luz, temperatura, água, solo) com condições indispensáveis a diferentes etapas da vida das plantas e dos animais, a partir da realização de atividades experimentais; 6º. ano – Reconhecer a importância dos agentes de polinização, da dispersão e da germinação das sementes na manutenção das espécies e equilíbrio dos ecossistemas;
Questão	Por que as plantações de eucaliptos aumentam o risco de incêndio?	Aprendizagens essenciais em que cada hipótese poderá ser inserida
Hipóteses avançadas	1) Queimam mais rápido;	6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;
	2) Estão plantadas todas juntas;	6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;
	3) Têm mais resina;	2º. ano – Categorizar os seres vivos de acordo com semelhanças e diferenças observáveis ([...]; plantas: tipo de raiz, tipo de caule, forma da folha, folha caduca/persistente, cor da flor, fruto e semente etc.). 2º. ano – Relacionar as características dos seres vivos (animais e plantas), com o seu habitat.
	4) São mais secas, têm menos água;	2º. ano – Categorizar os seres vivos de acordo com semelhanças e diferenças observáveis ([...]; plantas: tipo de raiz, tipo de caule, forma da folha, folha caduca/persistente, cor da flor, fruto e semente etc.). 2º. ano – Relacionar as características dos seres vivos (animais e plantas), com o seu habitat.
	5) Espalham mais rápido o incêndio por ter muitas folhas;	2º. ano – Categorizar os seres vivos de acordo com semelhanças e diferenças observáveis ([...]; plantas: tipo de raiz, tipo de caule, forma da folha, folha caduca/persistente, cor da flor, fruto e semente etc.). 2º. ano – Relacionar as características dos seres vivos (animais e plantas), com o seu habitat.
	6) São mais inflamáveis no tronco;	6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;
	7) São mais inflamáveis nas folhas;	6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;
	8) São mais inflamáveis por causa da casca que o tronco larga;	6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;

Ques- tão	Por que as acácias ocupam grandes áreas, após um incêndio?	Aprendizagens essenciais em que cada hipótese poderá ser inserida
Hipó- teses testadas	Folhas de eucalipto voam maiores distâncias	<p>2º. ano – Categorizar os seres vivos de acordo com semelhanças e diferenças observáveis ([...]; plantas: tipo de raiz, tipo de caule, forma da folha, folha caduca/persistente, cor da flor, fruto e semente etc.).</p> <p>2º. ano – Relacionar as características dos seres vivos (animais e plantas), com o seu habitat.</p>
	Capacidade de combustão das folhas	<p>6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;</p>
Aprendizagens essenciais transversais a todas as hipóteses		<p>2º. ano – Relacionar ameaças à biodiversidade dos seres vivos com a necessidade de desenvolvimento de atitudes responsáveis face à Natureza;</p> <p>3º. ano – Compreender que os seres vivos dependem uns dos outros, nomeadamente por intermédio de relações alimentares, e do meio físico, reconhecendo a importância da preservação da Natureza.</p> <p>– Reconhecer o modo como as modificações ambientais (desflorestação, incêndios, assoreamento, poluição) provocam desequilíbrios nos ecossistemas e influenciam a vida dos seres vivos (sobrevivência, morte e migração) e da sociedade.</p> <p>4º. ano – Identificar plantas e animais em vias de extinção ou mesmo extintos, investigando as razões que conduziram a essa situação.</p> <p>– Reconhecer e valorizar o património natural e cultural – local, nacional etc.</p> <p>– Relacionar o aumento da população mundial e do consumo de bens com alterações na qualidade do ambiente (destruição de florestas, poluição, esgotamento de recursos, extinção de espécies etc.), reconhecendo a necessidade de adotar medidas individuais e coletivas que minimizem o impacto negativo.</p> <p>2º. 3º. e 4º. ano – Saber colocar questões, levantar hipóteses, fazer inferências, comprovar resultados e saber comunicar, reconhecendo como se constrói o conhecimento.</p> <p>5º. ano – Identificar espécies da fauna e da flora invasora e suas consequências para a biodiversidade local;</p> <p>– Formular opiniões críticas acerca de ações humanas que condicionam a biodiversidade e sobre a importância da sua preservação;</p> <p>6º. ano – Discutir a importância das plantas para a vida na Terra e medidas de conservação da floresta autóctone;</p>

Os resultados relativos às respostas dos alunos ao teste antes e depois da intervenção educativa se encontram descritos na Tabela 2 (ver os gráficos correspondentes aos mesmos resultados no anexo V, também disponível em: <https://goo.gl/UBemxh>). A definição e exemplos de respostas classificadas como pertencentes a cada um dos critérios podem ser consultados no anexo IV (também disponível em: <https://goo.gl/V5Pmqj>).

Tabela 2 – Resultados obtidos em cada questão no pré e pós-teste nos vários critérios definidos

	Teste		Pinta	Boina	Risca	Nenhuma	Germinação	Dispersão	Resistência a incêndios	Perigo de espécies exóticas
Questão 1	Pré-teste	N	45	45	/	/	45	44	45	/
	Pós-teste	%	0,40	0,60	/	/	0,47	0,16	0,22	/
Questão 2	Pré-teste	N	45	45	/	/	45	44	45	/
	Pós-teste	%	0,40	0,58	/	/	0,62	0,05	0,22	/
Questão 3	Pré-teste	N	44	44	44	/	44	44	44	/
	Pós-teste	%	0,43	0,57	0	/	0,14	0,61	0,07	/
Questão 4	Pré-teste	N	44	44	44	/	44	44	44	/
	Pós-teste	%	0,30	0,68	0,02	/	0,11	0,75	0,02	/
Questão 5	Pré-teste	N	45	45	45	/	45	45	45	/
	Pós-teste	%	0,67	0,02	0	/	0,04	0,02	0,6	/
Questão 6	Pré-teste	N	45	45	45	/	45	44	45	/
	Pós-teste	%	0,64	0,04	0	/	0,09	0,02	0,6	/
Questão 7	Pré-teste	N	43	43	43	43	43	43	43	43
	Pós-teste	%	0,60	0,16	0,09	0,14	0	0	0	0
Questão 8	Pré-teste	N	43	43	43	43	43	43	43	42
	Pós-teste	%	0,30**	0,07	0,09	0,51**	0,02	0,02	0	0,40**

Legenda: N – número de respostas que puderam ser claramente classificadas para cada critério; % – percentagem de respostas atribuídas a cada critério; ** – valor significativamente diferente do resultado no pré-teste com testes McNemar, p-valor inferior a 0.01; / – critério não aplicado.

Relativamente à questão *Ao fim de 5 anos qual dos quintais terá mais plantas? O do Antônio (pinta) ou o do Tomás (boina)? Por quê?* (questão 1), no pré-teste, a maioria dos alunos escolhe a planta com maior capacidade de reprodução, justificando com o maior número de descendentes que germinam. No pós-teste não se verificam diferenças significativas relativamente ao pré-teste ($p > 0.05$ nos testes de McNemar relativos a todos os critérios analisados).

Relativamente à questão 2: *Ao fim de 6 anos uma das plantas apareceu no quintal do Luís, que ficou chateado por ter no seu quintal uma planta que não tinha plantado. Qual você acha que foi? Por quê?*, no pré-teste, a maioria dos alunos acredita ter sido a boina, justificando a sua resposta com a maior capacidade de dispersão dessa planta. Embora o número de alunos que escolheram essa espécie e justificaram a sua previsão com base na capacidade de dispersão aumente no pós-teste, essas diferenças não são estatisticamente significativas ($p > 0.05$ nos testes de McNemar relativos a todos os critérios analisados).

Relativamente à questão 3: *Passado 10 anos os quintais foram atingidos por um incêndio que queimou todas as plantas. Durante esse ano nenhum dos vizinhos plantou nada nos seus quintais. Como você pensa que estarão os quintais passado um ano? Justifique a sua resposta e faça a sua ilustração na Figura 2.* Quer no pré-teste, quer no pós-teste, a maioria dos alunos respondeu que nos quintais existiria a Pinta, justificando com o fato

de essa planta ser resistente a incêndios. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre o pré e o pós-teste ($p > 0.05$ no teste de McNemar relativos a todos os critérios analisados).

Na Figura 1 é apresentado o gráfico correspondente aos resultados obtidos nos pré e pós-teste para a questão 4: *Se você tivesse estado no viveiro com os dois amigos, que conselho daria sobre a recordação que deveriam trazer?*

Figura 1 – Gráfico dos resultados obtidos em cada critério nos pré e pós-teste na questão 4

Na questão 4, no pré-teste, a maioria dos alunos escolheria trazer a Pinta, justificando essa escolha com as características da planta e gosto pessoal. No pós-teste, verifica-se uma diminuição significativa do número de alunos que escolhem trazer plantas exóticas, nomeadamente da planta *Pinta* ($p = 0.002$) e um aumento significativo do número de alunos que referem não trazer *Nenhuma* planta ($p = 0.000$). No pós-teste, verifica-se também um aumento significativo dos alunos que justificam a sua escolha com o perigo de introdução de espécies exóticas (*Perigo de Exóticas*) ($p = 0.000$), justificação inexistente no pré-teste.

DISCUSSÃO

Os nossos resultados mostram que a apresentação de fenômenos e impactos causados por espécies exóticas fomenta a colocação de diversas hipóteses por parte dos alunos, como é possível verificar na Tabela 1. Na presente atividade, apenas foi possível testar quatro das 18 hipóteses levantadas pelos alunos, mas todas as hipóteses podem ser exploradas no âmbito de aprendizagens consideradas essenciais do 2.º ao 6.º ano de escolaridade. Estas

permitem ainda aos alunos realizar diversas práticas epistêmicas, fundamentais para desenvolver aprendizagens essenciais no 2º, 3º e 4º anos.

Relativamente aos conhecimentos relativos aos impactos das espécies invasoras e sua relação com as suas características biológicas, os resultados obtidos, nas questões 1, 2 e 3 (*Germinação, Dispersão e Resistência a Incêndios* respectivamente), mostram que a exposição à sequência didática não resultou em diferenças significativas nas respostas. No entanto, é de salientar que já no pré-teste a maioria dos alunos foi capaz de fazer previsões corretas e justificá-las usando corretamente as características biológicas das espécies. Isso sugere que, nessa idade, os alunos são capazes de identificar parâmetros biológicos de interesse, sugerindo a existência de potencial para a utilização de atividades educacionais que usam a modelação matemática para potenciar a aprendizagem da biologia (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007), possibilitando a mudança do ensino da biologia de aquisição de saberes factuais para a aquisição dos processos.

Após a análise dos testes, foram identificados alguns reajustes que achamos necessário fazer para uma melhor recolha de dados numa futura aplicação. Na questão 1, observou-se que uma grande quantidade de alunos confundiu a informação fornecida acerca da germinação das plantas, que poderá ter contribuído para a não alteração da previsão da planta com maior sucesso ecológico. Embora se tenha contornado esse problema por meio da redefinição dos critérios e a maioria dos alunos tenha indicado a justificação mais adequada, consideramos importante tornar mais clara a apresentação dessa informação no texto. Na questão 2, a forma como apresentamos a capacidade de dispersão deu origem a dois tipos de previsões válidas. Ao indicar que as sementes de uma planta são levadas pelo vento para longe e as sementes de outra planta são levadas pelo vento para muito longe, questionando os alunos sobre qual terá aparecido no quintal do vizinho, nem todos indicam a planta com maior capacidade de dispersão, considerando que “muito longe” seria uma distância maior que a distância que separa os quintais dos vizinhos. Numa aplicação futura, essa dualidade de respostas poderá ser resolvida utilizando medidas da dispersão em metros, para tornar a análise dos resultados mais simples e objetiva. Na questão 3, surgiram algumas dificuldades em avaliar as respostas devido à interpretação do desenho e achamos que poderão ser resolvidas com a realização de entrevistas posteriores.

Relativamente à questão 4, foi possível verificar diferenças significativas e, embora se tenham criado vários critérios para as justificações dos alunos, a grande maioria apresentou a justificação mais abrangente (*Perigo de Espécies Exóticas*). Esses resultados sugerem que a exposição à sequência didática induz mudanças de atitude nos alunos face à introdução de espécies exóticas. Realmente, no momento do pré-teste nenhum aluno apresentou qualquer preocupação sobre o fato de transportar plantas para diferentes habitats. Após a exposição à sequência didática descrita, a maioria dos alunos apresenta essa preocupação e escolhe não trazer planta alguma. Esses resultados suportam a importância da educação ambiental, revelando que esta poderá constituir uma ferramenta valiosa na promoção de ações pró-ambientais, aquisição de conhecimento, mudanças de atitude e comportamentos (KRASNY e DILLON, 2013; STEVENSON et al., 2013). Segundo Rakotomamonjy et

al. (2015), proporcionar atividades de educação ambiental demonstra ter efeitos positivos mensuráveis e duradouros. Mesmo que o conhecimento por si só não leve automaticamente a atitudes positivas em relação à conservação da natureza, é visto como um pré-requisito necessário para o desenvolvimento de atitudes positivas (HEBERLEIN, 2012). Assim, os resultados aqui obtidos são encorajadores, uma vez que os alunos parecem ter compreendido os perigos associados à introdução de espécies exóticas, permitindo ainda aos alunos explorarem conteúdos e realizar práticas epistêmicas fundamentais para o desenvolvimento de Aprendizagens Essenciais do 2º. ao 6º. ano de escolaridade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem aqui apresentada reúne atividades projetadas para desenvolver atitudes, competências, conhecimentos na área da biologia e promover práticas epistêmicas. Para que os alunos compreendessem as características de espécies exóticas invasoras e as consequências da introdução de espécies exóticas, recorremos a jogos, à utilização de atividades de modelação e à planificação e execução de atividades experimentais para testar hipóteses explicativas de fenômenos causados pela introdução de espécies invasoras. Embora sejam necessários mais estudos, os resultados aqui obtidos suportam o potencial da exploração de temáticas societais para a promoção de aprendizagens essenciais no primeiro e segundo ciclos do Ensino Básico.

REFERÊNCIAS

CHIB, A. I., LWIN, M. O., LEE, Z., NG, V. W., & WONG, P. H. Learning AIDS in Singapore: Examining the effectiveness of HIV/AIDS efficacy messages for adolescents using ICTs. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)**, 2(2), 169-187, 2010. Download from site: <http://kmel-journal.org/ojs/index.php/online-publication/article/view/61/46>

GOLDSWORTHY, A., FEASEY, R. **Making Sense of Primary Science Investigations**. Hatfield: ASE, 1997.

HAZELKORN, E., RYAN, C., BEERNAERT, Y., CONSTANTINOU, C. P., DECA, L., GRANGEAT, M., KARIKORPI, M., LAZOUKIS, A., CASULLERAS, R. P., WELZEL-BREUER, M. **Science Education for responsible Citizenship**. Luxemburg: European Union, 2015.

HEBERLEIN, T.A. **Navigating Environmental Attitudes**; Oxford, UK: Oxford University Press, 2012.

ICNF – <http://www.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/patrinatur/especies/n-indig/n-ind>. Consultado em 2017.

KRASNY, M. E.; DILLON, J. (Orgs.). **Trading Zones in Environmental Education**; New York, NY, USA: Peter Lang, 2013.

LOPES, J. B., SILVA, A. A., CRAVINO, J. P., VIEGAS, C., CUNHA, A. E., SARAIVA, E., . . . SANTOS, C. A. Apresentação de ferramentas de ajuda a mediação dos professores de ciências físicas. **Revista do Centro de Investigação e Inovação em Educação**. SENSOS, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Taking science to school. **Learning and teaching science in grades K-8**. Washington, DC: The National Academies Press, 2007.

NOVELGRO. How to germinate Acacia Crassicarpa seed – Novelgro Method (vídeo). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wN5rPHekVSY&t=136s>, 2014.

OECD. **The future of education and skills Education 2030**, 2018. Disponível em: <http://www.oecd.org/education/2030/OECD%20Education%202030%20Position%20Paper.pdf>, 2018.

OLIVEIRA-MARTINS, G., et al. **Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória**. Lisboa: Ministério da Educação, 2017.

PLANTAS INVASORAS EM PORTUGAL. Disponível em: <http://invasoras.pt/>. Consultado em: 27/10/2017.

RAKOTOMAMONJY, S. N.; JONES, J. P. G.; RAZAFIMANAHAKA, J. H.; RAMAMONJISOA, B.; WILLIAMS, S. J. **The effects of environmental education on children's and parents' knowledge and attitudes towards lemurs in rural Madagascar**. Anim. Conserv. 18, 157-166, 2015.

SANDBROOK, C., W. ADAMS, AND B. MONTEFERRI. Digital games and biodiversity conservation. **Conservation Letters**, 2014. doi: 10.1111/conl.12113.

SÁ-PINTO, X., CAMPOS, R. **As borboletas da Floresta Amarela**. Vairão: Cibio – Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, 2012. Disponível em: <https://goo.gl/65Z8cq>

SOGA, M.; GASTON, K. J.; YAMAURA, Y.; KURISU, K.; HANAKI, K. Both direct and vicarious experiences of nature affect children's willingness to conserve biodiversity. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 13, 529, 2016.

STEVENSON, R. B.; BRODY, M.; DILLON, J.; WALS, A. E. J. (Orgs.). **International Handbook of Research on Environmental Education**; Routledge: New York, NY, USA; London, UK, 2013.

ANEXOS

Anexo I – Tabela com a descrição das atividades

Atividades	Atitudes para desenvolver	Descrição	Conteúdos de biologia para aprender	Práticas Epistêmicas
1) Jogo – As Invasoras	Estimular comportamentos pró-ativos na remoção de espécies invasoras de habitats naturais;	Exploração de vários cenários de jogos que simulam as características de espécies invasoras. Para cada cenário, será feito o registro dos resultados obtidos quanto à ocupação do território (tabuleiro de jogo). O jogo será explorado em material manipulável e disponibilizado em aplicação <i>android</i> .	Distinguir espécies autóctones de exóticas e compreender o conceito de espécie exótica invasora; Identificar as características das espécies invasoras que contribuem para o seu sucesso ecológico e para o seu caráter invasor; Compreender os impactos das espécies invasoras e dos nossos comportamentos na ocupação de território;	Usar modelos para prever e estudar fenômenos naturais e reconhecer as suas potencialidades e limitações. Controlar variáveis, questionar, comunicar, interpretar, estabelecer relações e concluir.
	Competências-chave trabalhadas	Raciocínio e Resolução de Problemas – tomar decisões para resolver problemas; Pensamento Crítico e Pensamento Criativo – prever e avaliar o impacto das suas decisões; desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem; Relacionamento Interpessoal – trabalhar em equipe e usar diferentes meios para comunicar e trabalhar presencialmente e em rede; ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, ganhando novas formas de estar, olhar e participar na sociedade; Bem-estar e Saúde – manifestar consciência e responsabilidade ambiental e social, trabalhando colaborativamente para o bem comum, com vista à construção de um futuro sustentável.		

Atividades	Atitudes para desenvolver	Descrição	Conteúdos de biologia para aprender	Práticas Epistêmicas
2) Atividade experimental – “Será que as acácias se dispersam mais?”	Estimular comportamentos pró-ativos para evitar a introdução de novas espécies exóticas e fomentar a remoção de espécies invasoras; Estimular a valorização do conhecimento científico e a utilização de métodos científicos para responder questões do dia a dia.	Planificação e execução de atividades experimentais para testar as hipóteses levantadas com o intuito de responder à questão-problema.	Compreender processos de reprodução por semente; Compreender o impacto da capacidade de dispersão das sementes no sucesso ecológico de uma espécie e no seu potencial invasor.	Descrever, manusear equipamentos, controlar variáveis, questionar, comunicar, interpretar, estabelecer relações e concluir.
	Competências-chave trabalhadas	Informação e comunicação – comunicar e colaborar de forma adequada e segura, utilizando diferentes tipos de ferramentas (analógicas e digitais); Raciocínio e Resolução de Problemas – gerir projetos e tomar decisões para resolver problemas, desenvolver processos conducentes à construção de produtos e de conhecimento, usando recursos diversificados; Pensamento Crítico e Pensamento Criativo – pensar de modo abrangente e em profundidade, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada, convocar diferentes conhecimentos, utilizando diferentes metodologias e ferramentas para pensar criticamente, prever e avaliar o impacto das suas decisões, desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem; Relacionamento Interpessoal – trabalhar em equipe e usar diferentes meios para comunicar e trabalhar presencialmente e em rede, ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, ganhando novas formas de estar, olhar e participar na sociedade; Autonomia e Desenvolvimento Pessoal – estabelecer objetivos, traçar planos e projetos e serem autônomos na sua concretização; Bem-estar e Saúde – manifestar consciência e responsabilidade ambiental e social, trabalhando colaborativamente para o bem comum, com vista à construção de um futuro sustentável.		

Atividades	Atitudes para desenvolver	Descrição	Conteúdos de biologia para aprender	Práticas Epistêmicas
1.1) Atividade experimental – “Será que as acácias são favorecidas por um incêndio?”	Estimular comportamentos pró-ativos para evitar a introdução de novas espécies exóticas e fomentar a remoção de espécies invasoras; Estimular a valorização do conhecimento científico e a utilização de métodos científicos para responder questões do dia a dia.	Planificação da atividade experimental para responder à questão -problema; Demonstração e exploração dos resultados.	Compreender o impacto da capacidade de resistência a incêndios no sucesso ecológico de uma espécie e no seu potencial invasor.	Questionar, comunicar, interpretar, estabelecer relações e concluir.
	Competências-chave trabalhadas	Raciocínio e Resolução de Problemas – tomar decisões para resolver problemas; Pensamento Crítico e Pensamento Criativo – pensar de modo abrangente e em profundidade, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada; Bem-estar e Saúde – manifestar consciência e responsabilidade ambiental e social, trabalhando colaborativamente para o bem comum, com vista à construção de um futuro sustentável.		

Atividades	Atitudes para desenvolver	Descrição	Conteúdos de biologia para aprender	Práticas Epistêmicas
5) Atividade experimental – “Por que os eucaliptos potencializam incêndios?”	Estimular comportamentos pró-ativos para evitar a introdução de novas espécies exóticas; Estimular a valorização do conhecimento científico e a utilização de métodos científicos para responder questões do dia a dia.	Planificação e execução de atividades experimentais para testar as hipóteses levantadas com o intuito de responder à questão-problema.	Compreender alguns dos impactos/consequências sociais e econômicos causados pela introdução de espécies exóticas.	Descrever, manusear equipamentos, controlar variáveis, questionar, comunicar, interpretar, estabelecer relações e concluir.
	Competências-chave trabalhadas	<p>Informação e comunicação – comunicar e colaborar de forma adequada e segura, utilizando diferentes tipos de ferramentas (analógicas e digitais); Raciocínio e Resolução de Problemas – gerir projetos e tomar decisões para resolver problemas, desenvolver processos conducentes à construção de produtos e de conhecimento, usando recursos diversificados; Pensamento Crítico e Pensamento Criativo – pensar de modo abrangente e em profundidade, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada, convocar diferentes conhecimentos, utilizando diferentes metodologias e ferramentas para pensar criticamente, prever e avaliar o impacto das suas decisões, desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem; Relacionamento Interpessoal – trabalhar em equipe e usar diferentes meios para comunicar e trabalhar presencialmente e em rede, ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, ganhando novas formas de estar, olhar e participar na sociedade; Autonomia e Desenvolvimento Pessoal – estabelecer objetivos, traçar planos e projetos e serem autônomos na sua concretização; Bem-estar e Saúde – manifestar consciência e responsabilidade ambiental e social, trabalhando colaborativamente para o bem comum, com vista à construção de um futuro sustentável. Saber Técnico e Tecnologias – manipular e manusear materiais e instrumentos diversificados para controlar, utilizar, transformar, imaginar e criar produtos e sistemas.</p>		

Atividades	Atitudes para desenvolver	Descrição	Conteúdos de biologia para aprender	Práticas Epistêmicas
4) Atividade experimental – “Por que os eucaliptos aumentam o risco de incêndios?”	<p>Estimular comportamentos pró-ativos para evitar a introdução de novas espécies exóticas;</p> <p>Estimular a valorização do conhecimento científico e a utilização de métodos científicos para responder questões do dia a dia.</p>	Planificação e execução de atividades experimentais para testar as hipóteses levantadas com o intuito de responder à questão-problema.	Compreender alguns dos impactos/consequências sociais e econômicos causados pela introdução de espécies exóticas.	Descrever, manusear equipamentos, controlar variáveis, questionar, comunicar, interpretar, estabelecer relações e concluir.
	Competências-chave trabalhadas	<p>Informação e comunicação – comunicar e colaborar de forma adequada e segura, utilizando diferentes tipos de ferramentas (analógicas e digitais); Raciocínio e Resolução de Problemas – gerir projetos e tomar decisões para resolver problemas, desenvolver processos conducentes à construção de produtos e de conhecimento, usando recursos diversificados; Pensamento Crítico e Pensamento Criativo – pensar de modo abrangente e em profundidade, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada, convocar diferentes conhecimentos, utilizando diferentes metodologias e ferramentas para pensar criticamente, prever e avaliar o impacto das suas decisões, desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem; Relacionamento Interpessoal – trabalhar em equipe e usar diferentes meios para comunicar e trabalhar presencialmente e em rede, ouvir, interagir, argumentar, negociar e aceitar diferentes pontos de vista, ganhando novas formas de estar, olhar e participar na sociedade; Autonomia e Desenvolvimento Pessoal – estabelecer objetivos, traçar planos e projetos e serem autônomos na sua concretização; Bem-estar e Saúde – manifestar consciência e responsabilidade ambiental e social, trabalhando colaborativamente para o bem comum, com vista à construção de um futuro sustentável.</p>		

Anexo II – Carta de Planificação

CARTA DE PLANIFICAÇÃO

Goldsworthy, A., Feasey, R. (1997). Making Sense of Primary Science Investigations. Hatfield: ASE.

Questão-problema:

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos manter...

O que vamos mudar...

Como vamos registrar os dados

O que vamos medir...

O que vamos fazer...

Do que precisamos...

O que acho que vai acontecer e por quê...

EXPERIMENTAÇÃO

- ✓ Executar a planificação seguindo as ideias já definidas
- ✓ Recolher os dados

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificamos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: __/__/__

ANEXO III – TESTE (VER TESTE DISPONÍVEL EM: <https://goo.gl/Xs4mNe>)

Anexo IV – Definição dos critérios avaliados em cada pergunta e exemplos das respostas atribuídas a cada critério. *Pinta*, *Boina* e *Risca* são os nomes das espécies fictícias apresentadas aos alunos no teste.

Questão 1	Critério	Definição	Exemplos
Previsões	<i>Pinta</i>	O aluno indica que é a espécie <i>pinta</i> que terá mais indivíduos, ou que o quintal onde essa espécie está plantada terá mais plantas	Aluno 1CS, pré-teste: <i>A do Antônio porque ia demorar 2 anos.</i> Aluno 5AG, pré-teste: <i>Ao fim de 5 anos o quintal que tem mais plantas foi o do Antônio porque o vento não leva as sementes para muito longe.</i>
	<i>Boina</i>	O aluno indica que é a espécie <i>boina</i> que terá mais indivíduos, ou que o quintal onde essa espécie está plantada terá mais plantas	Aluno 19CS, pós-teste: <i>Vai ser o Tomás, porque germina mais por ano.///</i> Aluno 18AG, pré-teste: <i>É o quintal do Tomás, porque a Boina dá 5 sementes por ano.</i>
Justificações	Germinação	Correta se o aluno referir que o quintal com mais plantas é o da planta com maior capacidade de germinação (<i>boina</i>). Ou quando compreende de forma errada a indicação da capacidade de germinação, mas dentro da sua compreensão indica a planta com maior capacidade de germinação (ex.: compreende que germina de x em x anos)	Aluno 11AG, pós-teste: <i>Ao fim de 5 anos o quintal que tem mais plantas vai ser o do Tomás porque a Boina dá 5 sementes.</i> Aluno 12CS, pós-teste: <i>O quintal do Tomás, porque a Boina germina 5 sementes por ano enquanto a Pinta só germina 3 sementes por ano.</i>
	Dispersão	Correta se o aluno justificar a existência de mais plantas num dos quintais através da capacidade de dispersão das sementes	Aluno 20CS, pré-teste: <i>O do Antônio, porque é resistente a incêndios e porque se houver vento vai menos longe.</i> Aluno 15AG, pós-teste: <i>É o do Antônio porque a Boina vai muito longe.</i>
	Resistência a Incêndios	Correta se o aluno justificar a existência de mais plantas num dos quintais através da resistência a incêndios (já previu a existência de incêndios)	Aluno 10CS, pré-teste: <i>Eu acho que foi o do Antônio. Porque se a casa se incendiar a flor não queima.</i> Aluno 4CS, pós-teste: <i>Se houver incêndios o do Antônio porque são sementes resistentes a incêndios. Se não houver incêndios a do Tomás porque germina 5 sementes por ano.</i>

Questão 2	Critério	Definição	Exemplos
Previsões	<i>Pinta</i>	O aluno indica que é a espécie <i>pinta</i> que terá mais probabilidade de aparecer no quintal do vizinho	Aluno 6AG, pré-teste: <i>Foi a Pinta porque a semente dele voa pouco e conseguiu ir para o quintal do Luís.</i> Aluno 4AG, pós-teste: <i>A planta que eu acho que foi é a Pinta porque leva as sementes para longe.</i>
	<i>Boina</i>	O aluno indica que é a espécie <i>boina</i> que terá mais probabilidade de aparecer no quintal do vizinho	Aluno 4CS, pós-teste: <i>Eu acho que é a do Tomás porque o Tomás vai plantar a Boina e planta mais longe.</i> Aluno 10AG, pós-teste: <i>Eu acho que é a Boina.</i>
	<i>Risca</i>	O aluno indica que é a espécie <i>risca</i> que terá mais probabilidade de aparecer no quintal do vizinho	Aluno 21CS, pós-teste: <i>Foi a Risca porque ninguém plantava.</i>
Justificações	Germinação	Correta se o aluno indicar a capacidade de germinação como uma maior probabilidade de dispersão	Aluno 13AG, pré-teste: <i>Eu acho que foi a Boina porque a Boina germina de 5 em 5 anos.</i> Aluno 16CS, pós-teste: <i>Eu acho que foi a do Tomás porque tem 5 sementes.</i>
	Dispersão	Correta se o aluno justificar o aparecimento no quintal do vizinho através da capacidade de dispersão das sementes da planta. Será considerada correta quando indica a planta com maior capacidade de dispersão (<i>boina</i>), mas também quando indica a planta com uma capacidade de dispersão intermédia (<i>pinta</i>) por ter em conta a distância que se encontra o quintal do vizinho	Aluno 20CS, pré-teste: <i>Eu acho que foi a Boina porque ela é levada para longe.</i> Aluno 7AG, pós-teste: <i>A boina porque a semente dela voa para muito longe.</i>
	Resistência a Incêndios	Correta se o aluno indicar que a resistência a incêndios confere à planta maior probabilidade de germinar e por conseguinte maior probabilidade de dispersão	Aluno 1CS, pré-teste: <i>A pinta porque era resistente ao fogo.</i> Aluno 21AG, pré-teste: <i>Eu acho que foi a pinta porque tem a semente resistente e cresce mais.</i>

Questão 3	Critério	Definição	Exemplos
Previsões	<i>Pinta</i>	O aluno indica que é a espécie <i>pinta</i> que irá permanecer no quintal por ser resistente a incêndios. Consideramos que indica <i>pinta</i> quando desenha a planta no quintal em que teve origem	Aluno 13CS, pós-teste: <i>A planta do Antônio (pinta) ficou direita mas as plantas dos outros dois colegas está tudo queimado.</i> Aluno 3AG, pré-teste: <i>Eu acho que o quintal do Tomás está queimado porque a planta de lá não resiste aos incêndios e a planta do Antônio não está queimada porque as sementes resistem aos incêndios.</i>
	<i>Boina</i>	O aluno indica que será a planta <i>boina</i> a permanecer no quintal. Consideramos que indica <i>boina</i> quando desenha a planta no quintal em que teve origem	Aluno 2CS, pré-teste: <i>5 no quintal do Tomás e do Luís e 3 no do Antônio, porque as sementes podiam ter continuado na terra.</i> Aluno 17CS, pós-teste: <i>Eu acho que os quintais estão normais porque as duas plantas têm em comum serem resistentes aos incêndios.</i>
	<i>Risca</i>	O aluno indica que será a planta <i>risca</i> a permanecer no quintal	Sem exemplos.
Justificações	Germinação	Correta se o aluno considerar a capacidade de germinação das plantas na sua resposta escrita. Quando distingue por escrito o número de indivíduos de plantas diferentes	Aluno 4CS, pré-teste: <i>O quintal do Antônio ficou com três flores e o do Tomás com nenhuma, porque diz que a pinta germina três flores por ano e é resistente aos incêndios e a boina não é resistente aos incêndios.</i> Aluno 1AG, pós-teste: <i>O Tomás não fica com nada porque a boina não é resistente ao fogo e a do Antônio é, e também germina três sementes por ano.</i>
	Dispersão	Correta se o aluno considerar na sua resposta a capacidade de dispersão da planta resistente a incêndios através da resposta escrita. Quando refere por escrito que uma das plantas irá aparecer em outro quintal que não o de origem	Aluno 14AG, pré-teste: <i>Só tinham a pinta nos três quintais (e desenha uma pinta em cada quintal).</i> Aluno 19CS, pós-teste: <i>O do Antônio estaria com sementes plantadas. O do Tomás completamente queimado e do Luís com algumas sementes das plantas queimadas (faz legenda no desenho a indicar a presença de sementes da pinta no quintal do Luís).</i>
	Resistência a Incêndios	Correta se o aluno referir que a planta resistente a incêndios permanece ou aparece no terreno (<i>pinta</i>). Quer através da resposta escrita ou desenhada, correta se desenhar apenas a planta resistente no quintal de origem e/ou em outro quintal	Aluno 15CS, pré-teste: <i>Eu acho que a flor pinta ainda está lá. Porque a flor pinta mesmo com incêndios ela resiste. O quintal do Luís estaria todo queimado. O do Tomás também estava queimado, porque a flor boina não dura se houver algum incêndio. E o do Antônio estava queimado mas a flor pinta ainda estava viva.</i> Aluno 6AG, pós-teste: <i>As sementes da pinta sobreviveram por isso ela está boa.</i>
Nota: Em caso de discrepância entre a resposta escrita e desenhada assumimos a resposta escrita.			

Questão 4	Critério	Definição	Exemplos
Escolha	<i>Pinta</i>	O aluno indica a possibilidade de trazer a planta <i>pinta</i> como recordação	Aluno 11CS, pré-teste: <i>Eu traria a pinta porque era a mais resistente.</i> Aluno 15AG, pós-teste: <i>Eu acho que deviam trazer a planta pinta porque é resistente aos incêndios.</i>
	<i>Boina</i>	O aluno indica a possibilidade de trazer a planta <i>boina</i> como recordação	Aluno 18CS, pré-teste: <i>Sim, queria uma boina.</i> Aluno 6CS, pós-teste: <i>O Tomás não deveria trazer nada e o Antônio devia trazer a boina.</i>
	<i>Risca</i>	O aluno indica a possibilidade de trazer a planta <i>risca</i> como recordação	Aluno 6AG, pós-teste: <i>Eu aconselharia os dois trazerem a pinta ou a Risca.</i> Aluno 7CS, pré-teste: <i>A planta que deveriam ter trazido era a Risca, porque era mais resistente.</i>
	Nenhuma	O aluno indica que não trazia nenhuma planta	Aluno 5AG, pré-teste: <i>Eu acho que era melhor não trazer nenhuma porque nenhuma é perfeita.</i> Aluno 12AG, pós-teste: <i>Teria dito para escolher outra recordação porque as plantas podem ser invasoras.</i>
Justificações	Germinação	Correta se o aluno referir que um maior número de sementes potencia a capacidade invasora. Correta se o aluno referir que escolhe a planta porque esta se reproduz menos.	Aluno 14AG, pós-teste: <i>Eu pediria a Risca, porque a risca germina 2 vezes por ano.</i>
	Dispersão	Correta se o aluno referir que a maior capacidade de dispersão das sementes pode potenciar a capacidade invasora. Correta se o aluno referir que escolhe a planta porque esta se dispersa menos.	Aluno 16AG, pós-teste: <i>Eu aconselharia a risca porque não voa longe.</i>
	Resistência a Incêndios	Correta se o aluno referir que a resistência a incêndios potencia a capacidade invasora	Sem exemplos.
	Perigo de Exóticas	Correta se o aluno referir uma preocupação quanto à introdução de novas espécies em outro habitat	Aluno 21CS, pós-teste: <i>Eu não comprava porque não é do meu país.</i> Aluno 20AG, pós-teste: <i>Eu diria para não trazerem porque podem ser invasoras.</i>

ANEXO V – GRÁFICOS DOS RESULTADOS OBTIDOS EM CADA QUESTÃO NO PRÉ E PÓS-TESTE.

Questão 3

Questão 4

DADOS DOS AUTORES

PATRÍCIA ALEXANDRA PESSOA

Mestre em Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e em Matemática e Ciências Naturais do 2º Ciclo do Ensino Básico. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto. Portugal.

XANA SÁ-PINTO

Politécnico do Porto- Escola Superior de Educação, Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores. Portugal.

PEDRO CARDIA

Politécnico do Porto- Escola Superior de Educação. Portugal.

ALEXANDRE PINT

Politécnico do Porto - Escola Superior de Educação. Portugal.

Submetido em: 22-2-2019

Aceito em: 24-9-2019